

**IV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ ПО
СПОРТИВНОЙ НАУКЕ:
«ПОДГОТОВКА СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА»
1-2 ДЕКАБРЯ 2020г.**



**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
КОНФЕРЕНЦИИ**



Департамент
спорта
города Москвы

МОСКВА - 2020

Департамент спорта города Москвы Государственное казенное учреждение
города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки
сборных команд» Департамента спорта и туризма города Москвы

**Материалы IV Всероссийской научно-
практической конференции с
международным участием по спортивной
науке: «Подготовка спортивного резерва»**

Москва – 2020

Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием по спортивной науке: «Подготовка спортивного резерва»

В формате PDF – М.: ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта, 2020. – 572 страницах. ISBN 978-5-9905252-9-0

В сборнике представлены материалы научно-практической конференции по вопросам спортивной науки, проведенной с 1 декабря по 2 декабря 2020 года в Центре спортивных технологий Москомспорта. В сборнике собраны научные материалы по таким темам, как современные и инновационные технологии в спортивной подготовке, оценка состояния спортсмена и эффективности тренировочного процесса, методы повышения физической работоспособности и восстановления, биомеханика, спортивная медицина. Сборник предназначен для специалистов по научно-методическому сопровождению в спорте, руководителей и сотрудников комплексных научных групп спортивных команд, исследователей в области спорта и физических упражнений, врачей спортивной медицины и функциональной диагностики, спортивных физиологов, биохимиков и генетиков, тренеров, работников фитнес-клубов, а также для спортсменов, интересующихся спортивной наукой и инновациями в научно-методическом сопровождении подготовки спортсменов. Материалы печатаются в авторской редакции.

УДК 796:001

Оглавление

Морфофункциональные характеристики и критерии отбора юных спортсменок-представительниц конных видов спорта, Ананьина П.А	- 8 -
Постуральная устойчивость у спортсменов: роль возраста и пола, Андреева А.М.	- 17 -
История возникновения спортивной генетики в России, Ахметов И.И.	- 26 -
Особенности электромиографических и кинематических параметров бегового шага при чрескожной электрической стимуляции спинного мозга, Барканов М.Г.....	- 28 -
Сравнительный анализ гоночного компонента технической подготовленности российских и зарубежных лыжников-двоеборцев высокой квалификации, Белёва А.Н.	- 34 -
Биохимические показатели состава крови спортсменов ориентировщиков при прохождении стандартной дистанции по пересеченной местности, Бирюкова Е. А.....	- 44 -
Определение подходов к оценке индивидуальной успешности занимающихся в системе подготовки спортивного резерва, Бирюкова К.А.....	- 49 -
Изменение показателей внимания в сенсомоторных тестах у спортсменов-ориентировщиков при решении сложных двигательно-когнитивных задач, Бирюкова Е.А.....	- 53 -
-	
О физиологической потребности юных спортсменов в белках, Борисевич Я.Н.....	- 58 -
Применение биомеханического анализа для восстановления ранее освоенной техники при переходе от классического к пляжному волейболу (на примере нападающего удара), Бужинский А.В.	- 62 -
Анализ возрастного диапазона максимальных спортивных достижений в олимпийском триатлоне, Бутков Д.А.	- 69 -
Влияние гидрокостюма из неопрена на эффективность прохождения плавательного этапа и первой транзитной зоны в олимпийском триатлоне, Бутков Д.А.	- 75 -
Анализ физической подготовленности юных байдарочников с различным уровнем биологической зрелости, Воронкова Е.С.....	- 79 -
Динамика компонентов соматотипа спортсменов в зависимости от возраста и спортивной специализации, Выборная К.В.....	- 83 -
БАД в энергообеспечении спортсмена, Гаврилова Е.А.	- 87 -
Краткосрочный метод психоэмоциональной коррекции предстартового состояния спортсменов (пилотное исследование), Гаврилова М.П.	- 97 -
Перекрестные эффекты адаптации к преформированным природным факторам - путь повышения психофизиологической устойчивости и физической тренированности человека, Глазачев О. С.	- 102 -
Комплекс оценки и тренинга психофизиологической совместимости в спортивных командах, Голуб Я.В.	- 106 -
Мультидисциплинарный подход в оценке результатов тренировочной деятельности футболистов, Голубев Д. В.....	- 114 -
Взаимодействие аллелей генов ренин-ангиотензиновой системы, адренореактивности и липидного обмена в регуляции двигательной активности спортсменов, Горбунова В.Ю	- 123 -

Психологические аспекты физической подготовки спортсменов в игровых видах спорта в режиме самоизоляции, Губа В.П.	129 -
О влиянии общей и специальной физической подготовки на процесс этапной подготовки спортсменов, Гуляев М.Д.	133 -
Оценка техники лыжных передвижений спортсменов по параметрам прилагаемых усилий при взаимодействии с опорой, Дорожко А.С.	140 -
Развитие скоростно-силовой выносливости ушу-саньдаистов методом круговой тренировки, Завиркин О.Н.	146 -
Планирование тренировочных нагрузок биатлонисток-юниорок на основе данных, полученных в ходе проведения полевого теста на лыжероллерах со ступенчато возрастающей нагрузкой, Загурский Н.С.	151 -
Значение показателей вариабельности сердечного ритма для оценки адаптационного потенциала у гимнасток высокой квалификации, занимающихся эстетической гимнастикой, Захарьева Н.Н.	155 -
Особенности регуляции сердечного ритма у депривированных по слуху спортсменов 13–15 лет, Зубовский Д.К.	163 -
Влияние поведенческих паттернов теннисисток на эффективность соревновательной деятельности, Кабанов Д.Ю.	167 -
Стабилометрические и электромиографические характеристики равновесия и устойчивости у занимающихся зимним футболом, Капилевич Л.В.	170 -
Исследование базовых двигательных стереотипов и моторного контроля движения в подготовке юных спортсменов, Касаткин В.Н.	178 -
Базовый рацион питания и включение в него специализированных пищевых продуктов для спортсменов юниоров в парном фигурном катании, Кобелькова И.В.	180 -
Подходы к изучению эмоциональных реакций спортсменов и их влияния на качество выполнения ритмического действия, Ковалева А.В.	184 -
Механизмы нарушения эффективности взрослых атлетов, Кожевникова Е.А.	190 -
Показатели интенсивности физиологических затрат и анаэробного вклада в суммарное энергообеспечение упражнения, рассчитанные по пульсовым суммам работы и восстановления, Козлов А. В.	194 -
Психофизиологические характеристики и физическая работоспособность танцоров с различной степенью психоэмоционального напряжения, Коняев И.Д.	203 -
Психологические особенности игры «Алтимат-фрисби» как фактор позитивных межличностных отношений, Коршунова О.В.	211 -
Анализ взаимосвязи психологического статуса и вариабельности ритма сердца у игроков американского футбола, Кузелин В.А.	217 -
Использование экзогенных кетоновых эфиров (D-β-гидроксипутират) у профессиональных велосипедистов в условиях тренировочной деятельности, Кузьмин А.В.	225 -
Изменения силы мышц ног космонавтов после выполнения повторных космических миссий, Кукоба Т.Б.	229 -

Выявление метаболических предикторов перетренированности у юных спортсменов (обзор зарубежных публикаций), Курашвили В.А.....	- 236 -
Методика мониторинга физической подготовленности спортсмена в оценке учебно – тренировочного процесса, Ланда Б.Х.	- 241 -
Индивидуализация физической подготовки дзюдоистов, Латушкина В.В.....	- 243 -
Влияние полиморфных вариантов генов на результат жим лежа в пауэрлифтинге, Леконцев Е. В.	- 248 -
Пульсовая сумма как критерий для индивидуального подхода в построении физических тренировок в космическом полете, Лысова Н.Ю.....	- 252 -
Средства повышения специальной работоспособности квалифицированных пловцов на средние дистанции на основе использования дыхательных тренажеров, Малахов М.И.-	260 -
-	
Координационные способности и физическая работоспособность танцоров и танцовщиц при занятиях спортивными бальными танцами, Малиева Е.И.....	- 270 -
Организация физиологического сопровождения и проведения гипоксических тренировок при подготовке команд альпинистов, Матыцин В.О.....	- 276 -
Особенности кардиореспираторной системы организма спортсменок высокой квалификации, занимающихся художественной и эстетической гимнастикой, Махалин А.В.	- 280 -
Эффекты стретчинг-тренировки на стабиллографические и кинематические показатели регуляции позы, Мельников А.А.....	- 283 -
Особенности функционального состояния регуляторных систем высококвалифицированных кёрлингисток на подготовительном этапе годичного цикла тренировки по результатам тренометрии и вариационной кардиоинтервалометрии, Мельников Д.С.	- 289 -
Системное применение мышечных сокращений как средство восстановления мышечной силы и «кинетики мелодии», Мирзаев Дж.А.....	- 296 -
Динамика значений внутрициклового скорости при плавании брассом, Митрофанов А.А.....	- 298 -
-	
Развитие координационных способностей скалолазов 10-12 лет с применением тренажерных устройств, Мищенко Н. Ю.	- 304 -
О вариативности параметров внешнего дыхания и газообмена при локомоциях различной интенсивности, Моисеев С.А.....	-316-
Диверсификация программ технико-тактической подготовки юных хоккеистов, Напалков К.С.....	- 319 -
Влияние уровня развития дыхательной системы на специальную физическую подготовленность будущих артистов балета, Оленева А.В.....	- 327 -
Спортивный отбор в волейболе на примере полиморфных систем генов <i>FTO</i> (rs9939609) и <i>EPAS1</i> (rs1867785), Парфентьева О.И.	- 332 -
Вариации развития двигательных возможностей 7-летних мальчиков, Пискова Д.М. -	338 -

Использование технологий виртуальной реальности для подготовки хоккеистов разного уровня мастерства, Поликанова И.С.	349 -
Электроэнцефалографические предикторы успешности стрелков из лука, Поликанова И.С.	357 -
Анализ технических ошибок отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина и возможные пути их коррекции (на примере юных лыжников-двоеборцев), Попова А.И	367
Уровень специальной физической подготовленности метательниц копья различной квалификации, Примаченко П.В.....	375
Методология исследования и методические основы оценки роста и физического развития подростков при организации физического воспитания и спорта, Прусов П.К	379
Особенности активности мышц при выполнении выстрелов из лука в различных тренировочных условиях, Пухов А.М.....	382
Распространенность протромботических мутаций <i>F2 G20210A</i> и <i>F5 G1691A</i> у российских спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, Пушкарев В.П.	389
Потребление макронутриентов и энергии у спортсменов-стрелков, Раджабкадиев Р.М.	392
Различия биомеханики бега у элитных спринтеров, неэлитных спринтеров и людей, не занимающихся бегом профессионально, Резванова С.К.....	395
Медико-социальные проблемы целиакии у спортивного резерва, Саванович И.И.....	400
Управление тренировкой велосипедистов-шоссейников различной квалификации на основе применения отрицательной обратной связи, Свечкарёв В.Г.	404
Совершенствование двигательных возможностей человека посредством автоматизированных систем управления биомеханическими параметрами движений, Свечкарёв В.Г.	413
Сравнение силовых и скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер самбистов разной спортивной квалификации, Свиридов Б. А.	421
Сравнительная оценка функции внешнего дыхания у спортсменов, тренирующих силу и выносливость, Сегизбаева М.О.....	424
Тренировка дыхательных мышц у спортсменов: современные методические подходы, эффективность и возможности практического применения, Сегизбаева М.О.....	427
Организация психологической подготовки спортсменов, специализирующихся в спортивных единоборствах, на этапе высшего спортивного мастерства, Седин В.И.....	430
Морфо-функциональные особенности женщин, занимающихся хоккеем с шайбой, Семенов М.М.	438
Метод индексов в оценке двигательных возможностей детей и подростков, Сонькин В.Д.	442
Особенности питания спортсменов юношеского спорта в зависимости от полиморфизма генов, Сорокина Е.Ю.	450
Особенности интеграции в психофизиологических функциональных системах хоккеистов 15-16 лет при разных типах регуляции ритма сердца, Сурина-Марышева Е.Ф.	460
Синдром относительного энергетического дефицита спортсменов: современное состояние проблемы, Сухарева Н.Ю.	470

Увеличение динамичности игры юных волейболистов, Тарасова Л.В.....	478
Оценка фенотипических особенностей пловцов в свете перспектив спортивной карьеры (спорт высших достижений), Тимаков Т.С.....	481
К вопросу показателей соревновательной деятельности яхтсменов-гонщиков высокой квалификации (подготовка спортивного резерва), Томилин К.Г.	489
Физиологические особенности постральной устойчивости высококвалифицированных волейболисток, Тришин Е.С.....	497
Поляризационная модель распределения тренировочных нагрузок в циклических видах спорта на выносливость и переход к использованию целевых тренировочных зон, Федотова Е.В	502
Метакогнитивные навыки спортсменов, Федунина Н.Ю.....	513
Новые параметры для российских стандартов здоровья космонавтов, Фомина Е.В	517
Использование биоакустической коррекции в психологическом сопровождении высококвалифицированных спортсменов, Чарыкова И.А	525
Физиологические основы рефлексотерапии и теоретическое обоснование влияния акупунктуры на состояние гемодинамики у квалифицированных спортсменов, Шерстюк С.А.	533
Голбол как средство развития равновесия у детей 9-10 лет с нарушениями зрения, Шибко А.В	540
Спортивный отбор и педагогические особенности школьников и студентов, Яковлев А.Н.	545
Sustaining Holistic Health Through Youth Sports & Physical Activity: Local to Global Perspectives, Chin Ming-Kai l	552
Bulgarian youth elite sport – the past, the present and the future, Daniela Dasheva	553
Toward an understanding of stable and unstable power performance, Erika Zemková	559
Mental Health and Physical Activities during the COVID – 19 Pandemic: Bulgarian Perspective, Zornitza P. Mladenova	565

Морфофункциональные характеристики и критерии отбора юных спортсменок-представительниц конных видов спорта

Ананьина П.А.¹ *магистр. Golden-fob@yandex.ru*

Шилова А.А.¹ *бакалавр aulibchik@gmail.com*

Година Е.З.^{1,2} *доктор биол. наук, профессор egodina11@gmail.com*

¹*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра антропологии, Москва, Россия.*

²*Российский Государственный Университет Физической культуры, Спорта, Молодежи и Туризма (ГЦОЛИФК), Москва, Россия.*

Аннотация. В статье приводятся основные морфофункциональные характеристики девушек 10-17 лет, занимающихся конными видами спорта. Обсуждаются критерии отбора в спортивные группы по конному спорту.

Ключевые слова: конный спорт, морфофункциональные особенности, антропометрия, гониометрия, критерии отбора, девочки 10-17 лет.

Введение

Одной из основных задач возрастной и спортивной антропологии является изучение влияния различных форм физической активности на физическое развитие и соматические особенности как представителей различных спортивных специализаций, так и — в более широком смысле — на морфофункциональный статус подрастающего поколения вообще («кинантропометрия»), а также мониторинг за развитием детей и подростков в различных условиях их профессиональной спортивной деятельности.

Знание соматической специфики, наложенной на фенотип тем или иным видом спортивной деятельности, является ключевым моментом в построении как тренировочных методик, так и своевременной коррекции возможных патологических состояний, связанных с профессиональной спортивной деятельностью.

Существующая научно методическая литература и программы по конному спорту не отражают все аспекты влияния занятий на физическое состояние детей, занимающихся этим видом спорта, в частности морфофункциональные и физиологические изменения и другие индивидуальные особенности занимающихся.

Конный спорт – зрелищный и в то же время травматичный, - является малоизученной антропологами темой, хотя изменения осанки у лиц, задействованных в нём, совершенно очевидны даже для неспециалиста. Существуют достоверные свидетельства того, что спортсмены, практикующие конные виды спорта, могут иметь предпатологические изменения, сходные с остеохондрозом, в области поясницы. Это нередко препятствует совершенствованию их физических качеств [1].

Полученные данные о частных антропометрических характеристиках молодого контингента с высокой спортивной специализацией позволяют научно обосновать оздоровительные программы и профилактические мероприятия, а использование знаний о соматической специфике девочек-конников во врачебной практике даст возможность реализовать конституциональный подход при проведении медицинских обследований, профосмотров. Кроме того, согласно данным гониометрии, особенности изменений, происходящих в позвоночном столбе у девочек, занимающихся конным спортом, обязаны быть учтены при проведении лечебных манипуляций на позвоночнике в случаях возникшей на таковые необходимости.

Существующий визуальный отбор спортсменов в группы является некорректным, поскольку при отборе, в первую очередь, должны учитываться непосредственно особенности

и потенциал всадника. Так как в спортивных группах и клубах по конному спорту конное поголовье предоставляется или принадлежит спортсмену, в тренировочном процессе находится и создается так называемая система «всадник-лошадь», качественный отбор будет способствовать более быстрому определению уровня спортсменов для лучшего формирования данных систем и, как следствие, достижению высоких результатов. Выявленные критерии отбора будут актуальны не только при отборе в спортивные группы, секции и школы, но и для корректировки уровня спортсменов высокой квалификации в уже сформированных системах «всадник-лошадь».

Материалы и методы

Целью данной работы стало изучение морфофункциональных особенностей спортсменов представительниц женского пола, от 10 до 17 лет, изучение влияния конституциональных особенностей на отбор в группы спортивного совершенствования для обеспечения более высоких результатов, а также изучение соматических особенностей и поиск возможных изменений в осевом скелете (в частности – позвоночном столбе) у лиц женского пола, профессионально занимающихся конным спортом. Для реализации намеченных целей была сформированы изучаемые выборки, составленные из девочек и женщин-конников. За период с 2017 по 2020 год обследовано 73 спортсменки-конницы высокой спортивной квалификации в возрасте от 10 до 17 лет, имеющих спортивный стаж от 2 и более лет. Для морфофункционального исследования были взяты 58 спортсменок в возрасте от 10 до 17 лет, имеющих разряд от 3 взрослого до звания КМС, в качестве контрольной группы были взяты результаты обследования 120 девочек, не занимающихся спортом той же возрастной группы. По гониометрической методике было отдельно отобрано и обследовано 15 спортсменок-конников в возрасте от 10 до 17 лет. В качестве контроля для данной группы были взяты данные Е.М. Ивановой (2011) по 15 девочкам 10-17 лет, соответствующих по возрасту представительницам экспериментальной группы. Данные спортсмены были разделены в исследовании на две экспериментальные группы: группа начального уровня подготовки (далее НГ), в которую вошли спортсмены от 10-14 лет 3 и 2 взрослого разрядов и группа спортивного совершенствования (далее СГ), в которую вошли спортсмены 15-17 лет, имеющие звания 1 взрослый разряд и КМС (рис. 2).

Распределение обследованных по возрастам представлено в таблице 1.

Таблица 1. Численности и половозрастной состав изученных групп.

Группа	n	Пол	Возраст(годы)	Автор
Изучаемая (конный спорт)	58	женский	10-17	Ананьина П.А.
	15	женский	10-17	Шилова А.А.
Контрольная (не спортсмены)	15	женский	10-17	Иванова Е.М.
	120	женский	10-17	Ананьина П.А.
Общее количество обследованных	208			

Измерения проводились сотрудниками лаборатории ауксологии человека НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В.Ломоносова, а также студентами и аспирантами на конноспортивных базах города Москвы и Московской области. В результате исследования были изучены спортсменки, занимающиеся в конноспортивных клубах г. Москвы: ОУСЦ «Планерная», КСК «Битца», КСК «Темп», КСК «Нимб».

Обследуемому контингенту проведена антропометрия и гониометрия по классическим протоколам В.В.Бунака [2] и В.А. Гамбурцева [3]. Обследования и регистрация значений измерений морфологических показателей проводились по стандартной методике, принятой в НИИ и Музее антропологии [2,4]. Проводилось исследование параметров таза по методике Д. Таннера. Гониометрия проводилась по общепринятой методике (рисунок 1).



Рисунок 1 – Техника измерения углов изгибов позвоночного столба (по Ивановой 2011 [8]).

Оценивались такие описательные (соматоскопические) признаки, такие, как форма спины и ног, определялось наличие деформаций спины и грудной клетки, а также отмечалось наличие/отсутствие плоскостопия. При зрительном осмотре спины сбоку обращали внимание на величину изгибов позвоночника и положение лопаток. В обследовании выделяли три варианта формы осанки: прямая, слегка и сильно сутулая. Определение типа конституции проводилось у детей по схеме Штефко-Островского (1929) [4,7]. Схема включает в себя следующие основные соматотипы: астеноидный, торакальный, мышечный, дигестивный, неопределенный, а также ряд переходных соматотипов. Абдоминальный тип был исключен как редко используемый в наше время и обладающий недостаточной информативностью. Выделяются также переходные типы телосложения, такие как астеноидно-торакальный (АТ), торакально-мышечный (ТМ), мышечно-дигестивный (МД), дигестивно-мышечный (ДМ), мышечно-торакальный (МТ). На первое место ставится тот конституциональный тип, признаки которого преобладают.

Кроме того, рассчитывался индекс массы тела (ИМТ) по формуле $I = \frac{m}{h^2}$ [4]. Компоненты массы тела определены следующим образом: поверхность тела рассчитана по формуле Исаксона, абсолютные и относительные жировой, мышечный и костный компоненты по формуле Й. Матейки [7]. Для анализа компонентов массы тела спортсменов-конников на двух этапах спортивного совершенствования (рис. 4) экспериментальная группа была разделена на 2 подгруппы: НГ 10-14 лет и СГ 15-17.

Были измерены углы δ , γ , β и α по технике измерения углов изгибов позвоночного столба (Иванова, 2011) [8]. Система этих углов опирается на набор следующих антропометрических точек:

- 1) I_{n10n} , наиболее выступающая назад точка затылочного бугра по срединной сагиттальной линии;
- 2) точка остистого отростка шейного позвонка V– наиболее углубленная точка в шейном отделе позвоночника;
- 3) точка на вершине остистого отростка грудного позвонка VII - наиболее выдающаяся назад (кифотически) точка позвоночника в грудном отделе,
- 4) точка на остистом отростке поясничного позвонка V– обычно наиболее лордотически углубленная точка позвоночника в поясничном отделе;
- 5) остистый отросток крестцового позвонка IV– обычно последняя выступающая назад точка позвоночника по срединной линии спины,

б) точка symphysis – лобковая, точка на верхнем крае лобкового симфиза по срединной линии. В результате проведения измерений по данным точек мы получаем угловые показатели. Для измерения угла наклона таза к вертикали (**X1**) ножки большого толстотного циркуля устанавливали на лобковой точке (симфизиион) и на остистом отростке V поясничного позвонка [8].

Статистическую обработку проводили на IBM PC/AT «Pentium-IV» в среде Microsoft Windows XP Professional 2007 с использованием пакета прикладных программ «Statistica 7.0».

Результаты и их обсуждение

Научной гипотезой исследования, подтвержденной полученными результатами, является следующее. Очевидно, что после некоторого количества лет специализации у девочек формируются присущие данному виду спорта устойчивые фенотипические характеристики. Это может происходить как благодаря изначальному отбору в данный вид спорта по определенным признакам, например, типу конституции, так и воздействию специфических тренировочных нагрузок

Нами было протестировано 58 спортсменов, занимающихся в клубах ЦСКА и «Битца» старших спортивных групп. 15 спортсменов, имеющих звание КМС, 13 спортсменов, имеющих 1 взрослый разряд, 20 спортсменов со 2 взрослым разрядом и 10 с 3 разрядом.

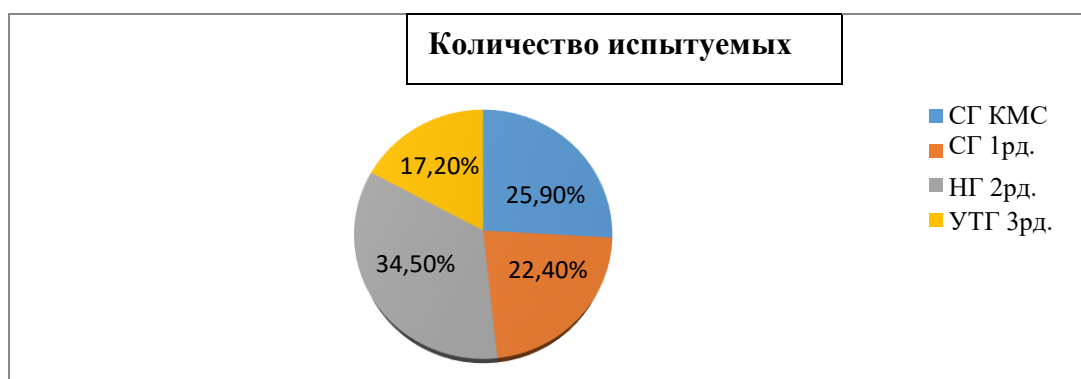


Рисунок 2 – Соотношение количества испытуемых экспериментальной группы с учетом уровня спортивной подготовки (%).

Условные обозначения:

СГ КМС - Группа спортивного совершенствования с квалификацией кандидат в мастера спорта.

СГ 1 рд. - Группа спортивного совершенствования с квалификацией 1 взрослый разряд.

НГ 2 рд. - Группа начального уровня подготовки с квалификацией 2 взрослый разряд.

НГ 3 рд. - Группа начального уровня подготовки с квалификацией 3 взрослый разряд.

Анализируя динамику индекса массы тела спортсменов (рис. 3), можно констатировать следующее:

- У спортсменок, занимающихся спортом в группах по конному спорту, по сравнению с не занимающимися той же возрастной группы наблюдается резкое снижение этого показателя;
- Спортсменки, занимающиеся конным спортом, на начальном этапе тренировки имеют более высокий, в пределах нормы, индекс массы тела, что объясняется уровнем нагрузки в группах начальной подготовки по конному спорту.

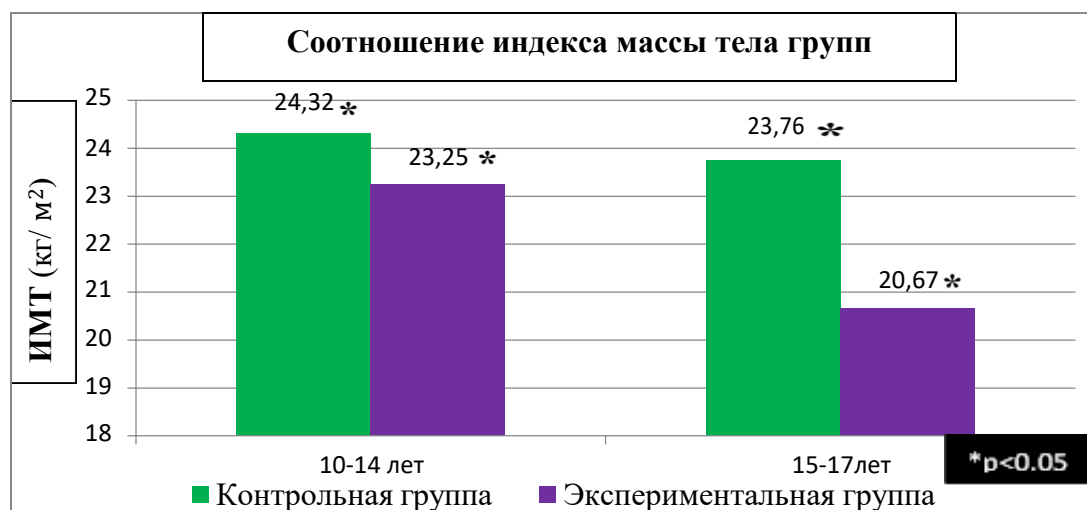


Рисунок 3 – Соотношение индекса массы тела (ИМТ) испытуемых контрольной и экспериментальной групп (кг/ м²).

Условные обозначения:

Контрольная группа – дети, не занимающиеся спортом 10-17 лет.

Экспериментальная группа – спортсменки-конники, занимающиеся в группах НГ и СГ, возрастом 10-17 лет.

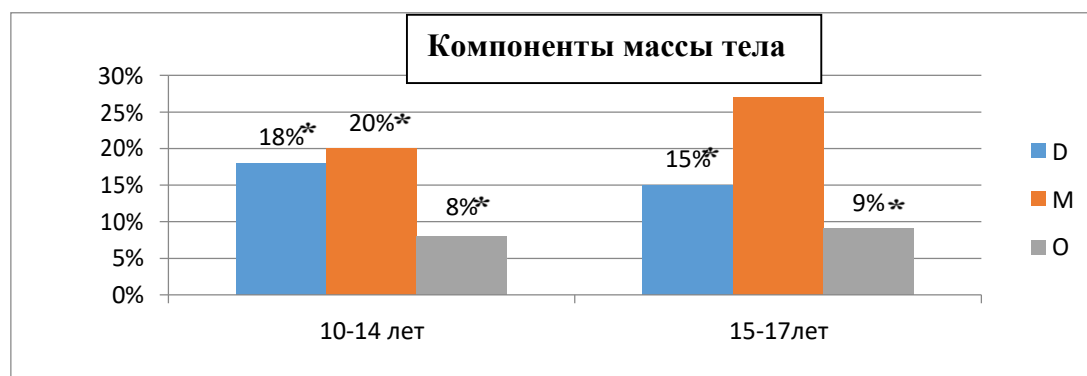


Рисунок 4 – Соотношение компонентов массы тела испытуемых экспериментальной группы (%). *p<0.05

Условные обозначения:

D- Жировой компонент.

M - Мышечный компонент.

O - Костный компонент.

По результатам исследования можно заключить, что показатели жирового компонента выше у представителей НГ, вследствие более низкой интенсивности занятий во время первого и второго годов обучения. Показатели жирового компонента снижаются у испытуемых, занимающихся в СГ. Показатели мышечного компонента растут у испытуемых СГ, что может обозначать резкое увеличение нагрузки в данной группе.

Спортсменки обеих групп обладают достаточно низкими показателями костного компонента, что может стать критерием отбора спортсменов по данному виду спорта.

Впервые были получены показатели высоты таза [6] для определения морфофункциональных особенностей представителей данного вида спорта. Обследование показало, что высота таза спортсменок в группах начального уровня и группах спортивного совершенствования практически не различается. Однако необходимо отметить, что данные характеристики не претерпевают значительных изменений у представителей этой возрастной категории в целом. Поэтому обоснованным кажется предположение, что эффективность

спортсменов-конников определяется скорее изначально небольшой высотой таза. Это обусловлено связью данного показателя с равновесием всадника в седле и улучшением баланса.

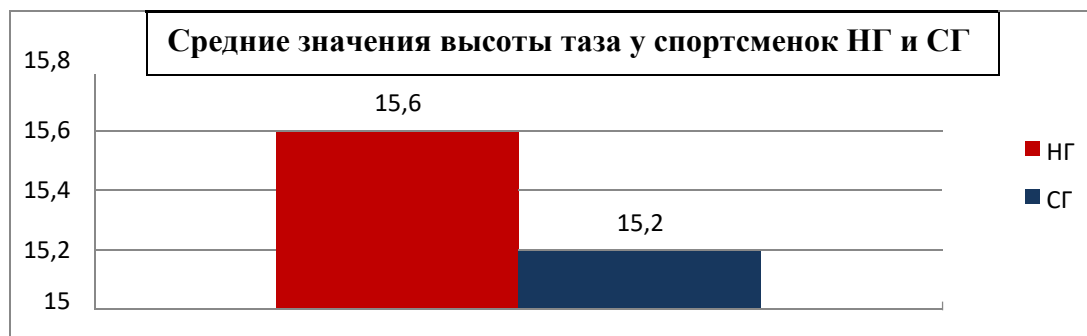


Рисунок 6 – Соотношение средних показателей высоты таза испытуемых экспериментальной группы (см).

Условные обозначения:

Группа начального уровня подготовки 10-14 лет.

Группа спортивного совершенствования 15-17 лет.

По результатам определения типа телосложения спортсменов-конников очевидно преобладание представителей торакального и торакально-мышечного типов конституции (8 и 28 % соответственно). Для торакального, достаточно узкосложенного, типа телосложения характерны умеренные мышечные и умеренные или низкие жировые показатели, высокий мышечный тонус, прямые нижние конечности и высокие результаты в равновесии. Данные характеристики не противоречат предыдущим проанализированным данным. Торакальный тип телосложения характерен как для данного вида спорта в целом, что обусловлено характерной для его физической нагрузки низкой массой тела и умеренной мышечной массой. Такие результаты позволяют сделать вывод, что для максимальной успешности в отборе спортсменов-конников необходимо отдавать предпочтение кандидатам именно с торакальным типом телосложения.

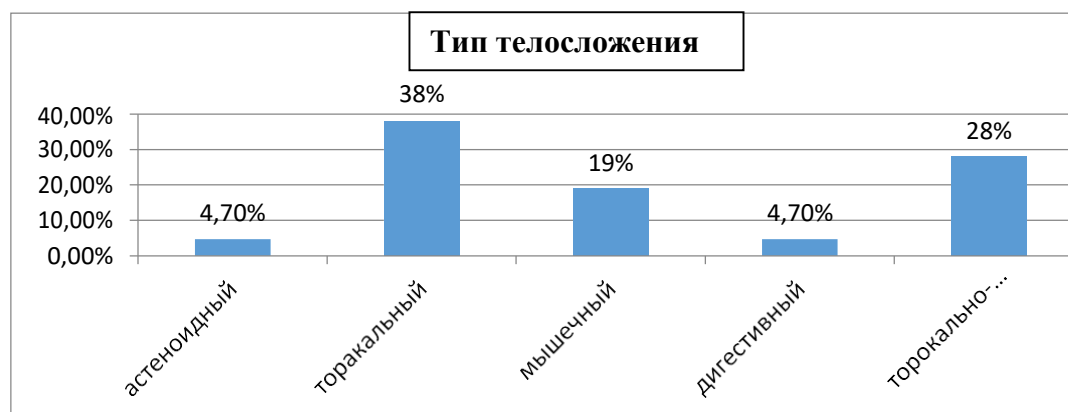


Рисунок 7 – Частота встречаемости типов телосложения у представительниц конного спорта НГ и СГ (%).

Оценивались такие описательные (соматоскопические) признаки, как форма спины и ног, определялось наличие деформаций спины и грудной клетки, а также отмечалось наличие/отсутствие плоскостопия. При зрительном осмотре спины сбоку обращают внимание на величину изгибов позвоночника и положение лопаток. В обследовании выделяли три варианта формы спины: прямая, слегка и сильно сутулая. Форма ног может быть нормальной, но также может наблюдаться О-образное и Х-образное положение осей ног. Уровень выраженности данных признаков может быть слабым, средним, сильным [8].

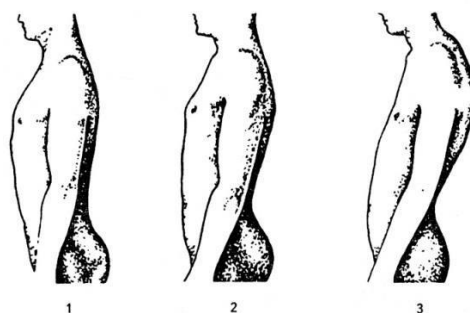


Рисунок 8- Форма спины. [4].

Условные обозначения:

Прямая спина.

Слегка сутулая спина.

Сильно сутулая спина.

По гониометрической методике было обследовано 15 спортсменов-конников в возрасте от 10 до 17 лет. В качестве контроля для группы детей и подростков были взяты данные Е.М. Ивановой (2011) 15 девочек 10-17 лет, соответствующих по возрасту представительницам экспериментальной группы.

На рисунках 9 представлено распределение обследованных девочек по возрастам в контрольной и экспериментальной группах. Как видно из рисунков, оно полностью идентично. Средний возраст в контрольной группе соответствует среднему возрасту в экспериментальной и равен 13,4 года.

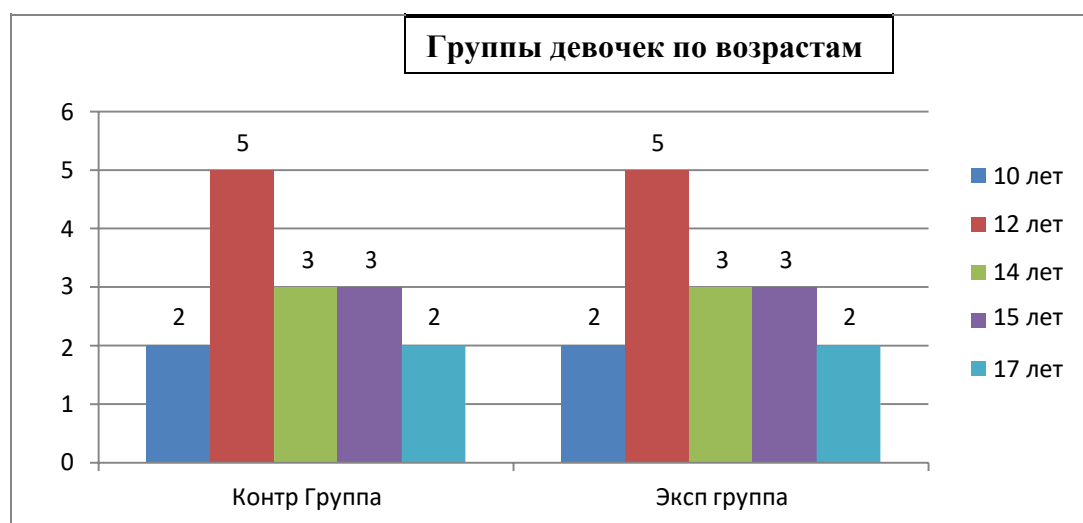


Рисунок 9 – Распределение обследованных девочек по возрастам в контрольной и экспериментальной группах.

Условные обозначения:

1. Контрольная группа – дети, не занимающиеся спортом 10-17 лет.

2. Экспериментальная группа - спортсмены конники 10-17 лет.

Для спортсменок-конников характерны два основных варианта: прямая спина (67% случаев) и слегка сутулая (33%). Сутулая форма спины в экспериментальной группе не встречалась, что является особенностью занимающихся конными видами спорта. В контрольной группе данная разновидность формы спины встречалась в 18% случаев (рис. 10).

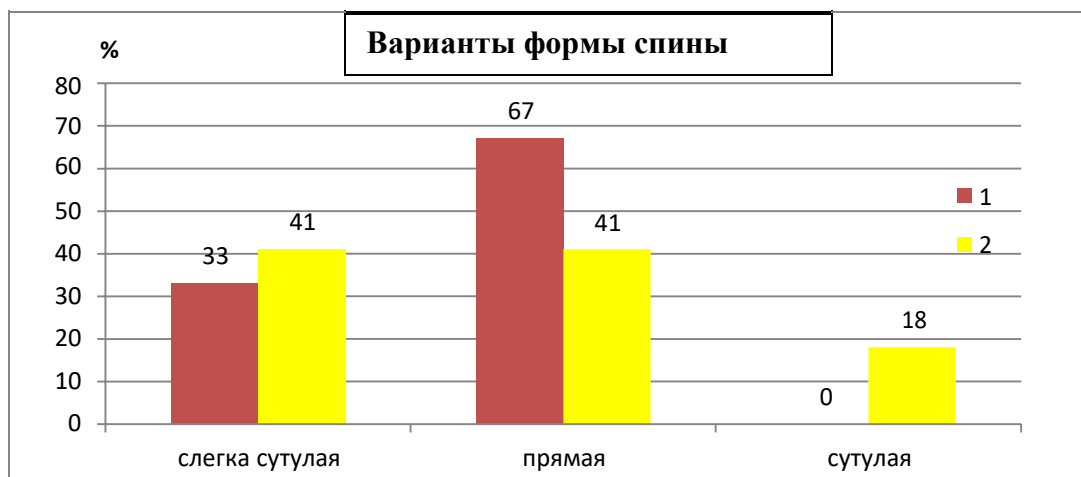


Рисунок 10 - Частота встречаемости (%) различных вариантов формы спины у спортсменок-конников (1) и у сверстниц контрольной (2) группы.

В результате проведенного сравнительного анализа показателей формы спины у девочек-конников и сверстниц контрольной группы оказалось, что спортсменки, специализирующиеся на конных видах спорта, отличаются более прямой формой спины по сравнению со сверстницами, не занимающимися спортом.

На основании анализа гониометрических признаков выявлено, что у практикующих конные виды спорта девочек снижается выраженность поясничного лордоза и грудного кифоза по сравнению с контрольной группой. Это характеризует их осанку как более выпрямленную, что можно связать с активными спортивными нагрузками.

Анализ данных гониометрии показал, что величины угла d у спортсменок несколько ниже ($21,6^{\circ}$), чем у контрольной группы ($22,7^{\circ}$); значения угла у спортсменок-конников, напротив, выше ($9,1^{\circ}$ при $9,0^{\circ}$ контрольных). Аналогичные величины принимали и значения угла наклона нижнегрудной части позвоночника β . У конников изменения углов грудного кифоза и поясничного лордоза присутствуют в большей степени, чем изменения в шейном отделе. Угол грудного кифоза у девочек-конников достоверно меньше такового у сверстниц контрольной группы, из чего следует, что для девочек, занимающихся конным спортом, будет характерен более выпрямленный грудной кифоз. Выявленные гониометрические особенности позвоночного столба отражены на рисунках 11 и 12.

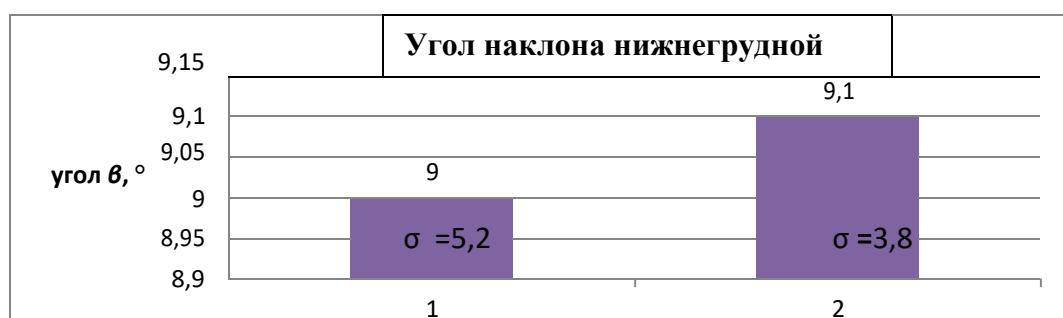


Рисунок. 11 - Средние значения угла наклона нижнегрудной части позвоночника (β) у спортсменок-конников (1) и у сверстниц контрольной (2) группы.

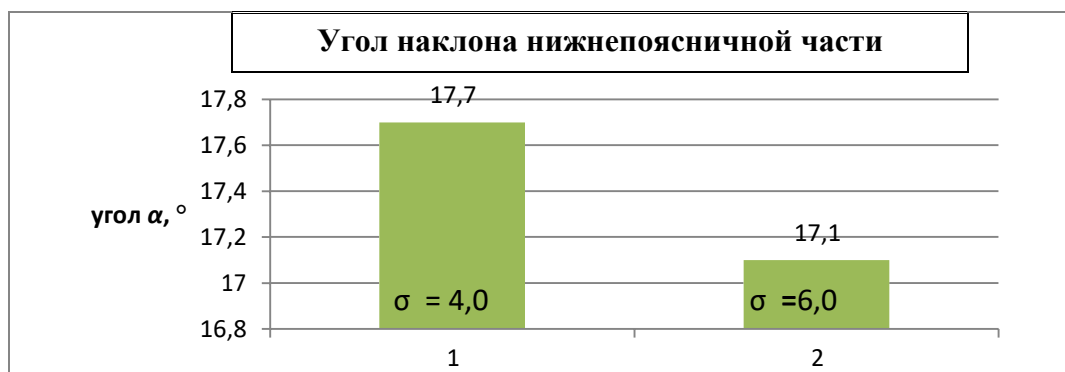


Рисунок. 12 - Средние значения угла наклона нижнепоясничной части позвоночника (α) у спортсменок-конников (1) и у сверстниц контрольной (2) группы.

Полученные результаты дают объяснение доказанному факту о том, что у 98% обследуемых высококвалифицированных спортсменов-конников уже через 2-3 года занятий появляются жалобы на болевые ощущения, характерные для предпатологических и патологических состояний межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночного столба [5].

Выводы

При обследовании экспериментальной группы было выявлено, что при отборе в группы спортивного совершенствования преобладают спортсмены торакального, торакально-мышечного или мышечного типов конституции, что обусловлено спецификой конного спорта положением ноги, удержанием баланса и собственного тела всадника, большой подвижностью тела. В результате исследования нами было выявлено, что спортсменкам-конникам свойственны показатели небольшой высоты таза, среднего или малого роста, низкие показатели жирового и умеренные показателями мышечного компонента. Проведенное антропометрическое обследование девочек 10-17 лет, занимающихся конным спортом, выявило у них торсионную маскулинизацию, сглаженность некоторых физиологических изгибов позвоночника, что может являться устойчивым морфофенотипом для представительниц данного вида спорта не зависимо от возраста.

Список литературы

1. Белая И.А., Жарков П.Л., Лебедева И.П. Реабилитация спортсменов с повреждениями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата // Тез. докл. научн. - практич. конф., Рига. - 1979. — с.82-86
2. Бунак В.В. Антропометрия. М.: Учпедгиз, 1941. — 368 с.
3. Гамбурцев В.А. Гониометрия человеческого тела. М.: Медицина, 1973. - 200с.
4. Негашева М.А. Основы антропометрии: учебное пособие. — М.: Изд-во «Экон-Информ», 2017. — 216 с.
5. Мартынихин В.С. Профилактика и физическая реабилитация дистрофических изменений в межпозвоночных дисках у спортсменов, занимающихся конным спортом // Сб. материалов IV Всероссийского съезда специалистов лечебной физкультуры и спортивной медицины. - Ростов на Дону, 2003. - С. 91-92.
6. Tanner J.M. Foetus into Man: Physical Growth from Conception to Maturity. p.140
7. Мартиросов. Э.Г. Методы исследования в спортивной антропологии/ Э.Г. Мартиросов. – М.: Физкультура и Спорт, 1982 – С. 100-104.
8. Иванова Е.М. Антропологические аспекты изучения осанки тела у детей и взрослых. Автореф. диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук, М., 2011. – 26 с.

Постуральная устойчивость у спортсменов: роль возраста и пола

Андреева А.М.¹, канд. биол. наук, toymio@yandex.ru

Мельников А.А.², доктор биол. наук, профессор, meln1974@yandex.ru

Скворцов Д.В.^{1,3}, доктор мед. наук, профессор, skvortsov.biom@gmail.com

Zemkova E.^{4,5}, PhD, professor, erika.zemkova@uniba.sk

¹Отдел Биомеханики спорта, ГКУ «ЦСТуСК» Москомспорта, Россия, Москва

²Кафедра физиологии, ФГБОУ ВО «РГУФКSMIT (ГЦОЛИФК)», Россия, Москва

³Отдел физической реабилитации, ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» ЛРНЦ «Русское поле», Россия, Москва

⁴Department of Biological and Medical Sciences, Faculty of Physical Education and Sports, Comenius University in Bratislava, Slovakia

⁵Sports Technology Institute, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia

Аннотация. В исследовании показано, что постуральная устойчивость у спортсменов ($n=936$, 6-47 лет) в двуопорной вертикальной стойке на стабиллоплатформе зависит от их возраста и пола. У детей (6-12 лет) и подростков (13-17 лет), занимающиеся спортом, при ОГ скорость ОЦД ($p<0,01$) и площадь статокинезиограммы ($p < 0,01$) снижены относительно группы контроля ($n=225$, 7-30 лет). Взрослые (18+ лет) спортсмены обоего пола имеют только сниженную скорость ОЦД при ЗГ относительно контроля. Женщины (подростки и взрослые) показывают скорость ОЦД как при ОГ, так и при ЗГ ниже, чем мужчины ($p<0,05$).

Ключевые слова: постуральная устойчивость, спортсмены, стабилометрия, двуопорная вертикальная стойка, пол, возраст

Введение

Исследований постуральной устойчивости спортсменов с учетом их пола и возраста на больших выборках крайне мало [4]. В большинстве исследований оценивается постуральная устойчивость детей младше 12-13 лет. В небольшом количестве работ, где авторы сравнивают постуральную устойчивость подростков и молодежи [19, 23], показано что: параметры общего центра давления (ОЦД) в двуопорной стойке к 15 годам соответствуют взрослому уровню и не отличаются от таковых у взрослых 20-28 лет. Однако у юношей способность поддерживать одноопорный баланс возрастает в подростковом возрасте и улучшается на более поздних стадиях созревания [3]. У мальчиков постуральная устойчивость продолжает увеличиваться в возрасте от 9 до 16 лет, тогда как у девочек она приближается к взрослому уровню к 10 годам [14]. Различные авторы связывают более высокую постуральную устойчивость у девушек с более ранним физическим созреванием [17], большим вниманием при выполнении упражнений на равновесие [21], меньшей массой тела [8], анатомическими особенностями (более низкий центр тяжести у девочек-подростков из-за относительно более широкого таза и узких плеч) [17], а также повышенной обучаемостью к балансированию [20]. Таким образом, остается неясным, как постуральная устойчивость у спортсменов связана с такими факторами, как возраст и пол.

Основная цель нашего исследования – выявление особенностей постуральной устойчивости в двуопорной вертикальной стойке у спортсменов разного возраста и пола в сравнении с контролем.

Методы

Все обследования проведены в ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта в 2014 – 2018гг. Исследование соответствовало этической Хельсинской декларации (2013) и было одобрено Локальным этическим комитетом ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта (Протокол № 15 от 9.12.2019г.). Испытуемые принимали участие в тестированиях в подготовительном или предсоревновательном тренировочном периоде. Каждое обследование предварялось ознакомлением с его процедурами и подписанием информированного добровольного согласия испытуемым.

Таблица 1. Характеристика групп испытуемых по видам спорта

Группа	Спортивные дисциплины (n)	Ж/ М (n)	n
Спортивные игры руками	Баскетбол (n=73), Гандбол (n=17)	59/31	90
Стрельба	Биатлон (n=46), Практическая стрельба (n=10), Стрельба из лука (n=7), Стендовая стрельба (n=9)	35/37	72
Бокс	Бокс (n=38), Каратэ (n=9), Кикбоксинг (n=9), Тайский бокс (n=10), Тхэквондо (n=40)	34/72	106
Теннис	Теннис (n=43), Настольный теннис (n=14)	25/32	57
Горные лыжи	Горные лыжи (n=32), Сноубординг (n=17)	23/26	49
Фигурное катание	Фигурное катание (n=80), Фристайл (n=7)	59/27	86
Футбол	Футбол (n=70)	36/34	70
Гребля	Гребля академическая (n=6), Гребля на байдарках и каноэ (n=14), Гребной слалом (n=4)	6/18	24
Борьба	Вольная борьба (n=8), Греко-римская борьба (n=29), Дзюдо (n=16), Сумо (n=18)	18/53	71
Конькобежный спорт	Конькобежный спорт классический (n=6), Керлинг (n=17), Хоккей (n=18), Шорт трек (n=20)	40/21	61
Лыжные гонки	Лыжные гонки (n=37)	19/18	37
Бег	Спринтерский бег (n=4), Стайерский бег (n=7), Спортивное ориентирование (n=34)	20/25	45
Гимнастика	Спортивная гимнастика (n=25), Художественная гимнастика (n=34), Черлидинг (n=27), Прыжки на батуте (n=30), Спортивное скалолазание (n=20), Прыжок в высоту (n=10), Парусный спорт (n=16), Скелетон (n=14)	110/58	168
Контроль	Не спортсмены (n=225)	97/128	225
Итого	Спортсмены (n=936) Не спортсмены (n=225)	581/580	1161

В исследовании участвовали 936 спортсменов разных видов спорта и 225 не занимающихся систематически никакими видами спорта испытуемых. Все спортсмены были разделены на 13 условных групп (таблица 1). В основе группирования лежало техническое сходство спортивных дисциплин. Критерии включения: ≥ 8 часов занятий спортом в неделю,

стаж спортивных занятий для детей - более 2 лет, для подростков и взрослых - более 3 лет.

Критерии исключения: наличие заболеваний в опорно-двигательной и нервной системе, способных оказать влияние на поструральную стабильность. Не спортсмены были привлечены к исследованию на добровольной основе из лиц общеобразовательных школ и высших учебных заведений, не занимающихся спортом на систематической основе (< 3 раз в неделю).

Стабилометрическое обследование проведено с помощью комплекса «Стабилан - 01», ЗАО ОКБ «Ритм». Использовали «европейский» вариант установки стоп испытуемого на платформе, когда расстояние между пятками около 2 см, стопы находятся в развороте по внутреннему краю на 30°. Функцию равновесия и особенности системы регуляции вертикальной позы (постуральной системы) оценивали по показателям теста Ромберга (поддержание вертикальной позы с открытыми и закрытыми глазами (соотв. ОГ и ЗГ)). Длительность записей – 60 с. Анализировались средняя линейная скорость колебаний ОЦД - V (мм/сек) и площадь статокинезиограммы – Ells (мм²).

Известно, что из всех прямых стабилометрических параметров наиболее надежными являются V и Ells. Снижение этих показателей означает ослабление мышечных поструральных коррекций и указывает на высокую эффективность всего пострурального контроля или его экономизацию [10].

Статистический анализ данных проведен с использованием программы Statistica v.12 (StatSoft, Inc.Tulsa, OK, USA). Проверка нормальности распределения переменных проведена с использованием критерия Шапиро-Уилка. Поскольку анализируемые стабилографические переменные были ненормально распределены, корреляционные (Пирсон корреляция), регрессионный, однофакторные (ANOVA) анализы выполнены с переменными, преобразованными с помощью метода Бокса-Кокса. Сравнение показателей между спортсменами и не спортсменами в возрастных группах проведено с помощью непарного t-критерия Стьюдента. Критерий post-hoc Tukey HSD test применен для оценки достоверности парных отличий в анализе ANOVA. Уровень значимости принят как $\alpha=0,05$. Величина отличия V и Ells в группах спортсменов от контроля рассчитана на основе критерия Кохена (d), показывающего стандартизированное отличие спортивной группы от контроля.

Результаты

Колебания ОЦД у спортсменов разного возраста

Между возрастом и всеми стабилометрическими показателями отмечались отрицательные корреляции: для V-ОГ $r=-0,40$ ($p<0,0001$), для V-ЗГ $r=-0,29$ ($p<0,0001$), для Ells-ОГ $r=-0,28$ ($p<0,0001$), для Ells-ЗГ $r=-0,18$ ($p<0,00001$). Поэтому все спортсмены были разделены на три группы: дети с возрастом до 12 лет включительно, подростки 13-17 лет и взрослые лица 18 лет и старше – в которых сравнивались стабилометрические показатели у спортсменов и не спортсменов. При простом попарном сравнении установлено (таблица 2), что во всех возрастных группах V-ОГ (все $p<0,01$; $d=0,90$; $d=0,94$; $d=0,32$ для детей, подростков и взрослых), V-ЗГ ($p=0,022$, $d=0,31$ для юношей; $p=0,002$, $d=0,43$ для подростков, $p=0,002$, $d=0,44$ для взрослых) у спортсменов были ниже. Ells-ОГ была ниже у спортсменов-юношей ($p=0,0001$, $d=0,63$) и спортсменов-подростков ($p=0,001$, $d=0,46$) а Ells-ЗГ - только у спортсменов-юношей ($p=0,019$, $d=0,31$). У взрослых спортсменов Ells-ОГ и Ells-ЗГ не отличалась от контроля. Поскольку во всех возрастных группах спортсмены были ненамного, но существенно старше, то мы провели ковариационный анализ (ковариата - возраст). ANCOVA показал, что V и Ells при ОГ оставались сниженными у спортсменов в подгруппах юношей и подростков ($p<0,01$), но исчезали в группе взрослых испытуемых ($p>0,07$). В тесте с ЗГ различия между группами по V-ЗГ по данным ANCOVA отсутствовали у юношей ($p=0,242$), но проявились у подростков ($p=0,012$) и взрослых спортсменов ($p=0,003$).

Таблица 2. Стабилометрические показатели у спортсменов разного возраста (M ± Std. Dev.)

Показатели	Дети (6–12 лет, $n = 234$)		t-test, p	Подростки (13–17 лет, $n = 630$)		t-test, p	Взрослые (18+ лет, $n = 297$)		t-test, p
	Контроль	Спортсмены		Контроль	Спортсмены		Контроль	Спортсмены	
n	104	130		55	575		66	231	
Пол (Ж/М)	57/47	87/43	0,058 [#]	20/35	301/274	0,024 [#]	20/46	96/135	0,098 [#]
Возраст, лет	9,3 (1,7)	10,9 (1,3)	0,000	14,5 (1,5)	15,1 (1,3)	0,003	19,7 (2,3)	21,9 (4,9)	0,001
Ells-ОГ, у.е.	4,88 (0,53)	4,52 (0,55)	0,0001*	4,68 (0,49)	4,45 (0,52)	0,001*	4,32 (0,39)	4,32 (0,49)	0,973
V-ОГ, у.е.	1,61 (0,12)	1,50 (0,11)	0,0001*	1,57 (0,13)	1,45 (0,12)	0,001*	1,45 (0,10)	1,40 (0,13)	0,020
Ells-ЗГ, у.е.	4,46 (0,48)	4,32 (0,42)	0,019	4,32 (0,41)	4,32 (0,44)	0,919	4,19 (0,33)	4,19 (0,42)	0,968
V-ЗГ, у.е.	2,35 (0,26)	2,27 (0,23)	0,022	2,29 (0,25)	2,18 (0,22)	0,002*	2,20 (0,21)	2,09 (0,25)	0,002*

Примечание: # - по критерию Хи-квадрат, *ANCOVA – межгрупповые различия по ковариационному анализу (ковариата – возраст)

Гендерные различия колебаний ОЦД у спортсменов

С помощью трехфакторного дисперсионного анализа (ANOVA: пол (2: юноши, девушки), занятия спортом (2: спортсмен, контроль) и возраст (3: дети до 12 лет, подростки 13-17 лет, взрослые 18 лет и старше)) анализировали половые различия в общей группе, половые различия в разных возрастах и половые различия в зависимости от занятий спортом в исследуемых параметрах.

Ells-ОГ. Пол ($F(1, 1149)=1,10, p=0,30$), взаимодействие пола и возраста ($F(2, 1149)=0,34, p=0,712$), а также взаимодействие пола, возраста и занятий спортом ($F(2, 1149)=1,06, p=0,35$) не влияли на Ells-ОГ.

Ells-ЗГ была ниже у девочек, чем у мальчиков ($F(1, 1149)=5,7278, p=0,017$). Взаимодействие пола и возраста ($F(2, 1149)=0,38, p=0,683$), а также взаимодействие пола, возраста и занятий спортом ($F(2, 1149)=2,44, p=0,088$) не влияли на Ells-ЗГ.

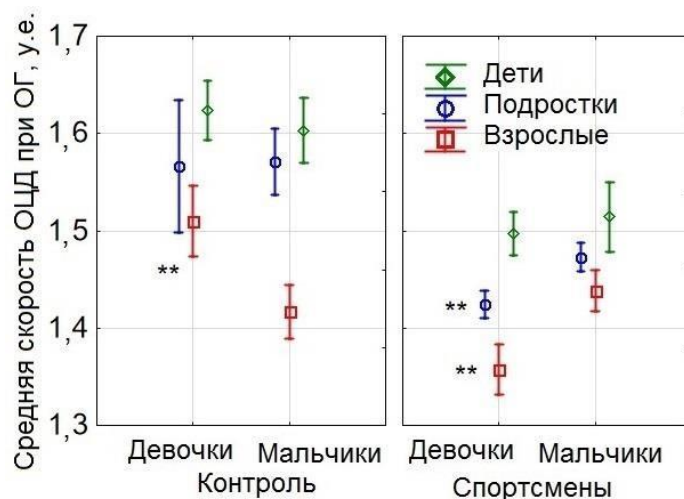


Рисунок 1 - Половые различия скорости колебаний ОЦД с ОГ (V-ОГ) в группах спортсменов и контроль ($M \pm 95\%$ Дов.инт). В группе спортсменов V-ОГ была ниже у девушек в группах «Подростки» и «Взрослые» (** - $p < 0,01$ по сравнению с мужчинами по Tukey HSD test).

V-ОГ. Хотя пол ($F(1, 1149)=0,39, p=0,532$) и взаимодействие пола и возраста ($F(2, 1149)=1,0, p=0,365$) не влияли на V-ОГ. Однако взаимодействие пола, возраста и занятий спортом $F(2, 1149)=4,73, p=0,009$ влияло на V-ОГ (Рис. 1). В целом, выявлены половые различия у спортсменов в сравнении с контролем ($F(1, 1149)=18,335, p=0,00002$). В группе спортсменов V-ОГ была ниже у девушек в группе подростки 13-17 лет (Tukey HSD test $p < 0,01$) и в группе взрослые 18+ лет (Tukey HSD test $p < 0,01$) по сравнению с юношами. Напротив, в группе Контроль взрослого возраста 18+ лет V-ОГ была ниже у юношей (Tukey HSD test $p < 0,01$).

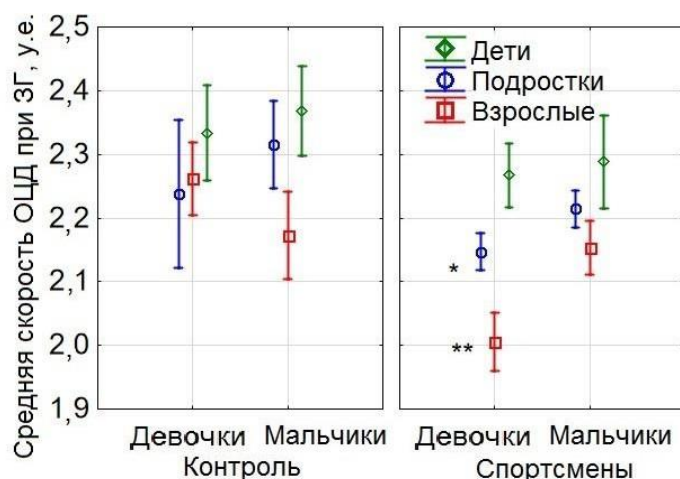


Рисунок 2 - Половые различия скорости колебаний ОЦД с ЗГ (V-ЗГ) в группах спортсменов и контроль ($M \pm 95\%$ Дов.инт). В группе спортсменов V-ЗГ была ниже у девушек в подгруппе «Подростки» и «Взрослые». В контрольной группе половых различий не выявлено. (* - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$ по сравнению с мужчинами по Tukey HSD test).

V-ЗГ была ниже у девушек, чем у мальчиков ($F(1, 1149)=4,52, p=0,034$). Взаимодействие пола и возраста не влияло на V-ЗГ ($F(2, 1149)=0,51324, p=0,59869$). Выявлен эффект взаимодействия пола, возраста и занятий спортом на V-ЗГ ($F(2, 1149)=4,04, p=0,018$. Рис. 2). В группе спортсменов V-ЗГ была ниже у девушек в группе подростки 13-17 лет (Tukey

HSD test $p=0,013$) и в группе взрослые 18+ лет (Tukey HSD test $p<0,001$) по сравнению с юношами. В группе Контроль V-ЗГ не различались между девушками и юношами.

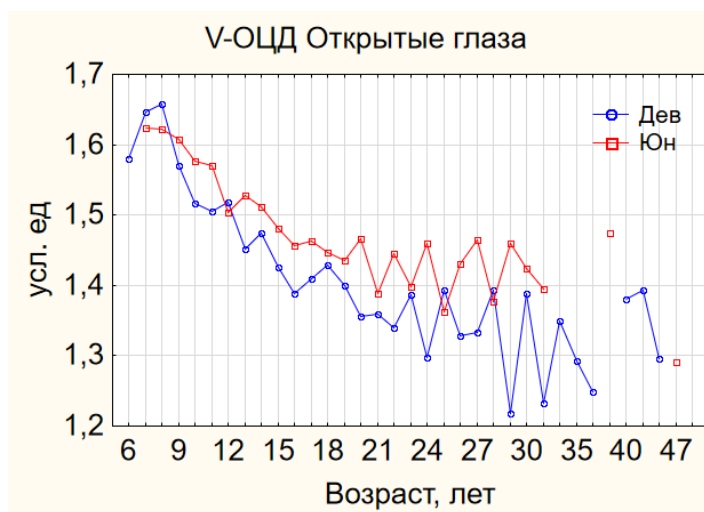


Рисунок 3 - Возрастная динамика средней скорости ОЦД при ОГ (М), у.е. $n=1161$ с учетом пола.

Обсуждение результатов

Возраст и поструральная устойчивость у спортсменов

Спортсмены без разделения на виды спорта во всех возрастах проявили повышенную поструральную устойчивость по отдельным стабилметрическим параметрам (табл. 2). В детском и подростковом возрасте устойчивость вертикальной позы была выше у спортсменов только в условиях ОГ: Ells-ОГ и V-ОГ у спортсменов были снижены и оставались сниженными при стандартизации параметров к возрасту. Наши данные согласуются с результатами, которые показали снижение V у здоровых детей с увеличением возраста [15]. Odenrick P, Sandstedt P. изучили поструральную устойчивость у 63 здоровых детей в 3,5-17 лет и показали снижение амплитуды колебаний с возрастом. Схожие данные получены на детях 3-11 лет ($n=1181$), авторы установили, что снижение скорости и площади колебаний в возрасте 10-11 лет постепенно замедлялось [15, 22]. Причины снижения V и Ells с возрастом испытуемых, вероятно, связаны с созреванием основных компонентов поструральной системы: сенсорной, мышечной, центрально-нервной [2], а также более устойчивой регуляцией биомеханики позы – постепенным смещением положения ОЦД (от пяток - вперед к пальцам стопы) с возрастом [22]. Показано, что функциональная зрелость ЦНС полноценно интегрирует сенсорную информацию с целью оптимизации пострурального контроля и созревает к 9 годам, причем первыми созревают сенсорные отделы, ответственные за использование зрительной информации, затем – проприоцептивные и последними - отделы, ответственные за интеграцию вестибулярной информации [18]. Механизмы, обеспечивающие одноопорный баланс созревает также к 9-10 годам [12]. Таким образом, основная масса работ оценивала поструральный баланс до 12-13 лет и очень мало работ, которые сравнивают подростковый и молодой взрослый возраст [23]. В работе [19] было показано, что индексы колебаний ОЦД и колебаний головы во время обычного стояния достигают взрослого уровня в подростковом возрасте 15 лет и не отличаются от взрослого (20-28 лет). Однако, способность к одноопорному балансу увеличивается у юношей в течение подросткового периода с улучшением в поздней стадии созревания [3] Положительную динамику поструральной устойчивости в возрасте 9-16 лет отмечали у юношей, но не у девочек, которая уже к 10 годам приближалась к взрослому уровню [14]. **Наши данные показывают, что повышение поструральной устойчивости происходит до более старшего возраста – 18-30 лет.**

Следовательно, мы полагаем, что достижение наивысшей постуральной устойчивости происходит позже подросткового возраста, после окончательного развития всех систем организма. Кроме того, развитие систем, вовлеченных в регуляцию позы, неравномерное, и в период полового созревания возможно его временное снижение [6]. Сниженные V и Ells при ОГ у спортсменов показывает, что спортивный опыт в детстве и юношестве существенно активизирует развитие постуральной устойчивости особенно систем, ответственных за использование зрительной информации для постурального баланса. Вместе с тем, учитывая небольшой спортивный опыт в группе детей, очевидно, что повышенная постуральная устойчивость у спортсменов-детей, возможно, обусловлена врожденными способностями к высокой регуляции позы и движений. Именно такие дети чаще идут в спорт и добиваются там высоких результатов. Нивелирование различий по устойчивости позы в условиях ОГ у взрослых спортсменов, вероятно, обусловлено дозреванием постуральной регуляции в контроле под влиянием средовых и естественных факторов.

Напротив, в возрасте 18+ лет постуральная устойчивость была выше у спортсменов только в условиях ЗГ: V-ЗГ была ниже у спортсменов при парном сравнении ($p=0,002$) и при стандартизации V-ЗГ с учетом возрастных различий ($p=0,003$). Снижение V-ЗГ ассоциируют с повышенной эффективностью использования проприоцептивной и вестибулярной информации [16]. Причины позднего проявления этих различий у спортсменов, вероятно, связаны с более поздним созреванием этих сенсорных систем [18] и направленным влиянием спортивной тренировки на рост эффективности использования проприоцептивной информации для контроля баланса у спортсменов [16].

Гендерные различия постуральной устойчивости у спортсменов

Наши данные указывают, что постуральная устойчивость у спортсменок девушек выше как в условиях ОГ, так и ЗГ, чем у юношей, и эти различия более выражены в подростковом (13-17 лет) и взрослом (18+ лет) возрасте (Рис.3). Сниженную скорость и площадь колебаний ОЦД у девушек отмечали и другие авторы [20, 22]. Odenrick P, Sandstedt P. (1984), Usui N et al (1995), а также Nolan L et al. (2005) в отличие от нас выявили наибольшую постуральную устойчивость у девочек в возрасте до 10 лет, а в более старшем возрасте – 12 и 16 лет гендерные различия не выявлялись у здоровых не спортсменов [14, 15, 22]. Напротив, в нашей работе они были более выражены у подростков и взрослых спортсменов. Однако в работе [17] была установлена повышенная способность к балансу в передне-заднем направлении на подвижной платформе у девушек горнолыжного спорта относительно юношей в возрасте 14, 15 и 16 лет, но не в 17-18 лет, когда латеральная динамическая устойчивость становилась выше у юношей. Это частично согласуется с нашими данными о гендерных различиях в постуральном контроле у подростков и ее позитивной динамикой при занятиях спортом. Причины более высокой постуральной устойчивости девочек разные авторы связывают с: а) более ранним развитием организма [17], б) большей исполнительностью и внимательностью к постуральным заданиям [21], в) меньшим весом у девочек [8], г) анатомическими различиями: низким расположением центра тяжести у подростков-девушек вследствие относительно широкого таза и узких плеч [17], г) лучшей тренируемостью системы постуральной регуляции у девочек [20]. В целом, наши гендерные различия предположительно можно связать с половыми изменениями телосложения: в подростковом периоде увеличение массы верхней половины тела у юношей и, напротив, нижней части тела у девушек, способствует более краниальному расположению центра масс, увеличивая момент инерции тела у юношей, что негативно отражается на устойчивости вертикальной позы юношей в сравнении с девушками. Кроме того, девушки, как правило, имеют большую проприоцептивную точность нижних конечностей, обусловленное меньшей абсолютной мышечной массой и силой [7], что может иметь значение для баланса. Однако для более ясного понимания ассоциации женского пола с постуральной устойчивостью у спортсменов необходимы дополнительные исследования.

Выводы

1. Спортсмены по сравнению с контролем во всех возрастах: детском (6-12 лет), подростковом (13-17 лет) и взрослом (18+ лет) – имеют сниженные колебания ОЦД, то есть повышенную устойчивость вертикальной позы.
2. В детском и подростковом возрасте поструральная устойчивость спортсменов выше в условиях ОГ, а в старшем возрасте (18+ лет) - в условиях ЗГ. Это свидетельствует о более эффективном использовании зрительной информации юными спортсменами при поддержании двуопорного баланса, а у взрослых спортсменов, другими механизмами, уже без ее участия.
3. Постуральная устойчивость выше у спортсменок девушек, чем юношей, чего не отмечается у не спортсменов.

Список литературы

1. Asseman F. B., Caron O., Crémieux J. Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? //Gait & posture. – 2008. – Т. 27. – №. 1. – С. 76-81.
2. Bair W. N. et al. Development of multisensory reweighting for posture control in children //Experimental Brain Research. – 2007. – Т. 183. – №. 4. – С. 435-446.
3. Duzgun I. et al. Effect of tanner stage on proprioception accuracy //The Journal of foot and ankle surgery. – 2011. – Т. 50. – №. 1. – С. 11-15.
4. Garcia C. et al. Influence of gymnastics training on the development of postural control //Neuroscience Letters. – 2011. – Т. 492. – №. 1. – С. 29-32.
5. Geboers J. F. et al. Immediate and long-term effects of ankle-foot orthosis on muscle activity during walking: a randomized study of patients with unilateral foot drop //Archives of physical medicine and rehabilitation. – 2002. – Т. 83. – №. 2. – С. 240-245.
6. John C. et al. Influence of biological maturity on static and dynamic postural control among male youth soccer players //Gait & posture. – 2019. – Т. 68. – С. 18-22.
7. Keller J. L. et al. Sex-related differences in the accuracy of estimating target force using percentages of maximal voluntary isometric contractions vs. ratings of perceived exertion during isometric muscle actions //The Journal of Strength & Conditioning Research. – 2018. – Т. 32. – №. 11. – С. 3294-3300.
8. Lee A. J. Y., Lin W. H. The influence of gender and somatotype on single-leg upright standing postural stability in children //Journal of applied biomechanics. – 2007. – Т. 23. – №. 3. – С. 173-179.
9. Liang Y., Hiley M., Kanosue K. The effect of contact sport expertise on postural control //PloS one. – 2019. – Т. 14. – №. 2. – С. e0212334.
10. Lin D. et al. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences //Gait & posture. – 2008. – Т. 28. – №. 2. – С. 337-342.
11. Lloyd D. G. Rationale for training programs to reduce anterior cruciate ligament injuries in Australian football //Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. – 2001. – Т. 31. – №. 11. – С. 645-654.
12. Mani H. et al. Development of postural control during single-leg standing in children aged 3–10 years //Gait & posture. – 2019. – Т. 68. – С. 174-180.
13. McKeon P. O., Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing? //Journal of athletic training. – 2008. – Т. 43. – №. 3. – С. 293-304.
14. Nolan L., Grigorenko A., Thorstensson A. Balance control: sex and age differences in 9-to 16-year-olds //Developmental Medicine & Child Neurology. – 2005. – Т. 47. – №. 7. – С. 449-454.

15. Odenrick P., Sandstedt P. Development of postural sway in the normal child //Human neurobiology. – 1984. – T. 3. – №. 4. – C. 241.
16. Paillard T. P. Relationship between sport expertise and postural skills //Frontiers in psychology. – 2019. – T. 10. – C. 1428.
17. Raschner C. et al. Sex differences in balance among alpine ski racers: cross-sectional age comparisons //Perceptual and motor skills. – 2017. – T. 124. – №. 6. – C. 1134-1150.
18. Sá C. S. C. et al. Development of postural control and maturation of sensory systems in children of different ages a cross-sectional study //Brazilian journal of physical therapy. – 2018. – T. 22. – №. 1. – C. 70-76.
19. Sakaguchi M. et al. Changes with aging in head and center of foot pressure sway in children //International journal of pediatric otorhinolaryngology. – 1994. – T. 29. – №. 2. – C. 101-109.
20. Smith A., Ulmer F., Wong D. Gender differences in postural stability among children //Journal of human kinetics. – 2012. – T. 33. – №. 1. – C. 25-32.
21. Steindl R. et al. Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control //Developmental medicine and child neurology. – 2006. – T. 48. – №. 6. – C. 477-482.
22. Usui N., Maekawa K., Hirasawa Y. Development of the upright postural sway of children //Developmental Medicine & Child Neurology. – 1995. – T. 37. – №. 11. – C. 985-996.
23. Verbecque E., Vereeck L., Hallemans A. Postural sway in children: A literature review //Gait & posture. – 2016. – T. 49. – C. 402-410.

История возникновения спортивной генетики в России

Ахметов И.И.¹ доктор мед. наук, genoterra@mail.ru
Астратенкова И.В.² канд. биол. наук, доцент, astratenkova@mail.ru
Дружевская А.М.¹ канд. биол. наук, a.druzhevskaya@gmail.com
Гольберг Н.Д.¹ канд. биол. наук, доцент, ndgolberg@gmail.com
Рогозкин В.А.¹ доктор биол. наук, профессор, vrogzkin@mail.ru

¹ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ физической культуры», г. Санкт-Петербург

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург

Аннотация. Прошло 20 лет с момента успешной реализации многолетней международной программы Геном человека, которая оказала огромное влияние на всю фундаментальную и прикладную медико-биологическую науку, на многие социальные аспекты жизни. Цель настоящего сообщения кратко описать, как и где возникла спортивная генетика в России.

Ключевые слова: спортивная генетика, СПбНИИФК, история, Рогозкин В.А.

В 1998 году в журнале Nature появилась небольшая заметка о связи гена ангиотензин превращающего фермента (АПФ) с физической работоспособностью спортсмена. После консультации с учеными-генетиками института цитологии РАН профессором Томилиным Н.В. и к.б.н. Казаковым В.И. в секторе биохимии СПбНИИФК к.б.н. Назаров И.Б. и профессор Рогозкин В.А. наладили метод определения полиморфизма гена АКФ и провели исследование на спортсменах, специализирующихся в разных видах спорта. Результаты этих исследований были представлены в двух докладах на итоговой конференции СПбНИИФК в декабре 1999 года и опубликованы в статьях [1,2,3].

В лаборатории была создана база ДНК спортсменов и контрольной группы. По состоянию на конец 2008 года, эта база содержала свыше 1600 образцов ДНК российских спортсменов и 1400 образцов ДНК контрольной группы. К 2009г. сотрудниками СПбНИИФК была изучена взаимосвязь 26 полиморфизмов генов с предрасположенностью к спортивной деятельности и подготовлено более 200 публикаций. Сотрудники сектора активно участвовали в конференциях различного уровня в нашей стране и за рубежом. На протяжении ряда лет принимали участие в работе ежегодного Конгресса Европейского колледжа спортивных наук (ECSS, 2002-2008). Международная научная комиссия ECSS высоко оценила работы наших аспирантов, которым в конкурсе молодых ученых присуждены призовые места: А.М. Дружевской – второе место в 2006 году (Лозанна, Швейцария) и И.И. Ахметову – пятое место в 2007 году (Ювяскюля, Финляндия). После защиты кандидатской диссертации И.И. Ахметов пишет первую монографию «Молекулярная генетика спорта» [4], в 2011 году он успешно защищает первую в России докторскую диссертацию по спортивной генетике «Молекулярно-генетические маркеры физических качеств человека».

Исследования по молекулярной генетике спорта получили свое развитие и в других лабораториях страны: в Институте биохимии им. А.Н. Баха РАН (руководитель: проф. С.С. Шишкин; основное направление исследований: мышечные белки и их гены); в лаборатории молекулярной физиологии ФНЦ ВНИИФК (руководитель: проф. А.Г. Тоневицкий; основное направление исследований: спортивная психогенетика, гены ферментов биотрансформации ксенобиотиков); в лаборатории молекулярной генетики КГМУ (руководитель: Ахметов И.И.) на кафедре генетики Башкирского ГПУ им. М. Акмуллы (руководитель: проф. В.Ю. Горбунова); в генетической лаборатории НИИ Олимпийского спорта Уральского ГУФК (руководитель: проф. Д.А. Дятлов);

Неоценимая помощь в проведении исследований по изучению ассоциации полиморфизмов генов с физиологическими показателями была оказана нашей лаборатории со стороны профессора О.Л. Виноградовой (ГНЦ РФ ИМБП РАН, Москва). В результате совместных исследований проводилось изучение генетических факторов, детерминирующих индивидуальные различия в приросте мышечной силы и массы в ответ на силовую тренировку, в развитии скоростно-силовых качеств, в аэробной и анаэробной работоспособности спортсменов. Поиск ассоциаций генетических полиморфизмов с типом мышечных волокон проводился совместно с лабораторией д.б.н. Б.С. Шенкмана (ИМБП) и сотрудниками ГУ НИИ акушерства и гинекологии им. Д.О. Отта РАМН, О. и А. Готовыми тестирование спортсменов гребцов. Совместные работы с к.м.н. Е.В. Линде (ИМБП) позволили оценить роль генетического полиморфизма в морфофункциональном ремоделировании миокарда спортсменов.

Практическую работу мы начали с обследования учащихся УОР и ДЮШОР, где сопоставили существующую систему отбора с генетическими маркерами физической активности. В процессе обследований было установлено, что используемые педагогические и физиологические тесты при отборе учащихся в группы специализаций по видам спорта не в полной мере соответствуют выявленной генетической предрасположенности спортсменов к выполнению физических упражнений различной метаболической направленности, что в свою очередь, оказывает влияние на успешность их соревновательной деятельности.

Молекулярно-генетические исследования индивидуальной предрасположенности детей школьного возраста к физическим нагрузкам различного характера используются в процессе внедрения новых инновационных технологий спортивно ориентированного физического воспитания в школах г. Набережные Челны и г. Сургут в многолетнем проекте, которым руководили профессора В.К. Бальсевич и Л.И. Лубышева.

В секторе биохимии спорта СПбНИИФК в результате проведенных научных исследований были разработаны диагностические комплексы для оценки генетической предрасположенности человека к выполнению физических нагрузок различной направленности. Когда мы начинали свою работу в 1999 году, то ставили перед собой одну задачу - разработать новую технологию раннего отбора детей в различные виды спорта на основе их генетической предрасположенности к проявлению и развитию физических качеств. В 2011-2020 годы исследования по спортивной геномике в России, начатые в СПбНИИФК, вышли на новый уровень. Российские ученые на базе Федерального научно-клинического центра физико-химической медицины ФМБА России (соруководители: Генерозов Э.В., Ахметов И.И.) начали применять полногеномные технологии в исследованиях со спортсменами и активно сотрудничать с зарубежными коллегами в рамках международного консорциума «Атлом», что позволило открыть десятки новых генетических маркеров предрасположенности к занятиям спортом.

Список литературы

1. Назаров И.Б. [и др.] Возможности генетического отбора спортсменов: реальность и перспективы/Назаров И.Б. Казаков В.И., Томилин Н.В., Rogozkin В.А.//Вестник спортивной медицины.-1999.-№3.-С. 52-53
2. Назаров И.Б. [и др.] Генетические маркеры физической работоспособности человека/Назаров И.Б., Казаков В.И., Rogozkin В.А.//Теория и практика физической культуры.-2000/-№12,-С..33-36
3. Nazarov I. et al, The angiotensin converting enzyme I/D polymorphism in Russian athletes/ Nazarov I., Woods D., Montgomery H., Shneider O., Kazakov V., Tomilin N., Rogozkin V.//Eur. J. Human Genetics.- 2001.-V9-P.797-801
4. Ахметов И.И. Молекулярная генетика спорта.-М.: Изд-во Советский спорт, 2009.-268 с.

Особенности электромиографических и кинематических параметров бегового шага при чрескожной электрической стимуляции спинного мозга

Барканов М.Г., аспирант, barckanov.max@yandex.ru

Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Россия, Великие Луки

Аннотация. Настоящий эксперимент подразумевал проталкивание дорожки в течении 10 секунд с максимально возможной скоростью, держа за поручни беговой дорожки, в трех условиях: без стимуляции, при стимуляции копчикового сплетения, при мультисегментарной стимуляции спинного мозга наносимой в различные фазы движения. Наблюдалось повышение дистанции пробегаемой спортсменами во всех экспериментальных условиях. Повышалась скорость перемещения антропометрических точек и средняя амплитуда биопотенциалов рабочих мышц.

Ключевые слова: электрическая стимуляция, копчиковое сплетение, вызванный моторный ответ, электромиография, спинной мозг, циклические движения, кинематические параметры движений.

Введение

Неинвазивный способ воздействия на нейрональные структуры спинного мозга посредством чрескожной электрической стимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) разработан сравнительно недавно и был использован для изучения механизмов регуляции циклических движений.

В настоящий момент накоплен обширный материал по влиянию различных видов стимуляции на спинной мозг. Были получены данные, отражающие эффективность мультисегментарной стимуляции спинного мозга в регуляции локомоторных движений. Показано, что стимуляция спинного мозга на уровне пояснично-крестцового утолщения способна активировать нейронные спинальные локомоторные сети у здорового человека [1]. Значительный прогресс в изучении организации работы генератора шагательных движений был достигнут благодаря разработке неинвазивных методик инициации локомоций у человека. В работе Н. Gabby с соавторами (2002) установлена возможность активации нейронных сетей копчиковых и крестцовых сегментов спинного мозга, обеспечивающих ритмические движения хвоста у новорожденных спинальных крыс, фармакологическими и стимуляционными воздействиями [2]. По данным М. Cherniak с соавторами на моторный ритм нижних конечностей можно влиять с помощью фармакологической стимуляции копчикового и крестцового отделов [3]. В данной работе чередующиеся ритмические пачки нервных импульсов пулов сгибательных мотонейронов вызывались посредством активации метоксалином крестцово-копчиковых нейронных сетей у пациентов с травмами спинного мозга.

Неясными остаются механизмы регуляции произвольных двигательных действий в условиях стимуляционного воздействия на различные сегменты спинного мозга. В связи с этим, цель исследования заключалась в изучении влияния мультисегментарной электрической стимуляции спинного мозга на кинематические и электромиографические параметры бегового шага, а также на вызванные моторные ответы мышц нижних конечностей.

Методы и организация исследования

В экспериментах принимали участие 8 здоровых мужчин в возрасте 17-25 лет. В первой части эксперименты изучалось влияние 10-ти секундной ритмической электрической стимуляции копчикового сплетения на моторные ответы мышц нижних конечностей. До и после стимуляции регистрировались моторные ответы с мышц левой ноги (*m. rectus femoris*, *m. biceps femoris*, *m. gastrocnemius*, *m. tibialis anterior*), вызываемые одиночным электрическим стимулом на уровне T11-T12 спинного мозга.

Затем испытуемые выполняли бег с максимальной скоростью на пассивном тредбане (Cosmos Saturn, Германия). Эксперимент подразумевал проталкивание дорожки в течении 10 секунд с максимально возможной скоростью держась за поручни беговой дорожки. Каждый испытуемый выполнял экспериментальное движение в 3-х условиях:

1. Проталкивание в течение 10 с без электрической стимуляции
2. Проталкивание в течение 10 с со стимуляцией копчикового сплетения
3. Проталкивание в течение 10 с, во время которых наносилась мультисегментарная электрическая стимуляция на спинной мозг в различные фазы движения.

Между экспериментальными условиями был интервал отдыха, достаточный для полного восстановления. Стимуляционные активные электроды располагались в кожной проекции T11-T12 и L1-L2 позвонков, между остистыми отростками удаленно от средней линии на 5мм. Стимуляционный активный электрод в кожной проекции Co1- Co4 располагался по средней линии. Стимуляция на уровне T11-T12 наносилась во время нахождения ноги на опоре, а во время переноса ноги стимулировали область L1-L2. Индифферентные электроды располагались симметрично на гребнях подвздошных костей.

Чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга осуществлялась с помощью пятиканального стимулятора БиоСтим-5 (ООО Косима, Россия). Стимуляционный активный электрод диаметром 3 см располагался в кожной проекции копчикового сплетения (Co1-Co4). Референтные поверхностные электроды размером 9x5 см находились симметрично на гребнях подвздошных костей. Сила электрической стимуляции подбиралась индивидуально для каждого испытуемого. Параметры стимуляции: импульсы прямоугольной формы, частота следования импульсов составляла - 30Гц, длительность импульсов - 0,5 мс, прямоугольные импульсы заполнялись несущей частотой 10 кГц для предотвращения болевых ощущений.

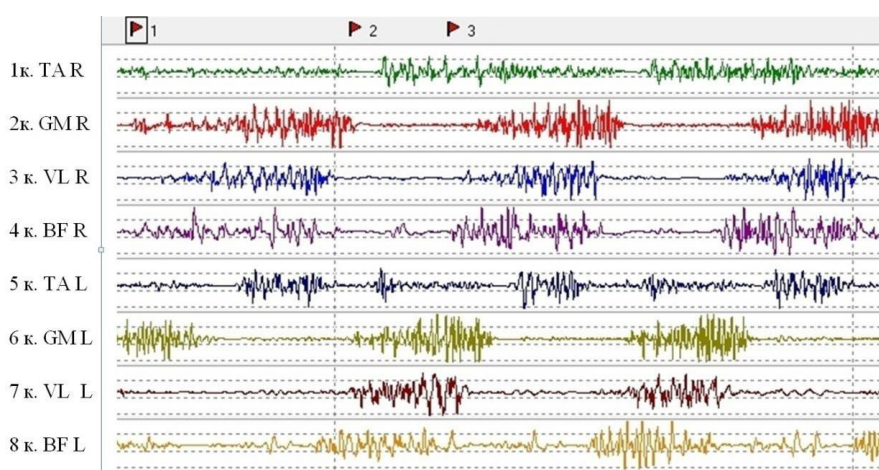


Рисунок 1 - Оригинальные записи ЭМГ. Маркеры(граничные моменты):

1- постановка правой ноги на опору, 2 –отрыв правой ноги от опоры, 3 –наивысшая точка подъема правого колена

Биоэлектрическая активность мышц нижних конечностей (*m. vastus lateralis* (VL), *m. biceps femoris* (BF), *m. gastrocnemius* (GM), *m. tibialis anterior* (TA)), регистрировалась биполярными поверхностными электродами с активной площадью контакта 2,5 см² посредством 16-канального электронейромиографа ME-6000 (Финляндия). Регистрация электромиограмм (ЭМГ) была синхронизирована с системой видеозахвата движений.

Обработку полученных данных проводили в программе «MegaWin». Типичный образец зарегистрированных ЭМГ иллюстрируется на рисунке 1.

Для регистрации кинематических характеристик движений нижних конечностей, использовали систему 3D-видеозахвата движений "Qualisys" (Швеция). Во время бега регистрировались кинематические параметры. Рассчитывали дистанцию, скорость, а также ускорение в 3D-пространстве следующих антропометрических точек правой стороны тела: вертельной, верхнеберцовой, нижеберцовой и конечной.

Для анализа беговое упражнение было разделено на фазу маха – с момента отрыва стопы от опоры до момента достижения коленным суставом наивысшей точки, фазу опускания – от момента достижения коленным суставом наивысшей точки до момента постановки стопы на место опоры и период опоры – с момента постановки ноги на место опоры до момента отрыва ноги от опоры (Рисунок 2).

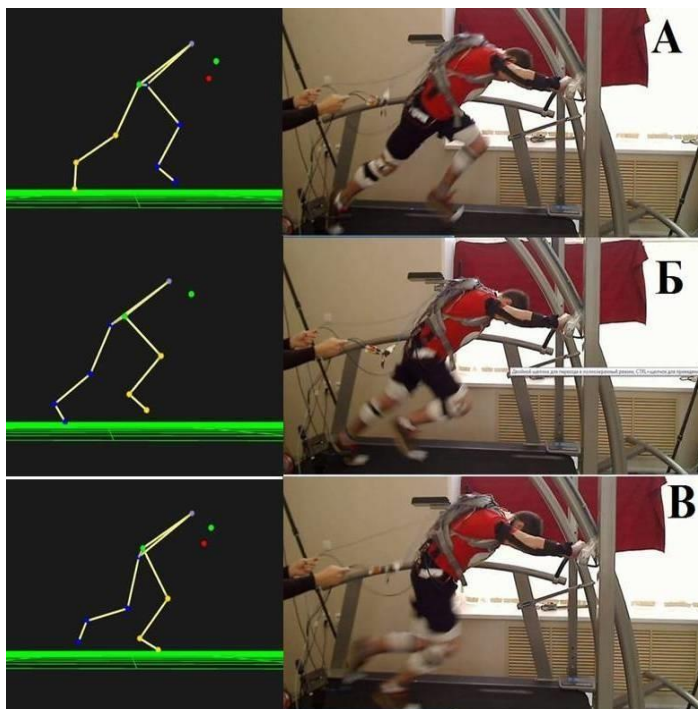


Рисунок 2- А- начало фазы маха; Б - начало фазы опускания; В-начало фазы опоры

Результаты

В начале эксперимента регистрировалась кривая зависимости амплитуды ВМО мышц нижних конечностей от силы однократного электрического стимула (Рисунок 3). Выявлено, что первые ВМО появлялись в дистальных мышцах (*m. gastrocnemius*, *caput mediale*, *m. tibialis anterior*), а затем - в проксимальных (*m. rectus femoris*, *m. biceps femoris*). Это свидетельствует о более высокой возбудимости моторных пулов, иннервирующих дистальные мышцы нижних конечностей.

При изучении ВМО нижних конечностей, вызываемых минимальной по величине силой, установлено, что под влиянием 10 секундной стимуляции амплитуда ВМО *m. rectus femoris* повысилась на 13,78%, а у *m. biceps femoris* снизилась на 5,58%. У мышц голени, проявлялась такая же закономерность. Амплитуда ВМО *m. tibialis anterior* возросла на 5,00%, у *m. gastrocnemius* снизилась на 13,66%.

Амплитуда ВМО мышц разгибателей – *m. rectus femoris* и *m. tibialis anterior*, вызываемая максимальной силой стимула после стимуляции копчикового сплетения, снизилась относительно фонового значения на 0,49% и 2,23% соответственно. Амплитуда *m. biceps femoris* повысилась на 3,50%, у *m. gastrocnemius* данный параметр оставался практически неизменным.

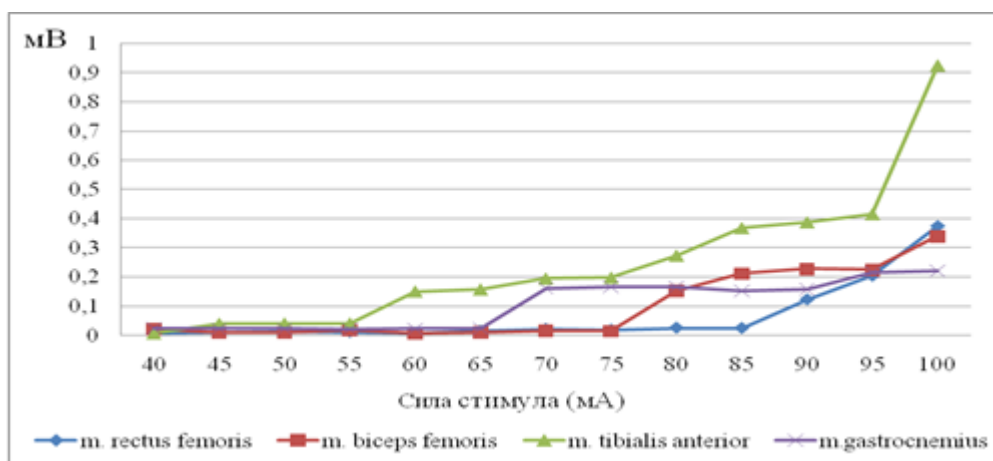


Рисунок 3 - Кривая зависимости амплитуды моторного ответа мышц нижних конечностей от силы стимула наносившегося в область поясничного сплетения (Co1- Co4)

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что 10 секундная электрическая стимуляция копчикового сплетения приводит к повышению возбудимости мышц сгибателей и снижению возбудимости мышц разгибателей нижних конечностей.

Далее была проведена часть исследований по влиянию мультисегментарной электрической стимуляции спинного мозга на кинематические и электромиографические параметры мышц нижних конечностей.

По данным эксперимента было выявлено увеличение пройденного спортсменами пути под воздействием электрической стимуляции копчикового сплетения и мультисегментарной стимуляции спинного мозга на уровнях T11-T12 и L1-L2. При стимуляции копчикового сплетения испытуемые преодолели дистанцию на 0,81 м больше, что в сравнении с бегом без электрического воздействия составляло 2,28% ($p > 0,05$). Под воздействием мультисегментарной стимуляции спинного мозга испытуемые преодолели дистанцию на 0,60 м больше, что на 1,16% больше бега без электрического воздействия ($p > 0,05$).

Во время бега длительность фаз при стимуляции копчикового сплетения и без нее не изменялась, кроме периода опоры. Время нахождения спортсмена в опорной фазе снизилось на 2,38% по отношению к бегу без стимуляции. Ритмическая электрическая стимуляция копчикового сплетения (Co1- Co4) вызывала достоверное увеличение дистанции, пройденной нижеберцовой антропометрической точкой в фазе маха на 7,29% ($p < 0,05$) по сравнению с бегом без стимуляции и некоторое уменьшение дистанции в периоде опоры на 2,39%.

Среднегрупповая длительность фаз бегового шага при мультисегментарной стимуляции спинного мозга увеличивалась на 5,34% кроме фазы маха, где длительность статистически достоверно уменьшилась на 5,99% ($p < 0,05$). Дистанция, пройденная анализируемыми антропометрическими точками, при воздействии мультисегментарной стимуляции спинного мозга во время бегового движения в исследуемых фазах или увеличивалась или оставалась неизменной. Так, в фазе опускания анализируемые антропометрические точки прошли дистанцию в среднем больше на 7,78%, относительно бега без стимуляции.

На фоне ритмической электрической стимуляции копчикового сплетения скорость движения нижеберцовой антропометрической точки в фазе маха несколько увеличилась на 6,75%, в фазе опускания - на 3,47%. Также наблюдалось повышение скорости движения верхнеберцовой антропометрической точки в беге со стимуляцией на 1,99%.

Детальный анализ скорости перемещения антропометрических точек по осям движения при стимуляции копчикового сплетения показал, что достоверный прирост в скорости перемещения нижеберцовой антропометрической точки во время фазы маха наблюдался по

горизонтальной оси и составил 10% ($p < 0,05$). Аналогичные по характеру изменения происходили с параметрами верхнеберцовой антропометрической точки. Более значительные изменения в скорости перемещения исследуемых точек можно наблюдать в течение всей дистанции. Изучая динамику скорости перемещения нижнеберцовой антропометрической точки в фазах маха по всей дистанции выявлено, что при беге с ритмической электрической стимуляцией копчикового сплетения спад скорости был менее выражен.

Под влиянием мультисегментарной стимуляции спинного мозга, наблюдалось статистически достоверное повышение скорости перемещения нижнеберцовой и конечной антропометрических точек в фазе маха на 3,28% ($p < 0,05$) и 4,18% ($p < 0,05$), соответственно.

Ускорение антропометрических точек увеличивалось в разных фазах движения при влиянии мультисегментарной стимуляции на спинной мозг. У верхнеберцовой точки данный показатель повысился в фазе опоры на 9,26%, а в фазе маха на 27,19%. Повышение ускорения у нижнеберцовой антропометрической точки наблюдалось в фазах опоры и маха на 45,63% и 60%, соответственно. На 82,33% ускорение увеличилось у конечной антропометрической точки в фазе маха.

В проведенных исследованиях использование непрерывной электрической стимуляции копчикового сплетения и мультисегментарной стимуляции спинного мозга на фоне выполнения произвольных локомоторных движений сопровождалось повышением ЭМГ-активности скелетных мышц бедра и голени (Рисунок 5).

При воздействии ритмической электрической стимуляции на копчиковое сплетение во время проталкивания дорожки повышалась средняя амплитуда биопотенциалов *m. gastrocnemius* в фазе маха на 21,82%. В фазе опускание средняя амплитуда биопотенциалов *m. tibialis anterior*, *m. biceps femoris* повысилась на 6,48% и 6,77%, соответственно. В опорной части бегового движения под воздействием ритмической электрической стимуляции копчикового сплетения наблюдалось повышение средней амплитуды *m. vastus lateralis* на 3,18%, *m. biceps femoris* на 15,92%, *m. gastrocnemius* на 16,57%.

Под влиянием мультисегментарной стимуляции спинного мозга наносимой в различные фазы движения в фазе маха повысилась средняя амплитуда биопотенциалов *m. tibialis anterior* на 45,08%, в фазе опускание у *m. vastus lateralis* на 2,15%, *m. biceps femoris* на 17,42%, *m. tibialis anterior* на 6,48%. В фазе опоры повысилась амплитуда *m. vastus lateralis* на 59,59%, *m. gastrocnemius* на 77,23%.

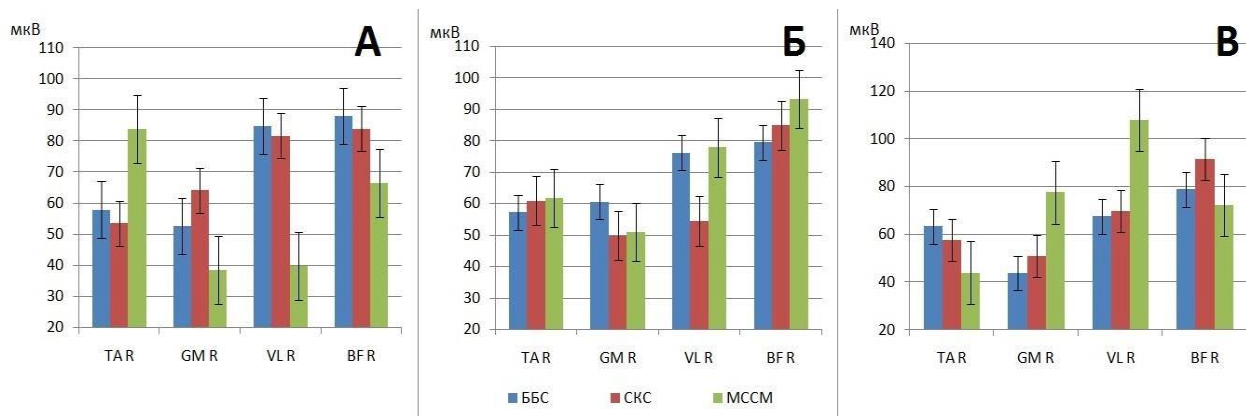


Рисунок 5- Влияние электрической стимуляции на среднюю амплитуду ЭМГ-активности мышц правой ноги (мкВ)

А – мах; Б – опускание; В - опора

ББС - бег без стимуляции; СКС – стимуляция копчикового сплетения; МССМ – мультисегментарная стимуляция спинного мозга

Обсуждение результатов

Длительность бегового шага в двух экспериментальных условиях оставалась неизменной, а дистанция, пройденная антропометрическими точками, увеличивалась. Таким

образом, следует предположить, что беговой шаг при стимуляции спинного мозга выполнялся быстрее относительно фоновых значений.

Повышение скорости выполнения маха во время бега позволило спортсменам осуществлять движение быстрее на протяжении всего экспериментального упражнения. Повышение эффективности маховых действий способствовало увеличению дистанционной скорости бегунов. В фазе маха при воздействии электрической стимуляции в наибольшей степени увеличивалась ЭМГ-активность VL и BF, которые активно участвуют в выносе бедра после периода опоры.

Расстояние, пробегаемое спортсменами, измерялось дистанцией перемещения ленты тредбана, а на нее спортсмен может воздействовать только во время периода опоры. В проталкивании ленты тредбана наиболее активно участвовала BF. Увеличение дистанции, пройденной спортсменами при стимуляции копчикового сплетения, характеризуется увеличением активности BF в период опоры на фоне электрического воздействия на спинной мозг. При воздействии мультисегментарной стимуляции на спинной мозг на фоне бегового движения повышалась активность GM и VL, что способствовало активному проталкиванию ленты тредбана.

Повышение амплитуды электрической активности основных работающих мышц при беге может быть обусловлено увеличением нейрональной активности мотонейронного пула этих мышц под влиянием стимуляции, что приводит к рекрутированию большего количества двигательных единиц исследуемых мышц.

Выводы

Таким образом, в результате экспериментальных исследований выявлено, что 10 секундная электрическая стимуляция копчикового сплетения приводит к повышению возбудимости мышц сгибателей и снижению возбудимости мышц разгибателей нижних конечностей.

При использовании ритмической стимуляции копчикового сплетения и мультисегментарной стимуляции спинного мозга на фоне циклических действий бегуна выявлено повышение скорости перемещения антропометрических точек в фазах маха и опускания, а также повышение амплитуды рабочих мышц.

Электрическая стимуляция спинного мозга позволяет при беге с максимальной скоростью использовать резервные возможности нейрональных цепей спинного мозга. Электрическое воздействие на спинной мозг повышало скорость маховых движений и тем самым увеличивало эффективность бега.

Практическая значимость

Данный методический подход, может быть использован в качестве нетрадиционного средства для совершенствования координационной структуры циклических движений.

Список литературы

1. Гладченко Д.А., Иванов С.М., Мачуева Е.Н., Пухов А.М., Моисеев С.А., Пискунов И.В., Городничев Р.М. Параметры моторных ответов человека при чрескожной электрической и электромагнитной стимуляции различных сегментов спинного мозга // Ульяновский медико-биологический журнал. -2016 - № 2 – С. 132-140.
2. Gabbay H., Delvolve I., Lev-Tov A. Pattern generation in caudallumbar and sacrococcygeal segments of the neonatal rat spinal cord // J Neurophysiol. 2002
3. Cherniak M., Anglister L., Lev-Tov A. Shaping the Output of Lumbar Flexor Motoneurons by Sacral Neuronal Networks // J. Neurosci. 2017. №37(5). С. 1294 –1311.

Сравнительный анализ гоночного компонента технической подготовленности российских и зарубежных лыжников-двоеборцев высокой квалификации

Белёва А.Н. ¹, аспирант, *belyova.anka@yandex.ru*
Попова А.И. ², канд. пед. наук доцент, *annaipopova@yandex.ru*
Ардашев А.Е. ³, канд. мед. наук, доцент, *alear74@mail.ru*

¹ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры», Санкт-Петербург,

^{2,3} ФГБОУ ВО «Чайковский государственный институт физической культуры», Чайковский

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования, которые свидетельствуют о том, что угловые и скоростные кинематические характеристики техники передвижения на лыжах являются важнейшими факторами, обеспечивающими результат соревновательной деятельности лыжника-двоеборца в гоночной части программы. Выявлены статистически значимые различия в технике лыжного хода российских и зарубежных лыжников-двоеборцев высокой квалификации в дисциплине «индивидуальный Гундерсен».

Ключевые слова: лыжное двоеборье, биомеханический анализ, лыжная гонка, длина проката, время цикла, частота движений, скорость передвижения, угловые характеристики.

Введение

Приоритетной целью Концепции подготовки спортивного резерва в Российской Федерации до 2025 является повышение эффективности подготовки спортивного резерва для спортивных сборных команд и конкурентоспособности российского спорта на международной спортивной арене [1]. К сожалению, результаты выступления отечественных лыжников-двоеборцев на международной спортивной арене свидетельствуют об их низкой конкурентоспособности. Так, например, если в прыжковой части дисциплины российские спортсмены обычно попадают в двадцатку лидеров, то в гоночной части дисциплины они, обычно, занимают 40-50 места.

Анализ практического опыта показывает, что в настоящее время в системе спортивной подготовки лыжников-двоеборцев сложился ряд противоречий:

- между возрастающими требованиями спортивной практики к повышению качества формирования технического мастерства спортсменов и отсутствием объективной системы контроля технической подготовленности с использованием информационных систем;

- между необходимостью повышения технической подготовленности (в гоночного компонента) отечественных лыжников-двоеборцев и отсутствием информации об особенностях техники лыжных ходов наиболее успешных спортсменов, которые позволяют им быть лучшими в мире;

- между ожиданиями от применения средств технической подготовки лыжников-двоеборцев и реальными результатами в гоночной части программы соревнований.

Выявленные противоречия определили проблему исследования, суть которой заключается в определении оптимальных параметров техники лыжных ходов в лыжном двоеборье, которые могут быть выявлены в ходе сравнительного анализа гоночного компонента технической подготовленности российских и зарубежных спортсменов высокой квалификации, и средств их достижения.

В связи с этим встает вопрос об уровне гоночной подготовленности российских лыжников-двоеборцев в сравнении с ведущими зарубежными спортсменами, в том числе поиске отличий в их технике передвижения на лыжах, что и предопределило актуальность исследования. Решение данного вопроса является ключевым для совершенствования технической подготовки отечественных двоеборцев.

Исходя из установленной проблемы, определена цель исследования: разработка и апробация методических рекомендаций по совершенствованию гоночного компонента технической подготовки лыжников-двоеборцев высокой квалификации с учётом результатов сравнительного анализа гоночного компонента технической подготовленности российских и зарубежных спортсменов.

Задачи исследования:

1) Изучить теоретические аспекты технической подготовки лыжников-двоеборцев и выделить основные подходы к контролю техники передвижения на лыжах в процессе соревновательной деятельности, обеспечивающие оценку технической подготовленности лыжников-двоеборцев.

2) Выявить кинематические характеристики техники передвижения на лыжах и провести анализ вклада гоночного компонента технической подготовленности в соревновательный результат российских и зарубежных лыжников-двоеборцев.

3) Определить различия в технической подготовленности российских и зарубежных лыжников-двоеборцев высокой квалификации на основе сравнительного анализа техники лыжного хода.

4) Разработать и обосновать методические рекомендации по совершенствованию гоночного компонента технической подготовки лыжников-двоеборцев высокой квалификации.

Методика и организация исследования

В рамках настоящего исследования осуществлялся анализ научно-методической литературы, анализ документальных источников, видеоанализ и расчет биомеханических параметров с применением специализированного программного обеспечения (Kinovea) и методов математической обработки результатов исследования. Экспериментальное исследование проводилось в дисциплине «индивидуальный Гундерсен» (гонка на 15 км) в марте 2019 года на соревнованиях Континентального кубка по лыжному двоеборью (г. Нижний Тагил). В исследовании приняли участие 14 квалифицированных лыжников-двоеборцев (7 российских и 7 зарубежных спортсменов). Достоверность межгрупповых различий определялась по критерию Манна-Уитни.

Результаты

Ниже представлены материалы, полученные в ходе исследования, которые представлены в таблицах 1 – 5.

Анализ вклада гоночного компонента технической подготовленности в соревновательный результат российских и зарубежных лыжников-двоеборцев производился при помощи корреляционного анализа протоколов соревнований по лыжному двоеборью среди мужчин в сезоне 2018/2019.

Таблица 1. Результаты корреляционного анализа протоколов соревнований Континентального Кубка по лыжному двоеборью, сезон 2018/2019 (n=10)

Дата	Трамплин	Гонка	Итоговое место VS Место в прыжке	Итоговое место VS Место в гонке
14.12.2018	Средний	10 км	0,589	0,929
15.12.2018	Средний	10 км	0,608	0,945
19.12.2018	Нормальный	10 км	0,683	0,956
20.12.2018	Нормальный	10 км	0,756	0,902
27.01.2019	Большой	10 км	0,775	0,798
08.02.2019	Нормальный	10 км	0,703	0,825
10.02.2019	Нормальный	10 км	0,763	0,830
08.03.2019 спринт	Нормальный	5 км	0,939	0,555
09.03.2019 масс-старт	Нормальный	10 км	0,786	0,768
10.03.2019	Нормальный	15 км	0,788	0,850

В таблицах 2 – 3 представлены угловые параметры техники лыжного хода зарубежных и российских лыжников-двоеборцев высокой квалификации при передвижении в подъем одновременным двухшажным коньковым ходом (ОДКХ).

Таблица 2. Средние значения в угловых параметрах техники лыжного хода при передвижении ОДКХ зарубежными лыжниками-двоеборцами в гонке на 15 км

Фаза I - отталкивания с выпадом и скольжением (градусы) ($\bar{X} \pm \sigma$)				
Положение углов	1 круг	2 круг	3 круг	4 круг
	n=7	n=7	n=7	n=7
Голеностопный сустав	83±8	83±10	87±12	83±10
Коленный сустав	115±10	116±12	113±15	113±11
Тазобедренный сустав	98±15	95±16	92±23	90±15
Наклон туловища	64±9	63±8	60±9	59±7
Фаза IV- свободного скольжения во 2 шаге (градусы) ($\bar{X} \pm \sigma$)				
Голеностопный сустав	80±9	78±8	75±9	79±8
Коленный сустав	129±11*	133±6	123±10	131±6
Тазобедренный сустав	133±6*	127±5*	131±4	129±5
Наклон туловища	77±9	77±4	76±2	73±4
Примечание: * - различия статистически достоверны (p < 0,05)				

Таблица 3. Средние значения в угловых параметрах техники лыжного хода при передвижении ОДКХ российскими лыжниками-двоеборцами в гонке на 15 км

Фаза I - отталкивания с выпадом и скольжением (градусы) ($\bar{X} \pm \sigma$)				
Положение углов	1 круг	2 круг	3 круг	4 круг
	n=7	n=7	n=6	n=6
Голеностопный сустав	85±4	91±7	86±11	86±6
Коленный сустав	114±12	119±12	116±5	114±7
Тазобедренный сустав	99±14	99±16	93±9	96±18
Наклон туловища	64±9	61±8	60±8	60±8
Фаза IV- свободного скольжения во 2 шаге (градусы) ($\bar{X} \pm \sigma$)				
Голеностопный сустав	81±7	82±10	81±10	80±7
Коленный сустав	140±8*	139±7	134±8	139±8
Тазобедренный сустав	140±7*	138±9*	129±13	130±8
Наклон туловища	81±4	75±9	76±6	69±6
Примечание: * - различия статистически достоверны ($p < 0,05$)				

В таблицах 4 – 5 отражена сравнительная характеристика показателей скорости российских и зарубежных лыжников-двоеборцев при передвижении в подъем ОДКХ.

Таблица 4. Средние значения параметров техники лыжного хода при передвижении ОДКХ зарубежными лыжниками-двоеборцами в гонке на 15 км

Показатели	Зарубежные лыжники-двоеборцы ($\bar{X} \pm \sigma$)			
	1 круг	2 круг	3 круг	4 круг
	n=7	n=7	n=7	n=7
Скорость (м/с)	2,76±0,2*1	2,74±0,13	2,94±0,28*	2,85±0,17
Время цикла (с)	1,19±0,07	1,17±0,07	1,11±0,09*	1,15±0,02
Частота движений (циклов/мин)	51±3	51±3	54±4*	52±1
Длина проката в цикле (м)	3,29±0,31*	3,22±0,33	3,26±0,29	3,29±0,2
Время отталкивания руками (с)	0,57±0,03	0,58±0,04	0,51±0,04*	0,53±0,05
Коэффициент эффективности (%)	0,12±0,01	0,11±0,02	0,12±0,02*	0,12±0,05
Примечание: * - различия статистически достоверны ($p < 0,05$)				

Таблица 5. Средние значения параметров техники лыжного хода при передвижении ОДКХ российскими лыжниками-двоеборцами в гонке на 15 км

Показатели	Российские лыжники-двоеборцы ($\bar{X} \pm \sigma$)			
	1 круг	2 круг	3 круг	4 круг
	n=7	n=7	n=7	n=7
Скорость (м/с)	2,44±0,15*	2,63±0,26	2,39±0,28*	2,78±0,34
Время цикла (с)	1,27±0,09	1,22±0,09	1,27±0,13*	1,15±0,09
Частота движений (циклов/мин)	48±3	50±4	48±5*	53±4
Длина проката в цикле (м)	3,08±0,12*	3,19±0,33	3,01±0,21	3,18±0,38
Время отталкивания руками (с)	0,63±0,09	0,63±0,07	0,65±0,08*	0,61±0,08
Коэффициент эффективности (%)	0,11±0,01	0,10±0,02	0,10±0,01*	0,10±0,02
Примечание: * - различия статистически достоверны ($p < 0,05$)				

Обсуждение результатов

Нами были проанализированы 10 стартов Континентального Кубка в сезоне 2018/2019 года. В результате анализа было установлено, что в большинстве стартов наиболее тесная связь наблюдается между изучаемым признаком место в гонке и признаком итоговое место. Данная зависимость с вероятностью (очень сильная связь - 0,929; 0,945; 0,956; сильная связь – 0,902; 0,825; 0,830; 0,850) является корреляционной линейной, что говорит о большом вкладе лыжной гонки в итоговый результат соревновательной деятельности лыжника-двоеборца.

Различия в технической подготовленности определялись на основе сравнительного анализа техники лыжного хода российских и зарубежных лыжников-двоеборцев. Анализ строился на основе кинематического подхода, учитывающего современные тенденции в технике лыжного хода сильнейших лыжников-двоеборцев мира. К которым специалист СПб НИИФК Н.Б. Новикова отнесла более «острые» положения углов в коленном суставе, большой наклон голени вперед и низкое положением туловища во время выполнения финишного ускорения [3].

Фаза отталкивания с выпадом и скольжением характеризуется отталкиванием ногой, смещением туловища в направлении отталкивания, выносом маховой ноги на опору, скольжением на опорной ноге, отрывом лыжи, маховым выносом рук. При анализе этой фазы (в момент выпада) у спортсменов обеих групп не зарегистрировано статистических достоверных различий.

Достоверные статистические различия наблюдаются в IV фазе свободного скольжения во втором шаге (без отталкивания палками). Угол в коленном суставе на первых 3,75 км у зарубежных лыжников-двоеборцев составлял (129±110) против (140±80) у российских лыжников.

Величина угла наклона в тазобедренном суставе различны на 1 и 2 кругах дистанции. Так более острое положение угла наблюдалось у зарубежных спортсменов (133±60, 127±50), что на 8 – 11 градусов меньше отечественных лыжников-двоеборцев со значениями (140±70, 138±90) соответственно. Российские спортсмены скользили на ноге с более выпрямленным положением, что в последующем затруднило отрыв ноги от опоры и не способствовало качественному продвижению вперед.

Сравнительный анализ скорости передвижения по дистанции установил достоверные статистические различия на первых и третьем кругах дистанции, однако преимущество зарубежных спортсменов наблюдается также на втором и четвертом кругах, это видно на рисунке 1.

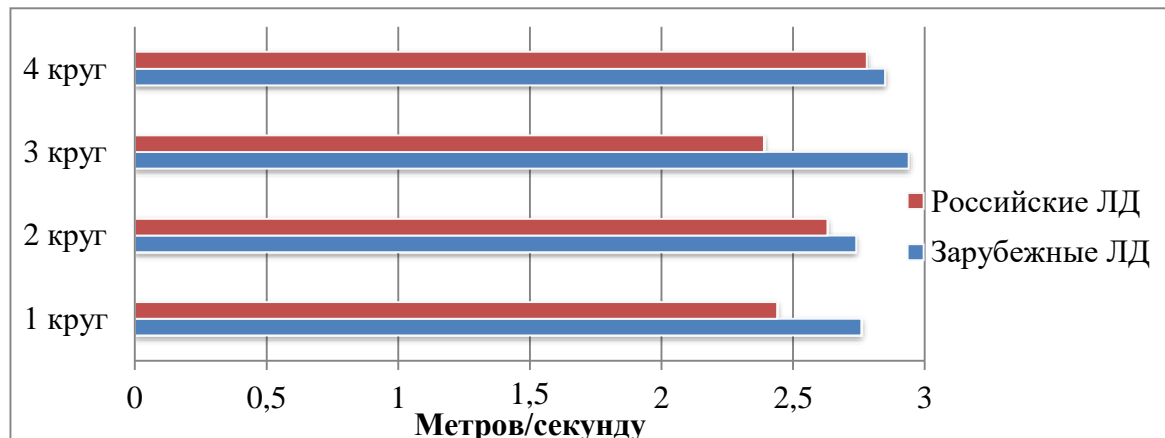


Рисунок 1 - Анализ скорости передвижения российских и зарубежных лыжников-двоеборцев в дисциплине «индивидуальный Гундерсен» 15 км

Как показано на рисунке 1, в среднем российские лыжники-двоеборцы на 4-х кругах дистанции проигрывали на подъеме по 0,32-0,11-0,55-0,07 м/с. В показателе время цикла статистическая достоверность различий наблюдается в середине гонки на 3 круге 15 километровой дистанции, где зарубежные спортсмены в среднем на 0,16 с совершают быстрее один цикл лыжного хода. Длина проката в цикле достоверно различается лишь на первых 3,75 км дистанции. Здесь зарубежные лыжники-двоеборцы совершают прокат на 21 см длиннее при незначительно меньшем времени цикла на 0,08 секунды.

Время и длина цикла значительно повлияли на динамику передвижения в подъем ОДКХ российскими и зарубежными спортсменами. Исследуемый участок подъема имеет протяженность 100 метров. Рассмотрим динамику хода на тех кругах, где были зафиксированы статистические различия в длине и времени цикла, данные представлены на рисунке 2.

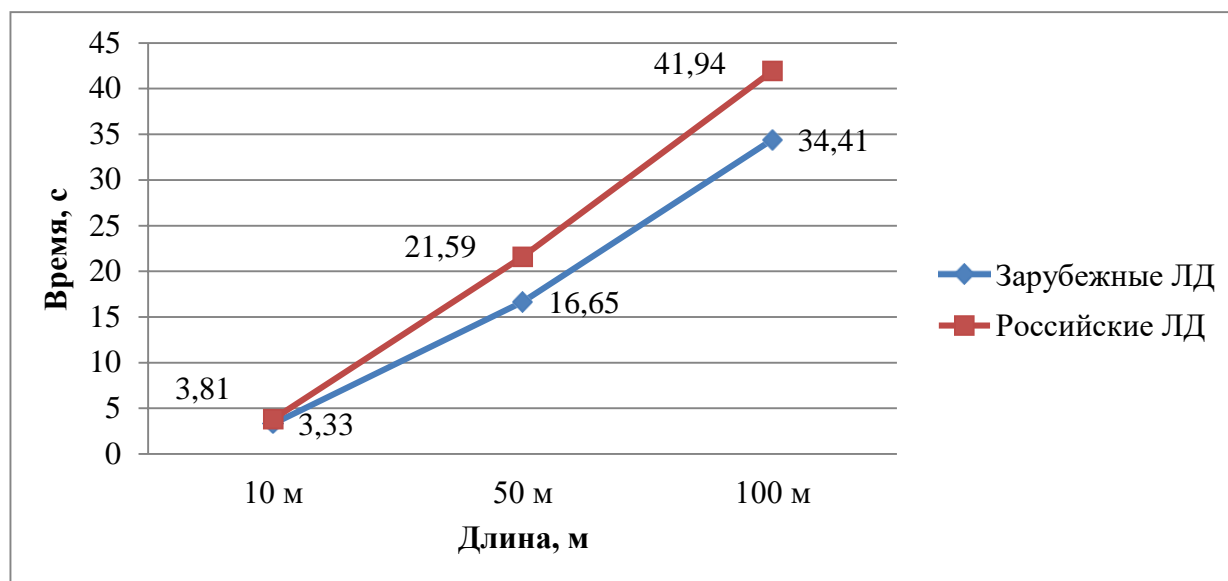


Рисунок 2 - Динамика передвижения российских и зарубежных лыжников-двоеборцев в подъем на 3 круге в дисциплине «индивидуальный Гундерсен» 15 км

На рисунке 2 наглядно отражен проигрыш российских лыжников-двоеборцев зарубежным спортсменам на 100 метровом участке дистанции.

Динамика хода спортсменов поддерживалась также благодаря частоте движений, которая зависела от мощности и скоординированности отталкивания. Частота движений в исследуемых группах на протяжении всей гонки различалась незначительно и составляла от 48 до 54 циклов в минуту. Только лишь на третьем круге, где зарубежные спортсмены значительно прибавили в показателе скорости передвижения, их частота на 6 циклов в минуту превосходила лыжников-двоеборцев из России. У зарубежных спортсменов увеличение скорости происходит как за счет увеличения частоты движений, так и при увеличении длины проката. Это свидетельствует об их лучшей технической и физической подготовленности.

Отталкивание руками в гонке на 15 км также более качественно совершали зарубежные двоеборцы в среднем на 0,06-0,05-0,14-0,08 секунды быстрее представителей сборной России.

Зарубежные лыжники-двоеборцы показывали стабильную эффективность преодоления подъема с показателем на всей дистанции в 0,12 %, это отражено на рисунке 3. Российские лыжники-двоеборцы преодолевали дистанцию с менее эффективной техникой, их показатель в среднем составляет 0,10%.

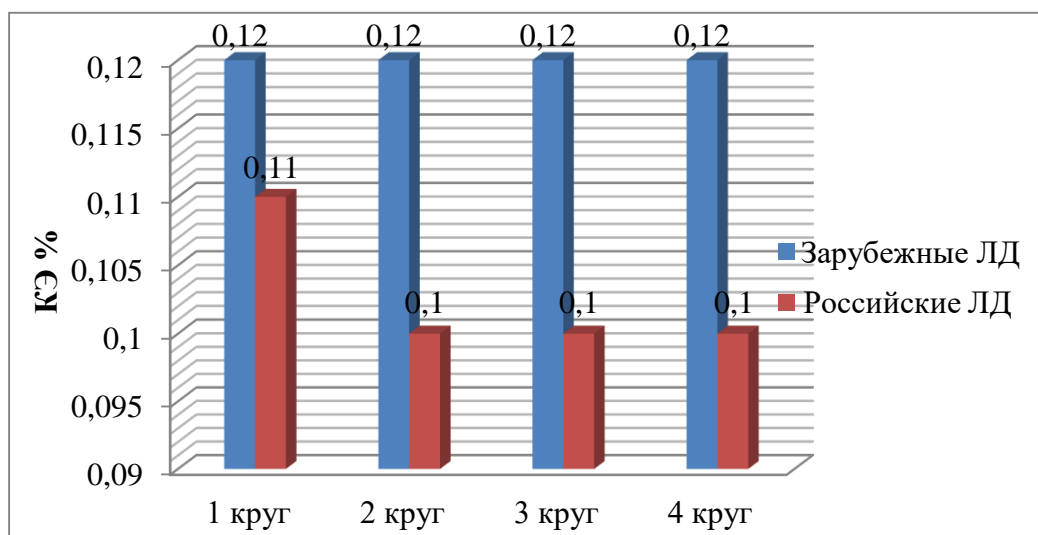


Рисунок 3 - Сравнение коэффициента эффективности техники лыжного хода российских и зарубежных лыжников-двоеборцев в дисциплине «индивидуальный Гундерсен» 15 км

Учитывая протяженность соревновательной дистанции и сравнительный анализ техники лыжного хода можно говорить о том, что зарубежные лыжники-двоеборцы обладают лучшей технической подготовленностью. В связи с этим возник вопрос о разработке методических рекомендаций по совершенствованию гоночного компонента технической подготовки лыжников-двоеборцев высокой квалификации.

При разработке методических рекомендаций по совершенствованию техники коньковых ходов важно учитывать, что любое совершенствование двигательного действия начинается с формирования образа о предлагаемом упражнении с последующим уточнением деталей техники. Поскольку техника лыжного хода в спорте высших достижений непрерывно совершенствуется, при формировании образа необходимо ориентироваться на современные модели техники лыжных ходов, построенные по результатам оценки биомеханической структуры передвижения мировых лидеров [2, 4].

На рисунке 4 представлена схема по совершенствованию гоночного компонента технической подготовки лыжников-двоеборцев высокой квалификации на основе разработанных методических рекомендаций.



Рисунок 4 - Предложения по совершенствованию гоночного компонента технической подготовки лыжников-двоеборцев высокой квалификации на основе разработанных методических рекомендаций

На первом этапе необходимо вновь воссоздать представление спортсмена о технике выполнения движения. Спортсмен должен точно представлять, что от него именно требуется при правильном исполнении технического элемента (лыжного хода). Чтобы изменить неправильные представления о технике, необходимо проводить со спортсменами просмотр кинограмм и видеозаписей лыжного хода спортсменов, выполняющих данный технический элемент правильно. Затем подробно проводить разбор техники, акцентируя внимание на правильном выполнении элементов. При этом, при просмотре видеозаписей и кинограмм желательно выбирать приемы техники лыжников-двоеборцев, сходных по анатомо-физиологическим параметрам спортсменов.

На втором этапе создаются необходимые ощущения у спортсменов, которые они должны чувствовать при техничном выполнении лыжного хода. При выполнении упражнений по совершенствованию техники лыжного хода квалифицированные лыжники-двоеборцы должны проводить самоконтроль ощущений, возникающий в процессе передвижения на лыжах. Самоконтроль включает: ощущение стойки, согласованности работы рук и ног, переноса веса тела с лыжи на лыжу, равномерное распределение веса тела на лыжах, чувствование отталкивания и скольжения на лыже, ощущение легкости движений, ритма и темпа передвижения на различной скорости, слитность и плавность движения.

Не менее важным фактором в подготовке лыжника-двоеборца является наблюдение за техникой лыжного хода со стороны тренера. Наблюдение за спортсменом включает: контроль за положением туловища в момент отталкивания и скольжения, контроль за скольжением на одной лыже, контроль за положением ноги и рук после отталкивания, контроль за слитностью движений.

На основе первого и второго этапа основной уклон в ходе разработки методических рекомендаций мы решили сделать на формирование представлений спортсменов о совершаемых ими движениях ногами, руками и туловищем, так как именно в данных положениях возникают основные технические ошибки в лыжных ходах.

На третьем этапе разрабатываются упражнения по совершенствованию техники лыжного хода. Далее происходит внедрение данных упражнений в тренировочный процесс. Совершенствовать технику лыжного хода квалифицированных лыжников-двоеборцев необходимо при помощи упражнений на равновесие, имитационных упражнений, упражнений силовой направленности, а также при помощи создания усложненных условий.

Выводы

1) Теоретический анализ технической подготовки лыжников-двоеборцев выявил следующее:

– в отечественной научно-методической литературе по вопросам подготовки в лыжном двоеборье практически отсутствует информации о формировании гоночного компонента технической подготовленности, основной уклон сделан лишь на прыжковую подготовку. При этом большую долю средств в технической подготовке лыжников-двоеборцев высокой квалификации составляют упражнения сопряженного воздействия;

– в соревновательной деятельности спортсмены применяют коньковые лыжные ходы, среди которых наиболее распространенными являются одновременный одношажный и одновременный двухшажный коньковый ход;

– российские и зарубежные исследователи выделяют два подхода к изучению техники лыжного хода, среди которых, биомеханический (контроль кинематических, динамических и энергетических характеристик) и педагогический (визуальный контроль ошибок). При этом основными подходами к контролю техники передвижения на лыжах в процессе соревновательной деятельности, обеспечивающими оценку технической подготовленности лыжников-двоеборцев являются биомеханический (кинематический) и педагогический (визуальный);

– наиболее разработанным в практике лыжного спорта является кинематический подход, включающий в себя изучение скорости и ее составляющих, фазы хода и угловые характеристики спортсменов.

2) В качестве критериев оценки техники передвижения на лыжах оптимальными являются следующие кинематические характеристики:

– временные параметры, включающие оценку скорости, составляющих скорости лыжного хода (время цикла, частота движений, длина проката в цикле, время отталкивания) и коэффициент эффективности;

– угловые характеристики в фазе отталкивания с выпадом и скольжением и фазе свободного скольжения во втором шаге при передвижении одновременным двухшажным коньковым ходом.

По результатам анализа основной массы стартов сезона 2018-2019 гг. доминирующее влияние на результат соревновательной деятельности двоеборца оказывает гоночный компонент (ранговый коэффициент корреляции Спирмена в диапазоне 0,825-0,956).

3) Сравнительный анализ техники лыжного хода российских и зарубежных лыжников-двоеборцев высокой квалификации на основе кинематического подхода позволил выявить различия как в технике лыжного хода, так и в показателях ее составляющих, а также в угловых характеристиках звеньев тела при передвижении в подъем:

В дисциплине «индивидуальный Гундерсен» статистические различия между российскими и зарубежными спортсменами в угловых характеристиках наблюдаются в положениях коленного и тазобедренного суставов, а также в скорости передвижения, частоте движений, длине проката в цикле, коэффициенте эффективности, времени цикла и отталкивания руками (по U-критерию Манна-Уитни, при $p \leq 0,05$):

– в фазе свободного скольжения во втором шаге у зарубежных лыжников-двоеборцев угол в коленном суставе составляет 129 градусов, что на 15 градусов меньше, чем у российских лыжников-двоеборцев;

– величина угла тазобедренного сустава зарубежных лыжников-двоеборцев составляет 127-133 градуса, что на 7-11 градусов меньше, чем у российских лыжников-двоеборцев;

– скорость передвижения зарубежных лыжников-двоеборцев составляет 2,76-2,94 м/с, что на 0,32-0,55 м/с быстрее, чем у российских лыжников-двоеборцев;

– время цикла зарубежных лыжников-двоеборцев составляет 1,11 с, что на 0,16 с короче, чем у российских лыжников-двоеборцев;

- частота движений зарубежных лыжников-двоеборцев составляет 54 цикла/мин, что на 6 циклов больше, чем у российских лыжников-двоеборцев;
- длина проката зарубежных лыжников-двоеборцев составляет 3,29 м, что на 0,21 м больше, чем у российских лыжников-двоеборцев;
- время отталкивания руками зарубежных лыжников-двоеборцев составляет 0,51 с, что на 0,14 с короче, чем у российских лыжников-двоеборцев;
- коэффициент эффективности зарубежных лыжников-двоеборцев составляет 0,12 %, что на 0,02 % выше, чем у российских лыжников-двоеборцев.

4) На основании проведенного исследования были разработаны методические рекомендации по совершенствованию гоночной технической подготовки лыжников-двоеборцев высокой квалификации, которые могут быть использованы в тренировочном процессе лыжников-двоеборцев. Рекомендации предусматривают реализацию трех последовательных этапов:

- создание представления о правильном выполнении движения (включает рекомендации о необходимости просмотра видеозаписей тренировок или соревнований, детального разбора техники всех спортсменов),
- определение необходимых ощущений правильного выполнения лыжного хода (формирование специфических ощущений),
- разработка и внедрение в тренировочный процесс упражнения по совершенствованию техники лыжного хода (упражнений на равновесие, имитационных упражнений, упражнений силовой направленности, упражнений в усложненных условиях).

Данный процесс реализуется с учетом результатов систематического контроля кинематических (временных и угловых) характеристик и визуальных показателей (ошибок), учитывающих технику лыжного хода ведущих в мире лыжников-двоеборцев.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке ректора ФГБОУ ВО «Чайковский государственный институт физической культуры» Ф.Х. Зекрина.

Список литературы

1. Приказ Министерства России от 24.10.2012 № 32 «О методических рекомендациях по организации спортивной подготовки в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://dokipedia.ru/document/> (дата обращения 28.10.2020).
2. Новикова Н.Б. Особенности техники коньковых ходов лыжников-двоеборцев // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в зимних видах спорта». – СПб.: ФГУ СПбНИИФК, 2012. - С. 74-78.
3. Новикова Н.Б. Сравнительный анализ техники одновременного двухшажного конькового хода сильнейших лыжников-двоеборцев России и мира // Спорт и спортивная медицина: Материалы международной научно-практической конференции (09-11.04.2020, Чайковский); под общ.ред. Т.В.Фендель. – Чайковский: ЧГИФК, 2020. – С.309-315.
4. Совершенствование модельных характеристик спортсменов сборных команд страны в различных видах спорта: методические рекомендации / А. А. Баряев [и др.]; под ред. д-ра тех.наук, профессора К.Г. Короткова.-СПб: ФГБУ СПбНИИФК, 2014.-139 с.

Биохимические показатели состава крови спортсменов ориентировщиков при прохождении стандартной дистанции по пересеченной местности

Бирюкова Е. А., канд. биол. наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, *biotema@rambler.ru*

Хусаинов Д.Р., канд. биол. наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, *gangliu@yandex.ru*

Мишин Н.П., старший преподаватель кафедры медико-биологических основ физической культуры, *nerpa@list.ru*

Юкало Е.В., магистр 2 года обучения факультета биологии и химии, *evgeniy_yukali@mail.ru*

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Россия, г. Симферополь

Аннотация. Изучены показатели крови у спортсменов-ориентировщиков при прохождении стандартной дистанции по спортивному ориентированию в заданном направлении по пересеченной местности. Показано, что после прохождения дистанции у всех спортсменов достоверно изменялись концентрации стандартного (BE-esf) и истинного (BE-b) избытка оснований, смещаясь в сторону отрицательных значений. Катионно-анионная разница (с учетом калия) значимо увеличивалась, также достоверно возрастала концентрация лактата и креатинина.

Ключевые слова: спортсмены-ориентировщики, биохимия крови, избыток оснований, катионно-анионная разница.

Введение

На сегодняшний день, спортивное ориентирование бегом является одним из наиболее массовых и зрелищных неолимпийских видов спорта, охватывающих самую широкую возрастную аудиторию спортсменов из более чем 80 стран Мира. Однако, как и для других видов спорта, нерешенной проблемой в ориентировании остается качественный подбор наиболее эффективных тренировочных для молодых спортсменов-ориентировщиков с учетом особенностей их онтогенеза, индивидуальных психологических и физиологических характеристик [Khimenes K. et al, 2016]. Поэтому крайне актуальной является разработка системы управления спортивной подготовкой спортсмена-ориентировщика, включающей в себя не только совершенствование технико-тактических навыков, но и развитие его физиологических возможностей выступать в сложных соревновательных условиях. Первым этапом такой работы должно стать выявление маркеров соревновательной готовности, разработка универсальных систем диагностики ключевых показателей с целью ее последующего применения спортивными тренерами для повышения эффективности управления учебно-тренировочным процессом.

По мнению ряда авторов среди систем, маркирующих адаптационные возможности целостного организма ведущую роль отводят системе крови, в частности, изменению лактатного порога, креатина, и других. [Weyand P. G., Bundle M. W., 2005; Тюпаев И.М. и др., 2010]. Некоторые авторы указывают на необходимость контроля показателей кислотно-основного взаимодействия, буферной емкости крови. Однако, все исследования с участием таких спортсменов проводятся в основном в лабораторных условиях, когда как изменение

биохимического состава крови во время прохождения реальной дистанции на пересеченной местности у спортсменов-ориентировщиков практически не проводилось. По нашему мнению, оценка биохимического состава крови при таком типе соревновательной нагрузки будет иметь большое прогностическое значение в качестве индикатора функционального состояния и соревновательной готовности организма профессиональных спортсменов.

В связи с этим, **целью** настоящего исследования явилась оценка биохимических показателей профессиональных спортсменов-ориентировщиков во время прохождения стандартной дистанции в заданном направлении по пересечённой местности.

Методика и организация исследования

Под наблюдением находились 8 спортсменах ориентировщиках (4 мастера и 4 кандидата в мастера спорта по спортивному ориентированию бегом).

Забор крови у спортсменов осуществляли в состоянии относительного покоя перед началом исследования с подушечки пальца с помощью специализированного капилляра Ерос (производство Erosal Inc. Ottawa, Canada), а также сразу после завершения стандартной (укороченной) дистанции по пересеченной местности (урочище «Малиновый ручей», с. Перевальное (Республика Крым). Параметры дистанции: 4,7 км, 16 контрольных пунктов, общий набор высоты – 225 м, средняя скорость прохождения дистанции $9,09 \pm 1,02$ м/с, среднее время прохождения дистанции в группе спортсменов $43,02 \pm 0,06$ мин., время лидера 38,13 мин.

Регистрация биохимических показателей крови осуществлялась использованием системы анализа крови Eros reader и Eros host (производство Erosal Inc.. Ottawa, Canada), для этого, образец не позднее чем, через 30 секунд после забора, вводили в специальную тест карту. Рассчитывались следующие показатели крови спортсменов: расписать все показатели.

Цифровой материал обрабатывался на персональном компьютере с использованием пакета программ STATISTICA 10.0. Проверка соответствия статистических данных закону нормального распределения проводилась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Далее вычисляли среднее значение исследуемых величин и ошибку среднего арифметического.

Статистически значимые различия определялись с помощью W-критерия Вилкоксона, значимые различия считались при $p < 0,05$. Исследование выполнено на базе центра коллективного пользования «Экспериментальная физиология и биофизика» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского» (КФУ) в рамках поддержанного КФУ гранта № АААА-А20-120012090164-8 при информированном согласии родителей юных ориентировщиков.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что после прохождения спортсменами-ориентировщиками стандартной дистанции (4,7 км) по пересеченной местности парциальное давление углекислого газа в крови спортсменов снижалось от $41,3 \pm 0,8$ ммНг в состоянии покоя (фон) до $37,2 \pm 1,8$ ммНг при $p \leq 0,01$, а кислорода увеличивалось от $71,7 \pm 2,5$ до $82,1 \pm 2,2$ ммНг при $p \leq 0,05$ (рис. 1).

При оценке показателей кислотно-щелочного баланса нами зарегистрировано, что после прохождения спортсменами ориентировщиками стандартной дистанции по пересеченной местности в их крови выражено смещались в отрицательную сторону стандартный (BE-esf) и истинный (BE-b) избыток (дефицит) оснований. Указанные изменения продемонстрированы на рисунке 2: BE-esf смещался от $0,1 \pm 0,5$ до $-6,1 \pm 1,7$ мМ ($p \leq 0,01$), а BE-b – $0,01 \pm 0,5$ до $-5,2 \pm 1,5$ мМ ($p \leq 0,01$) (рис. 2).

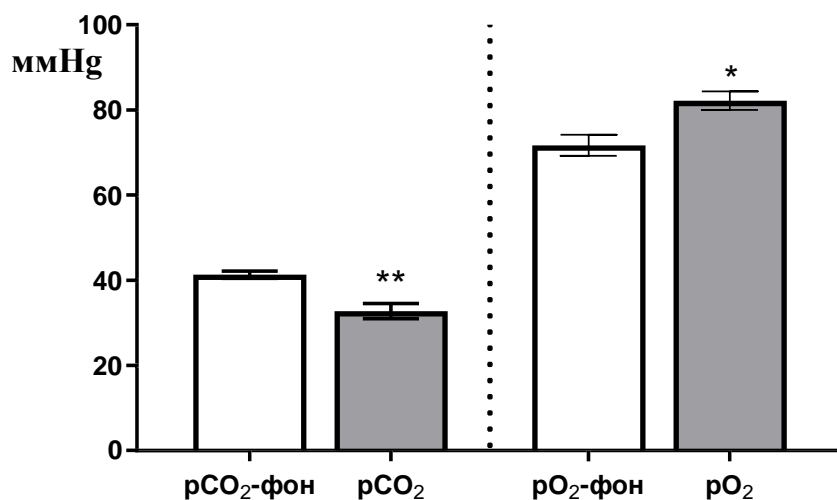


Рисунок 1 - Изменение парциального давления углекислого газа и кислорода в крови спортсменов-ориентировщиков после прохождения стандартной дистанции по пересеченной местности

Примечания: * – достоверные отличия от фоновых показателей при $p \leq 0,05$, ** – достоверные отличия от фоновых показателей при $p \leq 0,01$.

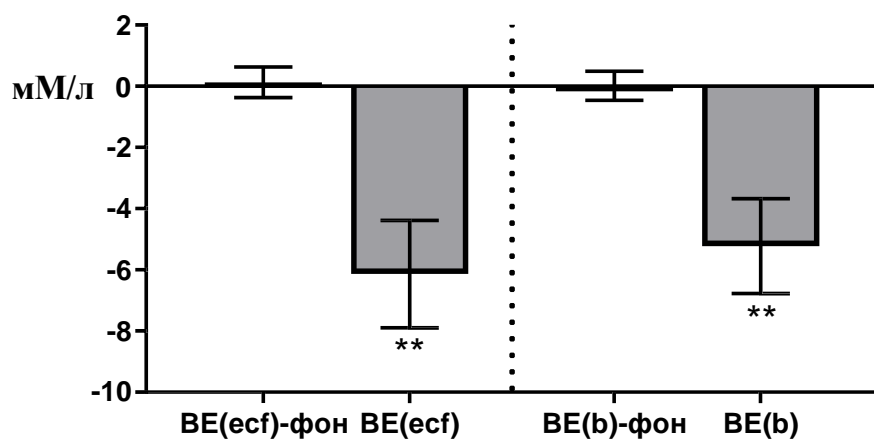


Рисунок 2 - Изменение стандартного (VE-ecf) и истинного (VE-b) избытка (дефицита) оснований в крови спортсменов ориентировщиков после прохождения стандартной дистанции по пересеченной местности

Примечания: * – достоверные отличия от фоновых показателей при $p \leq 0,05$, ** – достоверные отличия от фоновых показателей при $p \leq 0,01$.

Интересным и важнейшим фактом является то, что, не смотря на описанные изменения показателей крови спортсменов, значение pH осталось стабильным и фоновые показатели не отличались от нагрузочных.

Достоверно изменялись такие показатели, как содержание креатинина, так и лактата в крови спортсменов после прохождения стандартной дистанции по пересеченной местности (рис. 3). Содержание креатинина возросло от $69,8 \pm 4,3$ до $96,1 \pm 6,7$ г\дл ($p \leq 0,05$), лактата от $2,3 \pm 0,3$ до $8 \pm 1,4$ mM ($p \leq 0,01$).

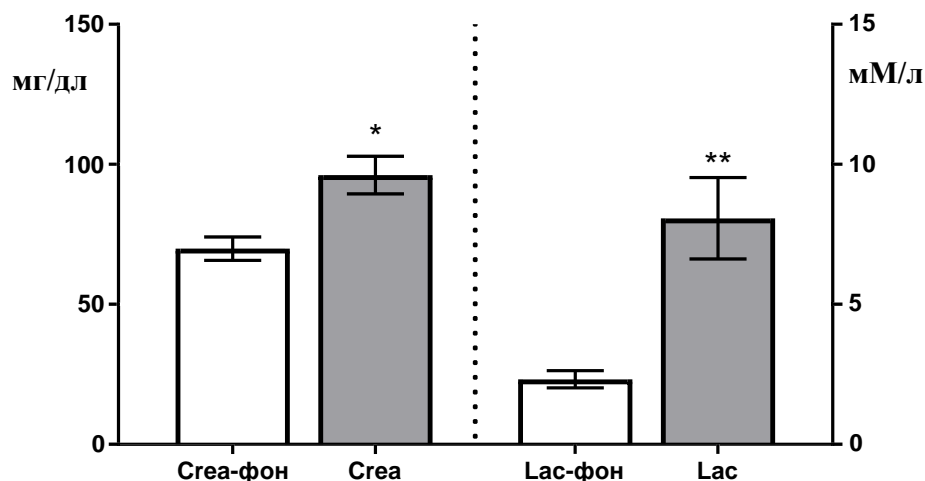


Рисунок 3 - Изменение содержания креатинина (Crea) и лактата (Lac) в крови спортсменов ориентировщиков после прохождения стандартной дистанции по пересеченной местности

Примечания: * – достоверные отличия от фоновых показателей при $p \leq 0,05$, ** – достоверные отличия от фоновых показателей при $p \leq 0,01$.

Выводы

Следует сказать, что все описанные фоновые показатели крови спортсменов находились в пределах нормы. Показатели прямого измерения: парциальное давление газов, содержания креатинина и лактата отклонялись в диапазоне допустимом при физических нагрузках. Это важный факт, указывающий на отсутствие патологий и гиперреакции в системе крови участников настоящего исследования.

Для расчетных значений настоящего исследования: избытка оснований $BE_{-}ecf$ и $BE_{-}b$, диапазон отклонений, чаще указывается достаточно небольшой от +2,4 до -2,4 мМ, но допускается отклонение в пределах от +3 до -5 мМ, в редких случаях -6 мМ. При физических нагрузках это отклонение может быть значительно большим, как компенсаторный ответ на дыхательный и лактатный ацидоз. В нашем исследовании изменение $BE_{-}ecf$ и $BE_{-}b$ находилось в пограничной зоне допустимых отклонений. Мы связываем это с тем, что парциальное давление углекислого газа не возрастало, а, даже, снижалось. Следовательно, классического дыхательного ацидоза, возникающего в результате гипервентиляции легких, не наблюдалось, а закисление крови происходило только по лактатному механизму. Значит не возникает необходимости в существенном компенсаторном алкалозе и значения $BE_{-}ecf$ и $BE_{-}b$ крови спортсменов ориентировщиков отклоняются не так существенно, как это описано в литературе для других видов спорта.

В целом, обнаруженные изменения не противоречат литературным данным и согласуются с результатами новейших исследований других авторов. Закономерным является увеличение содержания (концентрации) в крови спортсменов креатинина и лактата после физических нагрузок, такие изменения можно назвать классической реакцией организма на физические нагрузки. Сохранение показателя рН крови на уровне нормы и фона свидетельствуют о сбалансированности буферной системы крови, а значит целого комплекса физиологических регуляторных механизмов. Считаем, что как показатель рН, так и расчетные показатели $BE_{-}ecf$ и $BE_{-}b$ крови спортсменов ориентировщиков могут служить объективными критериями уровня подготовленности спортсменов ориентировщиков. Предварительно, по результатам настоящего исследования, у хорошо подготовленного спортсмена

ориентировщика сразу после прохождения стандартной дистанции на пересеченной местности рН должен остаться на уровне фона; значения показателей VE-cf и VE-b – на границе допустимых отклонений.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках поддержанного ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» гранта № АААА-А20-120012090164-8

Список литературы

1. Improvement of sportsmen physical fitness during previous basic training (based on sport orienteering material) / Khimenes K., Lynets M., Briskin Y, Pityn M.I, Galan Y.// Journal of Physical Education and Sport (JPES), 16(2), Art 61, pp. 392 - 396, 2016.
2. Тюпаев И.М. Концентрация глюкозы и лактата в крови спортсменов различных специализаций / И.М. Тюпаев, Л.Т. Кошкарев, А.А. Челноков // Теория и практика физической культуры. – 2010. - №6. – С. 54-56.
3. Weyand, P. G. Energetics of high-speed running: integrating classical theory and contemporary observations / P. G. Weyand, M. W. Bundle // Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol. – 2005. – V. 288, № 4. – P. 956–965.

Определение подходов к оценке индивидуальной успешности занимающихся в системе подготовки спортивного резерва

Бирюкова К.А.¹, birjukova@kfis.gov.spb.ru

Филиппов С.С., доктор пед. наук, профессор, fill_ss2014@mail.ru

Филиппова С.О.², доктор пед. наук, профессор, filiso@mail.ru

¹ Комитет по физической культуре и спорту, Санкт-Петербург

² ГБУ СШ Красногвардейского р-на, Санкт-Петербург

Аннотация. В статье обсуждаются возможности совершенствования процесса подготовки спортивного резерва. Рассматривается проблема оценки успешности спортивной деятельности занимающихся, а также необходимость учета его спортивных достижений. Предлагаются основные положения, на которых должна строиться оценка индивидуальной успешности спортсменов.

Ключевые слова: спортивный резерв, успешность спортивной деятельности, накопительная оценка, соревновательная деятельность.

Введение

Проблема подготовки спортивного резерва сегодня исключительно актуальна в связи с трансформацией системы детско-юношеского спорта. Именно поэтому данная проблема часто является предметом исследования многих ученых. В работе В.Н. Баранова и Б.Н. Шустина показано, что в России самое значительное число диссертаций по специальности 13.00.04 – теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры посвящено подготовке спортсменов высокой квалификации и спортивного резерва [1].

В то же время, столь высокий уровень заинтересованности в создании совершенной системы, позволяющей выявлять спортивно одаренных детей и обеспечивать им условия для достижения спортивного мастерства, пока не дал желаемых результатов. Безусловно, огромным шагом на пути к этой цели стало введение федеральных стандартов спортивной подготовки.

И сегодня многие исследователи, анализируя эффективность деятельности спортивных школ, строят прогнозы о возможных эффектах введения федеральных стандартов спортивной подготовки.

Предыдущие исследования. В наших предыдущих исследованиях было показано, что в Санкт-Петербурге в 2015 году был проведен мониторинг выполнения занимающимися спортивных школ требований федеральных стандартов спортивной подготовки. По результатам тестирования только 47 % спортсменов смогли выполнить нормативы, предусмотренные федеральными стандартами спортивной подготовки по видам спорта в полном объеме.

Выходом из сложившейся ситуации явилось внедрение новой системы подготовки спортивного резерва, предусматривающей реализацию не только программ спортивной подготовки в соответствии с федеральными стандартами, но и программ предспортивной подготовки в соответствии с базовыми требованиями, утвержденными Комитетом по физической культуре и спорту Санкт-Петербурга, проводимое в рамках экспериментальной деятельности [6].

Дальнейшее изучение названной проблемы выявило необходимость осуществления дифференцированного подхода к условиям реализации требований программ спортивной подготовки по видам спорта, а также учет индивидуальных особенностей занимающихся.

Следует отметить, что проблема индивидуализации подготовки спортивного резерва вообще, и эффективность использования нормативных требований для выявления спортивного таланта, в частности, подробно рассмотрена Международным олимпийским комитетом (МОК), которым были разработаны рекомендации для содействия управлению подготовкой юных спортсменов. В этом документе МОК обращает внимание на то, что оценка задатков и способностей юного спортсмена субъективна и ограничена. Это связано с индивидуальностью развития способностей и обусловлено его физическим, физиологическим и социальным становлением. Таким образом, на начальных этапах подготовки довольно сложно дать оценку спортивным перспективам ребенка [5].

На актуальность решения проблемы корректной оценки успешности юных спортсменов указывает и ряд отечественных авторов. Волхов Ю.В. указывает на необходимость дифференцированного подхода для большинства занимающихся спортом и для отдельных одаренных спортсменов, способных достичь высоких спортивных результатов [2]. В.В. Стародубов, В.В. Химаков, Е.А. Федорович отмечают тот факт, что в ряде случаев наблюдается противоречие в росте требований к юным спортсменам, обусловленном необходимостью в повышении результатов, с одной стороны, и их неготовностью к выполнению этих требований, с другой стороны, в силу ограниченности, как физических, так и психологических ресурсов [7]. Е.О. Миненко, В.В.Вдовина убеждены в том, что организация отбора и перевода юных спортсменов с этапа на этап требует актуализации содержания федеральных стандартов спортивной подготовки [3].

Н.Н. Нещерет, О.А. Кононенко приводят в своей работе результаты исследований, свидетельствующих об опасности формального отношения к оценке спортивных способностей детей только на основе сдачи нормативов. В этой ситуации ретардантам может грозить отчисление из спортивной школы. В то же время, как указывают авторы, анализ результатов Олимпийских игр (1952-1996 гг.) свидетельствует о том, что «40% олимпийцев, показавших наилучшие результаты, приступили к занятиям спортом в возрасте 14-15 лет» [4].

Темой нашего исследования было определение подходов к оценке индивидуальной успешности занимающихся в системе подготовки спортивного резерва.

Методы и организация исследования

В качестве основных методов исследования были использованы: анализ документов, анализ научной и методической литературы, мониторинг результатов сдачи контрольно-переводных нормативов, педагогическое наблюдение, теоретическое моделирование.

Исследование проводилось с января 2020 года по октябрь 2020 года. В нем приняли участие сотрудники 56 учреждений спортивной направленности Санкт-Петербурга.

Результаты

На первом этапе были определены общие проблемы существующей системы оценки успешности юных спортсменов:

- Результаты тестирования общей физической подготовки не имеют высокой степени корреляции со спортивным результатом, который является интегральным показателем успешности спортсмена.
- На результаты тестирования общей физической подготовки (особенно на начальном этапе подготовки) значительное влияние оказывает ряд факторов, в первую очередь, тип конституции занимающихся.

- Не учитывается тот факт, что физические качества, имеющие недостаточный уровень развития, могут быть компенсированы в спортивном результате высоким уровнем развития других качеств у занимающихся.

- Одарённый ребёнок, как правило, не вписывается в общую схему.
- Дети-ретарданты рискуют быть отчисленными на ранних этапах спортивной подготовки, что может привести к потере способных спортсменов.

На втором этапе выявлялись основные проблемы использования результатов контрольно-переводных нормативов, обозначенных в федеральных стандартах спортивной подготовки (ФССП) в оценке успешности спортивной деятельности занимающихся. Были выявлены следующие проблемы:

- в ФССП некоторых видов спорта отсутствует стандартизация отдельных тестов, что позволяет организаторам влиять на конечный результат тестирования (например, профиль трассы в лыжных гонках);

- В ФССП некоторых видов спорта заявлены тесты, не соответствующие уровню физической подготовленности занимающихся (например, в боксе – 3000 м для поступающих на НП-1 (10 лет) менее 15 мин., что является нормой ГТО для 15 летних подростков, кроме этого, проверяется общая, а не специальная выносливость);

- В ФССП некоторых видов спорта заявлены тесты, не отвечающие модельным характеристикам вида спорта (например, в биатлоне при поступлении ребенок должен обязательно выполнить тест на гибкость, хотя в модельных характеристиках указано, что это качество не оказывает значительного влияния на результат);

- В ФССП некоторых видов спорта заявлено большое количество нормативов, что требует значительных усилий по организации их принятия (например, в фехтовании – 12). При этом, результаты части из них коррелируют между собой.

На третьем этапе разрабатывалась модель оценки индивидуальной успешности занимающегося, она строилась на следующих основных положениях:

- Результат выполнения теста, соответствующий требованиям ФССП, оценивается в 10 баллов.

- Результат выполнения теста, превышающий требования ФССП, оценивается большим количеством баллов.

- Результат выполнения теста, не достигающий показателя, определенного требованиями ФССП, оценивается меньшим количеством баллов.

- Увеличение или уменьшение баллов рассчитывается с учетом прогрессии (чем лучше результат – тем меньше должен быть прирост для получения дополнительного балла).

- Максимальное количество баллов, полученное за тест, не может превышать 15.

- Результаты равные 15 баллам рассчитываются с учетом требований следующего этапа подготовки.

- На промежуточных этапах (не конкретизированных в ФССП) в видах спорта, где заявлено большое количество однотипных или дублирующих тестов, их число может быть сокращено. При выборе тестов необходимо опираться на модельные характеристики видов спорта.

- Для каждого промежуточного этапа подготовки в тренировочных группах следует определить уровень спортивных достижений, определяемых спортивным разрядом или победами на соревнованиях, при которых занимающийся освобождается от сдачи контрольных нормативов при переводе на следующий этап подготовки.

- В технической подготовке необходимо определить лишь примерные нормативы с предоставлением учреждению права замены упражнений в зависимости от условий организации тренировочного процесса.

- В группах начальной подготовки требования учета спортивного результата должно вводиться при достижении занимающимися возраста, когда возможно присуждение юношеского разряда.

Следует отметить, что проведенное исследование выявило значительные сложности в попытках объединения различных видов спорта для создания групповых моделей. При разработке методического обеспечения оказалось возможна лишь частичная унификация подходов к оценке успешности занимающихся в спортивной деятельности.

Выводы

Работа по определению подходов к оценке индивидуальной успешности занимающихся позволила обозначить перспективы совершенствования системы подготовки спортивного резерва, а именно:

1. Включение спортивного результата в тестирование будет способствовать выполнению учреждениями спортивного профиля показателей соревновательной деятельности как обязательного требования Федерального стандарта спортивной подготовки.

2. Дифференцирование при определении уровня выполнения каждого из тестов поможет в создании индивидуального профиля спортсмена, в соответствии с которым можно будет оценить его ведущие и отстающие качества и, соответственно, персонифицировать тренировочный процесс.

Список литературы

1. Баранов В.Н., Шустин Б.Н. Анализ диссертаций в области спорта высших достижений и подготовки спортивного резерва // Вестник спортивной науки. - 2019. - № 1. - С. 4-9.

2. Волхов Ю.В. Модернизация системы подготовки спортивного резерва // Педагогическое регионоведение. - 2018. - № 4 (16). - С. 79-82.

3. Миненко Е.О., Вдовина В.В. Современные проблемы подготовки спортивного резерва // Современные проблемы физической культуры и спорта: матер. науч.-практ. конф. - Хабаровск: Изд-во ДГАФК, 2019. - С. 169-173.

4. Нещерет Н.Н., Кононенко О.А. Система подготовки спортивного резерва: состояние и приоритетные направления развития // Инновационные преобразования в сфере физической культуры, спорта и туризма: матер. науч.-практ. конф. - Ростов-на-Дону: Изд-во РИНХ, 2018. - С. 425-429.

5. Подготовка спортивного резерва: рекомендации международного олимпийского комитета / Майкл Ф.Б., Марго М., Нейл А. и др. // Прикладная спортивная наука. - 2017. - № 1 (5). С. 22-140.

6. Сопряжение содержания требований федеральных стандартов спортивной подготовки по видам спорта и базовых требований предспортивной подготовки в спортивных школах Санкт-Петербурга / Т.Г. Григорьева, К.А. Бирюкова, С.С. Филиппов, Г.Г. Семенихина // Роль экспериментальной и инновационной деятельности в развитии системы подготовки спортивного резерва: матер. науч.-практ. конф. - 2019. - С. 70-76.

7. Стародубов В.В., Химаков В.В., Федорович Е.А. Современные проблемы подготовки спортивного резерва // Инновации и традиции в современном физкультурном образовании: сб. трудов науч.-практ. конф. – Москва: Изд-во МПГУ, 2017. - С. 372-376.

Изменение показателей внимания в сенсомоторных тестах у спортсменов-ориентировщиков при решении сложных двигательно-когнитивных задач

Бирюкова Е. А., канд. биол. наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, *biotema@rambler.ru*

Ярмолюк Н. С., канд. биол. наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры, *nat_yarm@mail.ru*

Нагаева Е. И., канд. биол. наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры, *enagaeva75@mail.ru*

Касьянова Е. О., магистр 2 года обучения факультета биологии и химии, *k.ksnva@gmail.com*

Асанова А. Р., магистр 1 года обучения факультета биологии и химии, *asanovaadjire@gmail.com*

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Россия, г. Симферополь

Аннотация. Изучены изменения скорости, латентного периода сенсомоторной реакции, объема и устойчивости внимания, характеристик силы и подвижности нервных процессов в сенсомоторных тестах у высококвалифицированных спортсменов-ориентировщиков при решении сложных двигательно-координационных задач по биоуправлению виртуальным объектом с помощью стабилметрической платформы ST-150. Показано, что решение сложных двигательно-когнитивных задач на стабилметрической платформе на этапе переходного периода в тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменов-ориентировщиков оказывает направленное влияние на их когнитивные функции, выраженное в увеличении общего уровня активации нервной системы, изменении силы, подвижности нервных процессов, увеличении объема, избирательности и переключаемости внимания, повышении работоспособности и снижении утомления в ответ на данное корригирующее воздействие. Полученные в настоящем исследовании данные можно использовать в тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменов-ориентировщиков, а БОС по опорной реакции рекомендовать в качестве средства внутренировочного средства повышения эффективности спортивной деятельности.

Ключевые слова: *стабилометрия, психофизиологическое тестирование, тренинг с биоуправлением.*

Введение

Известно, что основной проблемой этапа максимальной реализации индивидуальных возможностей спортсменов, является увеличение объема тренировочной работы, что не всегда благоприятно в аспекте сохранения функциональных резервов организма. В связи с этим, для высококвалифицированных спортсменов актуальным является поиск и использование внутренировочных средств повышения уровня специфических для избранного вида спорта психодинамических и нейродинамических свойств. Отметим, что для высококвалифицированных спортсменов-ориентировщиков, наряду с физическими качествами, высокоактуальной является активация когнитивных функций, в том числе характеристик объема и устойчивости внимания. Так, для решения подобных задач большую перспективу имеет применение тренировок с биологической обратной связью (БОС). Показано,

что БОС по опорной реакции, организованная с помощью стабилметрических и силовых платформ [1, 2] оказывает направленное внимание на координационные функции спортсменов. Однако, на наш взгляд, совместно с изменением координационной функции, при таком типе биоуправления, одним из эффектов влияния БОС по стабилметрическому сигналу на организм испытуемых спортсменов является активация их когнитивных функций, в частности характеристик внимания.

В связи с этим, целью настоящего исследования явилось изучение изменений показателей скорости, латентного периода сенсомоторной реакции, объема и устойчивости внимания, характеристик силы и подвижности нервных процессов в сенсомоторных тестах у высококвалифицированных спортсменов-ориентировщиков при решении сложных двигательных-когнитивных задач по биоуправлению виртуальным объектом с помощью стабилметрической платформы ST-150.

Методика и организация исследования

Исследование проведено на базе Центра коллективного пользования «Экспериментальная физиология и биофизика» и кафедры физиологии человека и животных и биофизики факультета биологии и химии Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

Дизайн экспериментальной работы включал неинвазивное наблюдение на 10 высококвалифицированных спортсменах (6 мастеров и 4 кандидата в мастера спорта по спортивному ориентированию) мужского пола 19–23 лет, занимающихся спортивным ориентированием. Все испытуемые спортсмены вошли в экспериментальную группу, что связано с особенностями их тренировочного процесса и спортивной квалификации. Для исключения влияния других тренировочных задач на результаты исследования эксперимент проведен во время одного из переходных периодов тренировочного процесса сборной команды Республики Крым по спортивному ориентированию в одно и то же время суток на сертифицированном оборудовании, прошедшем метрологическую поверку, в тихом, хорошо проветриваемом помещении со стабильной температурой $+20 - +22\text{ C}^0$.

Регистрация психофизиологических показателей у спортсменов проводилась с помощью ПАК «Нейрософт-психотест» (производство ООО «Нейрософт», г. Иваново). Для оценки психофизиологических показателей спортсменов использовали тесты: Простая зрительно моторная-реакция, «Оценка-внимания», Теппинг-тест, таблицы «Красно-черные Шульте-Платонова», тест Мюнстерберга.

После регистрации фоновых психофизиологических показателей все спортсмены подвергались 7-ми дневному стабилметрическому тренингу с биологической обратной связью по опорной реакции (БОС-тренинг). Тесты проводились ежедневно, в течение 7 дней подряд. Перед началом серии проводились инструктаж и обучение работе с силовой платформой ST-150 с штатным программным обеспечением STPL (ООО Мера-ТСП, г. Москва). Суть тренингов заключалась в следующем: испытуемому спортсмену в положении стоя на стабилметрической платформе предлагалось в течение 5-ти минут перемещать метку центра давления на стабилметрическую платформу в различных направлениях, сохраняя равновесие в соответствии с алгоритмом, заданным на экране монитора. Для этого использовалась стандартная опция «динамическая проба» программы STPL [3].

После чего, на 7 сутки исследования у них повторно были зарегистрированы показатели психофизиологического тестирования. Статистически значимые различия определялись с помощью W-критерия Вилкоксона, значимые различия считались при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования все исследуемые показатели психофизиологического тестирования находились в пределах возрастной нормы для данных спортсменов.

В результате проведенного исследования нами зарегистрированы значимые различия исследуемых показателей в сенсомоторных тестах, а также тесте Мюнстенберга у испытуемых спортсменов-ориентировщиков под влиянием курсового биоуправления по опорной реакции на стабилметрической платформе.

При оценке исследуемых показателей в тесте ПЗМР зарегистрировано достоверное снижение значений латентного периода сенсомоторной реакции на 6,17 % ($p < 0,05$), показателя СКО на 23,42 % ($p < 0,05$), работоспособности – на 13,76 % ($p < 0,05$), коэффициент точности Уиппла – на 3,00 % ($p < 0,05$) (рис. 1).

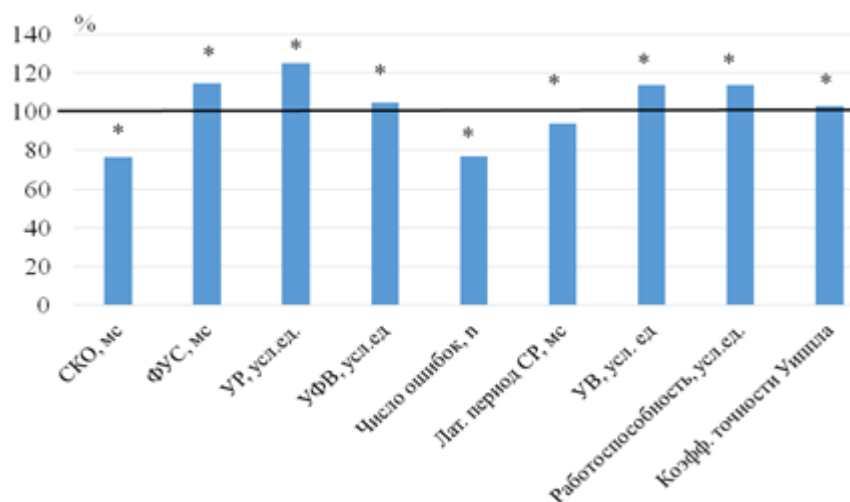


Рисунок 1 - Изменение психофизиологических показателей в тесте «Простая зрительно-моторная реакция» у спортсменов-ориентировщиков после курсового стабилметрического тренинга (7 сеанс), в %, по отношению к значениям, зарегистрированным в начале (1 сеанс) тренинга, принятым за 100 %

Примечание: * – достоверность различий $p < 0,05$ по критерию Вилкоксона, относительно значений, полученных в 1 сутки исследования до стабилметрического тренинга.

Кроме того, курсовое применение БОС по опорной реакции приводило к увеличению значений таких показателей как функциональный уровень системы (ФУС) на 14,54 % ($p < 0,05$), уровень регуляции – на 25,23 % ($p < 0,05$), уровень функциональных возможностей – на 4,75 % ($p < 0,05$) (рис. 1).

Результаты теста ПЗМР у профессиональных спортсменов-ориентировщиков свидетельствуют о том, что БОС по опорной реакции оказывало существенное влияние на показатели их психофизиологического статуса, выраженное в увеличении функциональных возможностей ЦНС, снижения латентного периода принятия решений, количества ошибок и преждевременных нажатий на кнопку пульта. Полученные данные в тесте ПЗМР свидетельствуют об улучшении свойств внимания у спортсменов под влиянием биоуправления по опорной реакции.

Результаты теста «Оценка внимания», позволили подтвердить данные теста ПЗМР и свидетельствуют о том, что 7-мидневный тренинг по опорной реакции на стабилметрической платформе ST-150 приводит к достоверному изменению показателей сенсомоторной реакции у спортсменов.

Так, на 7 сутки исследования под влиянием БОС по стабилметрическому сигналу нами зарегистрировано снижение латентного периода сенсомоторной реакции на 10,16 % ($p < 0,05$), увеличение значений показателей ФУС – на 7,67 % ($p < 0,05$), УР – на 17,08 % ($p < 0,05$), УФВ – на 10,39 % ($p < 0,05$) (рис. 2). Кроме того, отметим достоверное увеличение значений показателей концентрации внимания – на 11,30 % ($p < 0,05$), показателя устойчивости внимания – на 26,27 % ($p < 0,05$), коэффициента точности Уиппла – на 3,63 % ($p < 0,05$), а также показателя работоспособности – на 7,40 % ($p < 0,05$) (рис. 2).

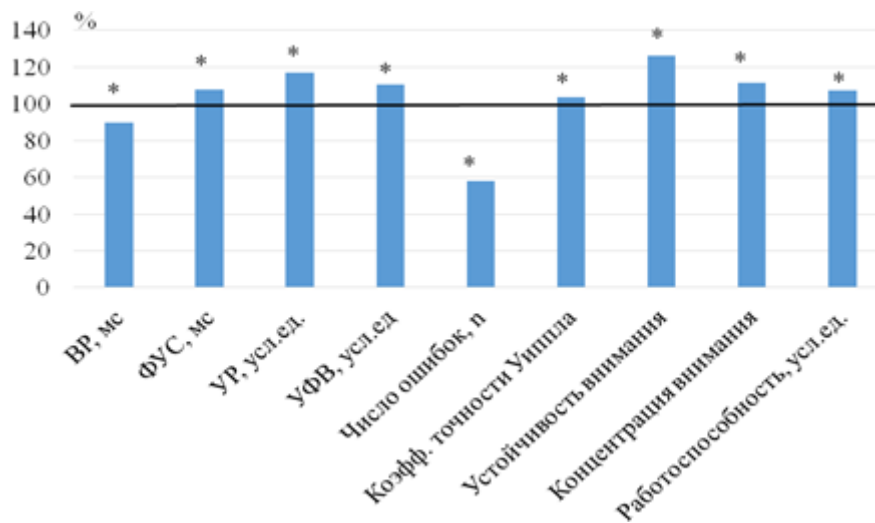


Рисунок 2 - Изменение психофизиологических показателей в тесте «Оценка внимания» у спортсменов-ориентировщиков после курсового стабилметрического тренинга (7 сеанс), в %, по отношению к значениям, зарегистрированным в начале (1 сеанс) тренинга, принятым за 100 %. Примечание: * – обозначения те же, что и на рис. 1.

Полученные нами результаты теста «Оценка внимания» свидетельствуют о том, что 7-мидневный тренинг по опорной реакции на стабилметрической платформе ST-150 оказывает направленное влияние на характеристики внимания у профессиональных спортсменов, путем изменения показателей их сенсомоторной реакции.

При оценке результатов теста Мюнстенберга зарегистрировано, что под влиянием тренингов по опорной реакции на стабилметрической платформе ST-150 у всех испытуемых спортсменов-ориентировщиков происходило снижение количества ошибок на 55,03 % ($p < 0,05$), увеличение объёма – на 18,61 % ($p < 0,05$) и избирательности внимания – на 21,48 % ($p < 0,05$) (рис. 3).

Известно, что показатели избирательность внимания в тесте «Мюнстерберга» определяет способности отбирать значимые стимулы и игнорировать второстепенные. При обработке подсчитывается количество правильных ответов (пропуск, исправление–ошибка).

Таким образом на 7 сутки исследования в тесте Мюнстенберга зарегистрировано, что под влиянием тренингов по опорной реакции на стабилметрической платформе ST-150 у всех испытуемых спортсменов-ориентировщиков происходило снижение количества ошибок, увеличение объёма и избирательности внимания, что позволяет сделать заключение о

направленном действии БОС по опорной реакции на когнитивные процессы у спортсменов высшей квалификации.

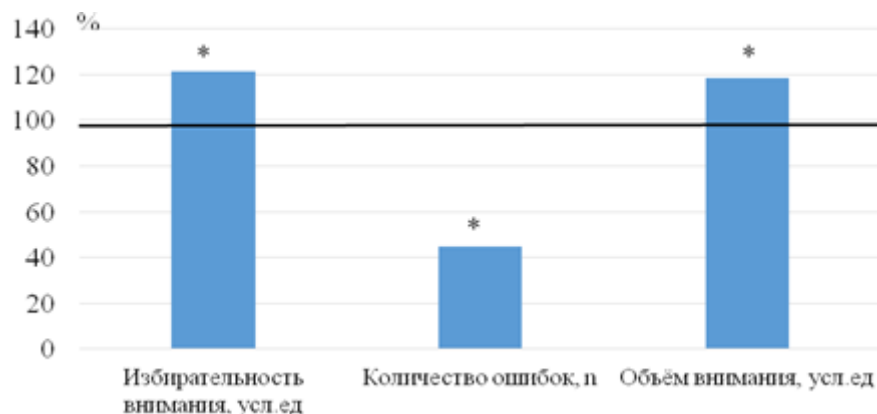


Рисунок 3 - Изменение психофизиологических показателей в тесте «Мюнстерберга» у спортсменов-ориентировщиков после курсового стабилметрического тренинга (7 сеанс), в %, по отношению к значениям, зарегистрированным в начале (1 сеанс) тренинга, принятым за 100 %. Примечание: * – обозначения те же, что и на рис. 1.

Выводы

Таким образом, предварительные данные, полученные в настоящем исследовании свидетельствуют том, что решение сложных двигательно-когнитивных задач на стабилметрической платформе на этапе переходного периода в тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменов-ориентировщиков оказывает направленное влияние на их когнитивные функции, выраженное в увеличении общего уровня активации нервной системы, изменении силы, подвижности нервных процессов, увеличении объема, избирательности и переключаемости внимания, повышении работоспособности и снижении утомления в ответ на данное корригирующее воздействие. Полученные в настоящем исследовании данные можно использовать в тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменов-ориентировщиков, а БОС по опорной реакции рекомендовать в качестве средства внутренировочного средства повышения эффективности спортивной деятельности.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках поддержанного ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» гранта № АААА-А20-120012090164-8

Список литературы

1. Возможный маркер смены функционального состояния добровольцев после выполнения двигательной задачи с биоуправлением / О. В. Кубряк, А. В. Ковалева, С. С. Гроховский, А. К. Горбачева, Е. Н. Панова // Физиология человека. – 2016. – Т. 42, № 2. – С. 121–126.
2. Роль тренингов с биоуправлением в изменении психофизиологических характеристик волонтеров / Е. А. Бирюкова, И. С. Миронюк, И. В. Черетаев, А. В. Чайка, Е. А. Непритимова // Ялта, Орбиталь. – 2018. – № 1 (2). – С.31–36.
3. Кубряк О.В., Гроховский С.С. Практическая стабилметрия. Статические двигательно-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции. М., Маска, 2012. 88 с.

О физиологической потребности юных спортсменов в белках

Борисевич Я.Н., канд. мед. наук, *BorisevichYN@bsmu.by*

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Аннотация. В публикации приводятся экспериментальные данные, которые свидетельствуют о том, что пищевые рационы, содержащие 1,4 и 2,2 г белков на килограмм массы тела, удовлетворяют потребность в белке организма юных спортсменов.

Ключевые слова: белки, питание спортсменов, физиологическая потребность, азотистый баланс

Введение

Как известно, белки выполняют в организме человека самые разные функции: они необходимы для роста клеток, тканей, биосинтеза ферментов и поддержания иммунитета. Для спортсменов особенно важным является тот факт, что адекватное потребление полноценных белков (животного происхождения) является необходимым условием увеличения мышечной массы. Проблема определения физиологической потребности спортсменов в белках вызвала значительное количество дискуссий [1].

В случае недостатка белков в организме усиливаются процессы катаболизма, замедляются процессы восстановления после физических нагрузок. Со временем это может привести к снижению мышечной массы и уменьшению способности спортсмена переносить тяжелые физические нагрузки.

С другой стороны, избыточное потребление белков не увеличивает скорость синтеза собственных белков в организме человека. Более того, повышенное поступление белков при снижении уровня потребления углеводов может привести к падению работоспособности спортсменов [2].

В свою очередь, питание юных спортсменов имеет дополнительные особенности, поскольку физиологическая потребность в белках у детей и подростков в расчете на килограмм массы тела выше, чем у взрослых. В соответствии с Нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения, юноши должны получать в сутки 98-113 г белков, из них доля белков животного происхождения должна составлять не менее 60 % [3].

Российскими специалистами показано, что для поддержания выносливости у спортсменов-профессионалов необходимо обеспечить потребление 1,2-1,4 г белков на кг массы тела. Пользу от дополнительного приема белков считают гипотетической [4].

У молодых спортсменов (юниоров) потребление белка не должно превышать 1,6-1,7 г/кг массы тела. Биосинтез белка в мышцах проходит эффективно при концентрациях на порядок ниже концентрации аминокислот в крови, которая наблюдается при низких уровнях потребления белка. То есть система синтеза белков насыщена аминокислотами и дальнейшее ее снабжение не увеличивает ее эффективность *in vivo*. Избыток белка окисляется, но не идет на анаболические цели [4]. Избыточное потребление в количестве 3,6 г/кг и более напротив – тормозит синтез мышечных белков [5].

Высокобелковое питание спортсменов следует ограничивать. Помимо эффекта «психологического комфорта» повышается риск усиления катаболических процессов, особенно у юниоров в период «втягивания» в интенсивные циклы. С дозы 2 - 4 г/кг массы тела очевидны негативные эффекты передозировки (нарушение функций почек, отрицательный баланс кальция) [4].

Однако ряд других зарубежных исследователей приводит иное мнение, указывая, что опасения потребления белков в количестве более 3,0 г/кг массы вредно для здоровья необоснованны у здоровых, тренирующихся людей [5].

Методы

Объектом исследования являлись 74 футболистов мужского пола, средний возраст которых составил $16,0 \pm 0,1$ лет.

Показатели физического развития определялись с помощью общепринятых методов. Оценка фактического питания при централизованном питании юношей в столовых училища олимпийского резерва, получающих организованное питание, осуществлялась методом анализа семидневных меню-раскладок пищевых продуктов, а при неорганизованном питании в домашних условиях – методом 24-часового воспроизведения фактического питания [6].

Состояние метаболизма белков исследовали путем определения величины экскреции с мочой азотистых веществ: общего азота (по Кьельдалю), мочевины (диацетилмоноксимным методом), креатинина (по кинетическому варианту метода Яффе), [7].

Статистическая обработка материала проводилась с помощью редактора электронных таблиц Excel 2007 и программного пакет STATISTICA 6.1.

Для оценки характера распределения использовался критерий Шапиро-Уилка, нормальный характер распределения признака принимался при значении $p > 0,05$. Для показателей, имеющих нормальное распределение (уровень суточного потребления белков), рассчитывались средние величины: ошибка средней и стандартное отклонение. Для показателей, имеющих распределение отличное от нормального (масса и длина тела, индекс массы тела, показатели метаболизма белков) – медиана, нижний и верхний квартили.

Результаты

Полученные результаты исследования показателей физического развития и метаболизма белков представлены в табл. 1.

Обсуждение результатов

Результаты исследования показателей физического развития юных спортсменов соответствуют физиологическим значениям для их возраста, что указывает на нутриентную адекватность пищевых рационов.

Как известно, информативным критерием белковой адекватности питания является показатель белкового питания (далее - ПБП) - отношение величины экскреции азота мочевины к общему азоту мочи, выраженное в процентах [8]. При оптимальном и адекватном уровне белкового питания величина данного показателя составляет 90 % и более, при это отсутствуют возможные проявления белковой недостаточности в обычных условиях, а при возросших потребностях в белке вероятность их проявления минимальна. При пониженном, однако полностью компенсированном белковом питании значение ПБП - не ниже 80%, при этом риск возникновения признаков белковой недостаточности в обычных условиях минимальный, а при стрессе – более вероятен. При недостаточном белковом питании величина ПБП снижается до 70% и ниже, когда уровень обеспеченности белками даже в обычных условиях жизнедеятельности не надежен.

Как видно из таблицы 1, значение ПБП соответствует оптимальному уровню как в группе юных спортсменов, получающих организованное питание в столовых училища олимпийского резерва, так и в группе наблюдения, представленной юными спортсменами, обучающимися в общеобразовательных школах, где питание не предполагает занятий спортом на высоком уровне.

На адекватное обеспечение организма белками также свидетельствуют значения экскреции с мочой креатинина и креатининовый коэффициент, представляющий собой отношение количества креатинина, выделенного с мочой, к массе тела. Поскольку креатинин синтезируется, в основном мышечной тканью, величина его экскреции пропорциональна мышечной массе [9] и повышается у лиц, которые систематически занимаются спортом. Величина креатининового коэффициента в обеих группах наблюдения также указывает на то,

что количественный и качественный состав белков пищевых рационов в достаточной обеспечивает процессы формирования мышечной ткани у юных спортсменов.

Таблица 1. Показатели физического развития и белкового метаболизма юных спортсменов

Показатель	Физиологическое значение	Фактическое значение	
		Организованное питание	Неорганизованное питание
Масса тела, кг	54,33-66,64	64,5 (56,85-68,83)	63,95 (60,2-69,31)
Длина тела, см	166,9-177,6	175,2 (170,75-179,6)	176,1 (172,5-180,5)
Индекс массы тела, кг/м ²	18,80-21,49	20,01 (19,00-21,83)	20,32 (19,57-21,72)
Потребление белков всего, г/сут	98-113	141,7±6,2*	92,3±4,7*
Из них – белков животного происхождения, %	Не менее 60	61,6	57,5
Потребление белков в расчете на 1 кг массы тела в сутки, г/кг*сут	1,4-2,0	2,2	1,4
Азот белков, содержащихся в среднесуточном рационе питания, г/сут	14,72-19,68	22,67±0,99*	14,77±0,75*
Общий азот мочи, г/л	6,6-18	16,73* (13,42-19,05)	12,53* (11,06-14,85)
Мочевина мочи, ммоль/л	330-580	523,3* (406,9-648,9)	416,3* (356,8-466,2)
Показатель белкового питания, %	Не менее 90	95,3	92,9
Креатинин мочи, ммоль/л	3,5-22	15,06 (12,19-16,13)	15,61 (11,80-17,70)
Креатининовый коэффициент, мг/кг массы тела	18-32	27,36 (22,70-30,77)	27,78 (22,67-30,68)

Примечание – *в группах наблюдения различия статистически достоверны на уровне значимости $p < 0,05$.

Кроме того, приведенные данные физического развития и белкового метаболизма дают основание предположить, что у юных спортсменов азотистый баланс, вероятнее всего, имеет положительную величину.

Выводы

Пищевые рационы, содержащие 1,4 и 2,2 г белков / кг массы тела в сутки, удовлетворяют потребность в белке организма юных спортсменов.

Это, в свою очередь, обеспечивает физиологические процессы роста и развития формирующегося организма (в том числе и мышечной ткани), когда интенсивные нагрузки сочетаются с процессами формирования организма, что, в свою очередь, способствует высокому уровню работоспособности.

Список литературы

1. Kreider R. B. et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations // Journal of the international society of sports nutrition. – 2010. – Т. 7. – №. 1. – С. 7.
2. Maughan R. J., Shirreffs S. M. Nutrition for soccer players // Current Sports Medicine Reports. – 2007. – Т. 6. – №. 5. – С. 279-280.
3. Тутельян В. А. О нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // Вопросы питания. – 2009. – Т. 78. – №. 1. – С. 4-16.
4. Никитюк Д. Б. и др. Методические указания по питанию юных спортсменов. – 2017.
5. Jäger R. et al. International society of sports nutrition position stand: protein and exercise // Journal of the International Society of Sports Nutrition. – 2017. – Т. 14. – №. 1. – С. 1-25.
6. Общая нутрициология : учебное пособие / А.Н. Мартинчик, И.В. Маев, О.О. Янушкевич. – М. : МЕДпресс-информ, 2005. – 392 с.
7. Методические рекомендации по мониторингу фактического питания детей школьного возраста / МЗ РБ; сост. Х. Х. Лавинский, Н. Л. Бацукова, И. И. Кедрова. Минск, 2000. – 28 с.
8. Князьков В. И., Логаткин М. Н. Критерии адекватности белкового питания // Критерии адекватного питания. – 1984. – С. 17-34.
9. Зайченко А. И. и др. Методические рекомендации по вопросам изучения фактического питания и состояния здоровья населения в связи с характером питания И и др. – 1986.

Применение биомеханического анализа для восстановления ранее освоенной техники при переходе от классического к пляжному волейболу (на примере нападающего удара)

Бужинский А.В., *simple-plan777@mail.ru*

Павлов П.В., *канд. пед. наук, ppv_orient@mail.ru*

Курский государственный университет, Курск

***Аннотация.** В статье представлены результаты экспериментального исследования по восстановлению ранее освоенной техники нападающего удара с применением биомеханического анализа на примере сезонного перехода от классического волейбола к пляжному. В исследовании приняли участие 18 волейболистов-перворазрядников выступающих в пляжном и в классическом волейболе. Полученные результаты позволят ускорить восстановление ранее достигнутого уровня технического мастерства, как при сезонных сменах специализации, так и при вынужденных перерывах в тренировочном процессе связанных с пандемией COVID-19.*

***Ключевые слова:** пляжный волейбол, видеозахват, биомеханический анализ, восстановления ранее освоенной техники.*

Введение

Особенностью университетского пляжного волейбола в нашей стране является то, что данный вид спорта является сезонным, а молодые спортсмены, как правило, совмещают классический и пляжный волейбол. Такие игроки ежегодно сталкиваются с необходимостью реадаптации техники к сезонно изменяющимся условиям игры или восстановления ранее освоенной техники движений, связанной с изменением условий (площадка, свойства мяча).

Обобщение методической и научной литературы по вопросам восстановления ранее освоенной техники ударных действий на основе биомеханического анализа в спортивных играх вообще, нападающего удара в пляжном волейболе в частности, говорит о недостаточном внимании данному вопросу. Отметим, что в рекомендованных программах многолетней подготовки, к сожалению, нет рекомендаций применения биомеханического анализа техники игроков ни на уровне спортсменов-перворазрядников, ни для более квалифицированных спортсменов. Предпочтение отдается традиционным методам подготовки, когда эффективность техники нарабатывается методом проб и ошибок, закрепляется путем многократного повторения соответствующих приемов сначала в парах, затем в комплексе – в двусторонней игре и соревновательной практике [9]. В то же время ряд зарубежных исследователей подчеркивает важность объективного контроля технической подготовки игроков. Она позволяет создать систему обратных связей при обучении и совершенствовании техники, поскольку при опоре на объективную информацию мы вправе ожидать большей эффективности игровых действий [12, 16].

Важнейшей задачей при этом является выделение в техническом приеме ключевых моментов, определяющих результативность приема в целом и служащих опорными точками обучения и совершенствовании индивидуальной техники движений [5]. На наш взгляд, такой подход актуален при сезонных переходах от классического к пляжному волейболу и восстановления ранее освоенной техники нападающего удара. Предлагаемый подход

позволяет ускорить реадaptацию техники на основе использования современных средств объективного контроля параметров техники. Несмотря на растущие возможности и все большую доступность средств технического контроля, они еще недостаточно используются в технической подготовке волейболистов-пляжников [2, 4, 5, 14].

Формирование оптимальной и устойчивой техники особенно важно при переходе к специализированной подготовке. К выходу на данный этап игроки уже освоили базовую технику и достигли «взрослых» тотальных размеров тела, но при этом они все еще сохраняют достаточную пластичность техники, отсутствующую у элиты пляжного волейбола [1, 6]. Поэтому регистрация наиболее информативных параметров техники и их применение для восстановления ранее освоенной техники можно считать инновационным и перспективным подходом в подготовке квалифицированных спортсменов [12].

Учет взаимодействия навыков и восстановление ранее освоенной техники движений при переходе от классического волейбола к пляжному может служить резервом роста эффективности технической подготовки в пляжном волейболе. До настоящего момента таких исследований по направленности и обратимости изменений биомеханических параметров нападающего удара спортсменов при сезонных переходах игроков от одного вида волейбола к другому не проводилось.

Методы

Исследование является частью проекта, направленного на сокращение сроков восстановления ранее освоенной техники нападающего удара при сезонном переходе от классического к пляжному волейболу. Эффективность регулярного применения биомеханического анализа в технической подготовке оценивалась в длительном педагогическом эксперименте. В исследовании приняли участие 18 спортсменов-перворазрядников, выступающих как в пляжном, так и в классическом волейболе. Эксперимент проводился на базе Курского государственного университета в 2016-2020 г. с использованием видеозахвата движений и биомеханическим анализом данных.

Целью исследования состоит в том, чтобы проверить эффективность биомеханического анализа нападающего удара при сезонном переходе из классического в пляжный волейбол в качестве основы методики восстановления ранее освоенной техники. В предшествующих исследованиях нами были выявлены наиболее информативные параметры нападающего удара были основные динамические и кинематические характеристики фаз нападающего удара [4, 14]. Эти параметры не только отличались наибольшей вариативностью (нестабильностью) вначале перехода от классического волейбола к пляжному, важно что эта вариативность существенно снижалась по мере восстановления и совершенствования техники. В качестве наиболее информативных нами были отобраны: разница по времени удара и высшей точки выпрыгивания, высота ОЦМТ в момент выполнения удара и суставной угол в плечевых суставах при забросе кистей (в момент максимального подседания).

В первые четыре недели педагогического эксперимента по два игрока (одна пара) каждую тренировку выполняла по 10 контрольных попыток силового варианта нападающего удара, которые фиксировались на скоростную видеокамеру Sony HDR-AS200V с разрешением 1280x720 пикселей при частоте съемки 120 к/сек. Эти попытки проводились в начале основной части тренировки (после разминки).

С пятой недели педагогического эксперимента, после того, как выбранные критерии эффективности силового варианта нападающего удара достигли или превысили значения, зафиксированные в конце предшествующего сезона, частота проведения контрольных попыток была снижена до одного раза в две недели.

В итоговом тестировании, которое состояло из аналогичных серий выполнения силового варианта нападающего удара до 20 «состоявшихся» попыток на каждого из

участников. Среднегрупповые значения выбранных критериев проверялись на достоверность различий по t-критерию Стьюдента для параметрических результатов и по U-критерию Манна-Уитни для атрибутивных характеристик (попадание в площадку и в заданную зону). При этом выявление значимости различий проводилось как между двумя группами эксперимента, так и при сравнении итоговых результатов с исходными данными каждой из групп.

Поскольку и отечественные и зарубежные специалисты сходятся во мнении, что в волейболе важна не только собственно техника выполнения отдельных действий, сколько ее эффективность в игровой ситуации [7,11,15], для оценки эффективности применения нападающего удара в двусторонней игре были проведены контрольные соревнования с участием всех 18 испытуемых педагогического эксперимента. Средние данные по частоте применения силового варианта нападающего удара в игровой ситуации и критериям эффективности использования нападающего удара испытуемыми контрольной и экспериментальной групп приведены в таб. 2.

Результаты

Результаты исследования представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Сводное сравнение контрольной и экспериментальной групп (Э.Г. и К.Г.) по основным критериям педагогического эксперимента в его начале и по его завершению

Наименование параметров	К.Г.	Э.Г.	К.Г.	Э.Г.
	Исходный уровень		Итоговый уровень	
Начальная скорость мяча при нападающем ударе, км/ч	71,3±1,93	70,9±2,76	76,5±1,46	82,2±1,61
Попадание мяча в площадку при нападающем ударе, %	70,5±1,17	69,5±1,71	78,9±1,1	86,1±0,93
Попадание мяча в заданную зону при нападающем ударе, %	58,7±2,26	57,5±1,54	63,7±1,74	68,9±1,32

* - оценка значимости различий проводилась по U-критерию Манна-Уитни.

Таблица 2. Сравнение групп по эффективности применения нападающего удара в двусторонней игре по окончанию педагогического эксперимента

Наименование параметров	К.Г.	Э.Г.	Достоверность различий, p
Частотность применения силового варианта нападающего удара, %	29,7±1,96	31,4±2,38	p>0,05*
Доля невынужденных ошибок при выполнении силового варианта нападающего удара, %	15,9±1,19	9,6±0,56	p<0,05*
Процент успешной реализации атак силовым вариантом нападающего удара	44,7±3,28	63,8±2,08	p<0,05*
«Технический брак» при выполнении силового варианта нападающего удара, %	10,2±3,28	8,0±2,08	p>0,05*

* - оценка значимости различий проводилась по U-критерию Манна-Уитни.

Обсуждение результатов

Сравнение показателей контрольной и экспериментальной групп по основным критериям в начале и в конце педагогического эксперимента (табл. 1), позволяет сделать вывод о более высокой эффективности восстановления ранее освоенной техники силового варианта нападающего удара. Более высокие показатели экспериментальной группы по значениям начальной скорости полета мяча - $82,2 \pm 1,61$ км/ч по сравнению с $76,5 \pm 1,46$ км/ч, проценту попадания в площадку - $86,1 \pm 0,93\%$ в сравнении с $78,9 \pm 1,1\%$, проценту попадания в заданную зону возрос с $68,9 \pm 1,32\%$ до $63,7 \pm 1,74\%$. Все различия между группами были значимы при $p < 0,05$.

Представим указанные сравнения (табл. 1) в сводной таблице 2, из которой полученные результаты с высоким уровнем достоверности позволяют говорить о более высокой эффективности восстановления ранее освоенной техники нападающего удара в экспериментальной группе по сравнению с контрольной.

Технический брак при выполнении нападающего удара несколько ниже в экспериментальной группе ($10,2 \pm 3,28\%$ по сравнению с $8,0 \pm 2,08\%$), но данные различия не были статистически достоверными.

Показатели эффективности применения данного варианта в игре у испытуемых экспериментальной группы были достоверно лучше по двум параметрам из четырех сравнению с испытуемыми контрольной группы. При этом отсутствие значимых различий по частоте применения данного варианта атакующих действий позволяет судить о корректности сравнения групп по эффективности применения рассматриваемого приема в соревновательной деятельности.

Мы считаем, что проведенное сравнение эффективности выполнения силового варианта нападающего удара в игровой ситуации показало достоверно более высокий уровень владения данным техническим приемом. В комплексе с более формальной оценкой эффективности по выбранным параметрам, полученные результаты позволяют говорить об эффективности предложенной технологии восстановления ранее освоенной техники нападающего удара на основании биомеханического анализа техники выполнения.

Важно то, что эти выводы основываются не только на данных, измеренных при стандартном выполнении технического элемента, но и данных, полученных при анализе двусторонних игр.

В то время как практическое применение биомеханического анализа для решения данного класса задач ограничивается использованием высокоточных и дорогостоящих технологий в исследованиях и подготовке спортсменов мировой элиты, вопросы распространения доступных вариантов для использования спортивного резерва не решены. Несмотря на наличие бесплатного и условно-бесплатного ПО для видеозахвата и «бюджетных» видеокамер для скоростной съемки, технологии количественного биомеханического анализа практически не применяются ни в подготовке игроков массовых разрядов, ни в работе с квалифицированными спортсменами. Один из главных сдерживающих факторов – отсутствие этапных модельных характеристик и методик управления процессом восстановления техники ранее освоенных двигательных действий на основе объективных параметров движения.

Практическое применение качественного или количественного биомеханического анализа техники отдельного игрока должно быть направлено на выявление индивидуальных резервов восстановления ранее освоенной техники. Специалисты выделяют две основные трудности реализации данного пути. Во-первых, это подбор технических средств и программного обеспечения для регистрации параметров движения игрока в регулярном тренировочном процессе, обеспечивающих достаточную точность видеозахвата движений

(калибровки видео по пространственным характеристикам) и достаточно высокого быстродействия. Требуемая частота кадров скоростной видеосъемки – не ниже 100 к/с при высоком разрешении. Второй трудностью называют выбор наиболее информативных параметров техники и получение модельных характеристик, адекватных для выбранного уровня подготовленности и антропометрических особенностей данных игроков.

Как показано в результате экспериментального исследования, внедрение в практику учебно-тренировочного процесса волейболистов-пляжников технологии видеозахвата и биомеханического анализа позволяет построить процесс восстановления ранее освоенной техники и технической подготовки игроков в целом на основе объективной информации о параметрах техники. Для этого были апробированы свободно-распространяемые компьютерные программы SkillSpector и Kinovea [2] при использовании бюджетных моделей скоростных видеокамер, что позволило обеспечить достаточную оперативность обратной связи и высокую наглядность.

Полная обработка видеофайлов в программе видеозахвата Skill Spector проводилась только по отобраным однородным попыткам, критерием однородности служило минимальное отклонение по трем выбранным «биомеханическим маркерам» эффективности нападающего удара. Больше всего нас интересовали уточненные (по сравнению с экспресс-анализом) данные по вертикальным и горизонтальным перемещениям ОЦМТ при подготовке к отталкиванию, в фазе полета и приземления, а также расхождение по времени момента удара и момента максимальной высоты ОЦМТ в прыжке.

На основании уточненных данных расставлялись индивидуальные акценты в совершенствовании техники нападающего удара на следующую неделю. Другими словами, индивидуальная работа по совершенствованию «слабого звена» техники нападающего удара за счет подводящих и специальных упражнений проводилась в соответствии с результатами проведенного полного биомеханического анализа, в то время как закрепление удачных вариантов выполнения осуществлялось на основании экспресс-анализа по трем наиболее информативным биомеханическим параметрам.

Экспресс анализ проводился непосредственно во время тренировки. Анализ включал определение с помощью программы Kinovea основных угловых характеристик (углы в голеностопном, коленном, тазобедренном суставах), продолжительности фазы полета, разницы по времени момента удара с моментом прохождения высшей точки траектории и оценки высоты подъема ОЦМТ. С учетом того, что для проведения экспресс-анализа техники по выбранным биомеханическим параметрам требовалось немногим более двух минут на каждую попытку, результаты для двух спортсменов были готовы до завершения основной части тренировочного занятия.

Корректировка двигательного навыка производилась на основе акцентирования внимания игрока на данном компоненте, сообщения ему максимально быстро и точно, удалось ли игроку улучшить технику в данной попытке. Мы старались делать комментарии по выполненной попытке максимально информативными и максимально краткими, как в случае желаемых изменений параметров, так и в случае негативных изменений или их отсутствия. Это было вызвано желанием избежать излишней вербализации процесса и позволить совершенствовать автоматизированное техническое действие, не нарушая его целостности и ритмической структуры.

В тех случаях, когда на основании результатов анализа техники возникала необходимость выполнить повторные попытки для коррекции или закрепления варианта выполнения нападающего удара, то они выполнялись с экспресс-контролем только выбранных параметров (обычно одного-двух).

Выводы

Итак, исследование показало, что при «подтягивании» выбранного модельного параметра для выявления более эффективных вариантов выполнения нападающего удара необходимо проводить объективный контроль данного параметра раз в 2-3 попытки и постоянно следить за целостностью движения и сохранением ритмической структуры техники. При этом важно добиваться максимального включения игроков в проведение анализа и постараться отвлечь их от сознательного контроля техники выполнения удара на этапе коррекции.

При этом максимальная эффективность применения программы Kinovea в технической подготовке игроков в пляжном волейболе достигается при чередовании просмотров в видео режиме с нормальной и замедленной скоростью и с покадровым просмотром видеоряда через заданные интервалы. При этом покадровый просмотр наиболее эффективен при корректировке суставных углов в граничных точках движения и положения тела при отталкивании, в полетной фазе и при приземлении. Как показывает практика, просмотр в различных вариантах видео режима целесообразно применять при совершенствовании ритмической структуры движения.

Таким образом, восстановления ранее освоенной техники нападающего удара на основе биомеханических параметров должно следовать принципу «подтягивания слабых сторон», в соответствии с которым выявляется тот индивидуальный дефект техники, исправление которого позволит не только повысить эффективность совершенствуемого упражнения, не нарушив его структуры, но и впоследствии перейти к следующему лимитирующему фактору. Описанную технологию можно представить в виде следующей схемы: выявление слабых звеньев - подбор акцентированных упражнений – контроль эффективности – закрепление – итоговый контроль – переход к следующему слабому звену - повтор цикла.

Список литературы

1. Баскаева Ф.Г. Биомеханические особенности выполнения основных технических приемов в пляжном волейболе. – 2006.
2. Бужинский А.В., Павлов П.В. Биомеханический анализ техники атакующих движений в пляжном волейболе как эффективный путь технической подготовки спортсмена //Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2014. – №. 3 (31).
3. Бужинский А.В., Павлов П.В., Токарева С.В. Оценка адаптации техники выполнения нападающего удара при переходе от классического волейбола к пляжному волейболу. – 2017.
4. Бужинский А.В., Павлов П.В. Оценка информативности объективных параметров нападающего удара в пляжном и классическом волейболе //Ученые записки. Электронный научный журнал Курского гос. ун-та. – 2017. – № 3 (43). С. – 219-222.
5. Зюбанова И. А., Усков В. А., Капилевич Л. В. Биомеханические модельные характеристики выполнения нападающего удара в волейболе //Вестник Томского государственного университета. – 2013. – №. 367.
6. Родин А.В. Анализ пространственно-временной структуры фазы разбега при выполнении прямого нападающего удара с различными вариантами постановки стоп на опору волейболистами высокой квалификации / А.В. Родин, Д.В. Губа // Вестник спортивной науки. - № 3, 2009. - М.: Советский спорт. - С. 59-62.
7. Родин А.В. Теоретико-методическое обоснование биомеханического компонента индивидуальных тактических действий спортсменов в игровых видах спорта / А.В. Родин // Теория и практика физической культуры. - 2016. - № 2. - С. 47.

8. Полежаева О.Н. Биомеханические различия в положении ударного звена в фазе замаха при нападающем ударе в волейболе //Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте. – 2019. – С. 152-159.
9. Стафеева А.В., Ковалев А.А. Методические особенности специальной подготовки волейболистов этапа начальной спортивной специализации //Состояние и перспективы развития физической культуры, спорта и адаптивной физической культуры. – 2017. – С. 57-60.
10. Asterios P. et al. Comparison of technical skills effectiveness of men's National Volleyball teams //International Journal of Performance Analysis in Sport. – 2009. – Т. 9. – №. 1. – С. 1-7.
11. Fuchs P.X. et al. Effect of Differential Training on Female Volleyball Spike-Jump Technique and Performance //International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2020. – Т. 1. – №. аор. – С. 1-7.
12. Mondal P., Mondal S.K. Relationship between anthropometric characteristics and kinematical variables of spike in volleyball //Indian Journal of Physical Education, Sports Medicine & Exercise Science. – 2013. – Т. 13. – №. 1. – С. 66-74.
13. Palao J. M., Santos J. A., Ureña A. Effect of team level on skill performance in volleyball //International Journal of Performance Analysis in Sport. – 2004. – Т. 4. – №. 2. – С. 50-60.
14. Pavlov P., Buzhinskiy A. Comparison of Spike Techniques in College Beach and Classical Volleyball //Journal of Physical Education and Sport. – 2019. – Т. 19. – №. 1. – С. 742-747.
15. Puga N., Dias D. Volleyball/Beach Volleyball //Injury and Health Risk Management in Sports. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2020. – С. 451-456.
16. Coleman S. A three-dimensional kinematic analysis of the volleyball jump serve //ISBS-Conference Proceedings Archive. – 1997.

Педагогические проблемы подготовки спортивного резерва

Abstract. *The paper summarizes the results of study on the recovery of previously mastered skills of attack movements in the course of the seasonal transition from classical to beach volleyball using biomechanical analysis. 18 qualified male volleyball players participated in the study. The results showed substantial acceleration of skill recovery in the experimental group. The proposed approach might be useful not only at seasonal transitions from classical to beach volleyball, but also after forced downtime in training due to COVID-19 restriction.*

Key words: *beach volleyball, videocapture, biomechanical analysis, skill recovery.*

Анализ возрастного диапазона максимальных спортивных достижений в олимпийском триатлоне

Бутков Д.А. Заслуженный тренер России по триатлону, *mostriathlon@mail.ru*

Старший преподаватель, РГУФК, кафедра ТуМ ВМиАС, город Москва

Аннотация. В первой части исследования анализируется возраст призеров Олимпийских игр 2000 – 2016 годов по триатлону, а также возраст всех спортсменов, принимавших участие в олимпийских соревнованиях по триатлону. Во второй части исследования проводится сравнительный анализ возраста спортсменов из разных видов спорта, успешно выступавших в олимпийских соревнованиях в триатлоне и на стайерских дистанциях в плавании, велогонках на шоссе и беге. По результатам исследования разработаны рекомендации по совершенствованию стратегии многолетней подготовки спортивного резерва в олимпийском триатлоне.

Ключевые слова: олимпийский триатлон, спортсмены-олимпийцы, возраст спортсменов, спортивный результат, спортивная подготовка, спортивное плавание, велогонка с раздельным стартом, стайерский бег.

Введение

В олимпийском триатлоне, как и в любой спортивной дисциплине, существует оптимальный возраст максимальных спортивных достижений, связанный с индивидуальными свойствами организма спортсменов и особенностями каждой из спортивных дисциплин, входящих в триатлон [4].

Триатлон был впервые включен в программу Олимпийских Игр 2000 года в Сиднее. Анализ возрастных показателей ведущих спортсменов-олимпийцев в триатлоне, а также спортсменов из родственных видов спорта, накопленных за пять олимпийских циклов, позволяет достоверно точно определить, в каком возрасте спортсмены способны выйти на уровень своих максимальных результатов в каждой из дисциплин, входящих в триатлон и определить возрастной диапазон максимальных достижений в олимпийском триатлоне.

Эта информация необходима для разработки рекомендаций по совершенствованию стратегии многолетней подготовки спортивного резерва в олимпийском триатлоне.

Предыдущие исследования

Формирование двигательных качеств в онтогенезе происходит гетерохронно и зависит от развития ряда систем организма. Спортивные дисциплины, входящие в триатлон, предъявляют различные требования к двигательным качествам и функциональным системам организма человека. Соответственно и возраст максимальных достижений в этих дисциплинах должен несколько отличаться [4].

Принято считать, что возрастные диапазоны максимальных достижений у спортсменов, выступающих на длинных дистанциях, составляют:

- в плавании: мужчины 18-22 года, женщины 16-20 лет [1,2,6],
- в велогонках на шоссе: мужчины 22-26 лет, женщины 20-24 года [7],
- в беге: мужчины 25-29 лет, женщины 25-30 лет [5,9].

По данным различных авторов на современном этапе развития олимпийского спорта наметилась явная тенденция на увеличение возраста максимальных достижений в видах спорта на выносливость, что связано с целым рядом социальных и экономических факторов.

Методика исследования

Данное исследование построено на анализе протоколов Олимпийских игр 2000-2016 годов. В первой части исследования был проанализирован возраст всех участников и призеров олимпийских соревнований по триатлону за указанный период. Во второй части исследования был проанализирован возраст спортсменов, занявших 1-8 места на Олимпийских играх 2000-2016 годов в соревнованиях по триатлону, плаванию (дистанции 800 м женщины, 1500 м мужчины), велогонкам на шоссе (гонка с раздельным стартом) и бегу на 10 000 м.

Анализировались следующие показатели: минимальный, максимальный и средний возраст участников и призеров каждой Олимпиады у мужчин и у женщин, а также диапазон и среднее отклонение указанных показателей.

Результаты исследования и их обсуждение

В первой части исследования был проанализирован возраст всех участников олимпийских соревнований по триатлону за период с 2000 года. (Таблица 1).

Таблица 1. Возраст участников и призеров олимпийских соревнований по триатлону, лет

Показатели	Возраст участников и призеров олимпийских соревнований по триатлону, лет						
	2000	2004	2008	2012	2016	Среднее значение	Стандартное отклонение
	Сидней	Афины	Пекин	Лондон	Рио		
Всего (МУЖЧИНЫ)	52	50	55	55	55		
минимальный возраст	21	21	19	21	22	20,8	1,0
максимальный возраст	43	40	36	37	36	38,4	2,7
среднее значение	27,7	28,5	28,5	28,4	27,6	28,1	0,4
стандартное отклонение	4,5	3,9	3,9	4,1	3,3	3,9	0,4
в том числе, призеры							
минимальный возраст	25	23	27	22	25	24,4	1,7
максимальный возраст	28	33	33	29	28	30,2	2,3
среднее значение	26,7	27,7	30,3	25,0	26,3	27,2	1,8
стандартное отклонение	1,5	5,0	3,1	3,6	1,5	2,9	1,3
Всего (ЖЕНЩИНЫ)	48	50	55	55	55		
минимальный возраст	20	19	18	20	19	19,2	0,7
максимальный возраст	35	39	41	37	38	38,0	2,0
среднее значение	28,1	29,0	28,0	27,9	28,4	28,3	0,4
стандартное отклонение	4,1	4,8	5,3	4,2	4,3	4,5	0,5
в том числе, призеры							
минимальный возраст	29	29	23	27	30	27,6	2,5
максимальный возраст	33	35	27	30	34	31,8	2,9
среднее значение	31,0	32,7	24,7	28,3	31,3	29,6	2,8
стандартное отклонение	2,0	3,2	2,1	1,5	2,3	2,2	0,6

Анализ показал, что возраст участников олимпийских соревнований по триатлону находился в широком диапазоне 19-43 лет у мужчин и 18-41 год у женщин. Средний возраст участников разных Олимпиад практически не менялся и колебался в очень узком диапазоне 27,6-28,5 года (у мужчин) и 27,9-29,0 лет (у женщин), при этом величина среднего отклонения составила $\pm 3,3$ - $4,5$ года и $\pm 4,1$ - $5,3$ года соответственно.

Средний возраст всех участников всех олимпийских соревнований по триатлону практически не зависел от пола участников и составил 28,1 года у мужчин и 28,3 года у женщин, величина среднего отклонения составила $\pm 3,9$ года и $\pm 4,6$ года соответственно.

Возраст призеров олимпийских соревнований по триатлону находился в диапазоне от 22 до 33 лет у мужчин и от 23 до 35 лет у женщин. Общий средний возраст призеров всех Олимпиад мало отличался от общего среднего возраста всех участников и составил 27,2 года у мужчин и 29,6 года у женщин, величина среднего отклонения составила $\pm 2,9$ года и $\pm 2,2$ года соответственно.

Следует обратить внимание, что средний возраст призеров менялся на разных Олимпиадах в довольно широком диапазоне 25,0-30,3 (у мужчин) и 24,7-32,7 (у женщин).

При этом, каких-либо достоверных связей и тенденций этих изменений не было выявлено. Коэффициент корреляции между изменением возраста призеров у мужчин и у женщин составил -0,53.

Это позволяет предположить, что решающим фактором успеха в рамках обозначенного возрастного диапазона в каждом случае являются не общие для всех участников тенденции и внешние факторы (например, климатические условия или особенности трассы соревнований), а уровень таланта и мастерства конкретных спортсменов [4].

Во второй части исследования был проанализирован возраст успешных спортсменов, занявших 1-8 места на Олимпийских играх 2000-2016 годов в соревнованиях по триатлону, плаванию (дистанции 800 м женщины, 1500 м мужчины), велогонкам на шоссе (гонка с раздельным стартом) и беге на 10 000 м.

Возраст участников находился в широком диапазоне, который значительно отличался в разных дисциплинах (Таблица 2).

Таблица 2. Возрастной диапазон участников, занявших 1-8 место на ОИ 2000-2016 годов.

Спортивные дисциплины	Возраст участников О.И.2000-2016 года (1-8 место), лет					
	Мужчины			Женщины		
	минимум	максимум	диапазон	минимум	максимум	диапазон
Плавание (800-1500 м)	17	33	16	15	31	16
Бег (10 000 м)	19	35	16	19	39	20
Триатлон (олимп.дист.)	21	33	12	19	37	18
Вело-шоссе (раздельный старт)	22	38	16	24	50	26

Наименьший возраст высоких достижений зафиксирован у пловцов 17-33 года (у мужчин) и 15-31 год (у женщин), наибольший у велосипедистов 22-38 лет (у мужчин) и 24-50 лет (у женщин).

Возрастной диапазон у мужчин, занявших 1-8 место в олимпийских соревнованиях в триатлоне, составил 12 лет, что заметно меньше, чем у представителей других видов спорта. У женщин в триатлоне возрастной диапазон составил 18 лет, что значительно шире, чем у мужчин-триатлонистов, но все же меньше, чем у бегуний и велосипедисток.

При анализе среднего возраста вышеуказанных спортсменов были выявлены те же тенденции (Таблица 3).

Средний возраст у мужчин, занявших 1-8 место в олимпийских соревнованиях в триатлоне, составил 27,7 года и оказался выше, чем у пловцов (22,9 года) и у бегунов (25,5 года), но ниже, чем у велосипедистов (30,1 года).

Среднее отклонение этого показателя у триатлонистов составило 2,8 года, и было достоверно ниже, чем у пловцов (3,3 года), бегунов (4,1 года) и велосипедистов (3,7 года).

Таблица 3. Средний возраст участников, занявших 1-8 место на ОИ 2000-2016 годов.

Спортивные дисциплины	Показатели	Возраст, лет						Среднее значение	Стандартное отклонение
		2000	2004	2008	2012	2016			
		Сидней	Афины	Пекин	Лондон	Рио			
МУЖЧИНЫ									
Плавание, 1500 м	Сред.знач.	21,5	22,8	22,5	23,1	24,5	22,9	1,1	
	Сред.откл.	2,7	3,2	3,3	3,1	4,2	3,3	0,6	
Бег, 10 000 м	Сред.знач.	25,5	22,4	25,8	26,6	27,0	25,5	1,8	
	Сред.откл.	4,2	3,8	4,2	3,1	5,0	4,1	0,7	
Триатлон, олимп. дистанция	Сред.знач.	26,4	28,4	30,0	27,3	26,5	27,7	1,5	
	Сред.откл.	2,7	3,6	2,9	3,3	1,6	2,8	0,8	
Вело-шоссе, раздельный старт	Сред.знач.	29,3	32,0	29,6	30,6	29,0	30,1	1,2	
	Сред.откл.	3,9	3,7	2,8	5,0	3,2	3,7	0,9	
ЖЕНЩИНЫ									
Плавание, 800 м	Сред.знач.	19,4	22,0	19,8	21,8	23,5	21,3	1,7	
	Сред.откл.	3,2	4,0	3,1	3,4	3,0	3,3	0,4	
Бег, 10 000 м	Сред.знач.	28,4	26,3	26,6	28,5	27,6	27,5	1,0	
	Сред.откл.	3,9	4,4	5,2	5,5	4,8	4,8	0,6	
Триатлон, олимп. дистанция	Сред.знач.	30,4	30,6	25,6	28,6	30,6	29,2	2,2	
	Сред.откл.	2,7	5,9	3,5	3,8	2,5	3,7	1,3	
Вело-шоссе, раздельный старт	Сред.знач.	29,5	30,6	36,0	33,3	31,8	32,2	2,5	
	Сред.откл.	5,4	4,0	6,9	5,6	6,1	5,6	1,1	

У женщин, занявших 1-8 место в олимпийских соревнованиях в триатлоне, средний возраст составил 29,2 года, и также был достоверно выше, чем у пловчих (21,3 года) и бегуний (27,5 года), но ниже, чем у велосипедисток (32,2 года).

Среднее отклонение этого показателя у триатлонисток составило 3,7 года. Это больше, чем у мужчин-триатлонистов (2,8 года), и пловчих (3,3 года), но меньше, чем у бегуний (4,8 года) и велосипедисток (5,6 года).

Обсуждение

Выявленные тенденции можно объяснить нижеследующими базовыми положениями спортивной физиологии.

Качества, определяющие выносливость спортсменов, имеют свойство значительно возрастать по мере увеличения возраста спортсмена под воздействием больших объемов целенаправленной нагрузки [4].

Лимитирующим фактором для увеличения нагрузок в велосипедном спорте и в беге является высокая нагрузка на опорно-двигательный аппарат (ОДА) спортсменов, которая не позволяет выполнить в юном возрасте необходимый объем тренировочной работы [5,9].

В спортивном плавании нагрузка на ОДА значительно мягче, что позволяет юным пловцам выполнять большие тренировочные объемы и раньше выходить на уровень максимальных достижений в спорте [1,2,6].

В спортивном плавании одним из ведущих физических качеств является гибкость, которая имеет свойство заметно снижаться с увеличением возраста спортсмена, что отрицательно сказывается на спортивном долголетии спортсменов [1,2,4,6].

Спортивное долголетие велосипедистов объясняется тем, что в велосипедном спорте отсутствует экстремальная ударно-амортизационная нагрузка на опорно-двигательный аппарат спортсменов (в отличие от бега), и не требуется максимальная амплитуда движений в суставах (в отличие от плавания), что позволяет спортсменам дольше сохранять высокую спортивную форму и успешно конкурировать на самом высоком уровне [4,7].

На спортсменов в триатлоне действуют все вышеперечисленные факторы, оказывая непосредственное влияние на возраст наивысших достижений и всю структуру многолетней подготовки. Кроме того, в олимпийском триатлоне действует сложная система квалификации

атлетов на Олимпийские игры, что также сказывается в возрастных показателях олимпийцев в триатлоне.

Выводы

1. Возраст призеров олимпийских соревнований по триатлону находился в широком диапазоне от 22 до 33 лет у мужчин и от 23 до 35 лет у женщин. Средний возраст призеров мало отличается от общего среднего возраста всех триатлетов-олимпийцев и составляет 27,2 года у мужчин и 29,6 года у женщин. Никаких значимых тенденций на изменение указанных показателей за пять олимпийских циклов выявлено не было.

2. При сравнении возраста успешных спортсменов-стайеров занявших 1-8 места на Олимпийских играх выявлены достоверные возрастные различия между представителями различных видов спорта. Наименьший возраст максимальных достижений зафиксирован у пловцов, наибольший у велосипедистов.

3. Возрастной диапазон максимальных достижений в триатлоне, как правило, достоверно ниже, чем у представителей отдельных спортивных дисциплин, а средний возраст значительно выше, чем у пловцов, и находится в промежутке между возрастом бегунов и велосипедистов.

Практическая значимость

Полученные данные могут быть использованы при разработке стратегии многолетней подготовки высококвалифицированных спортсменов и спортивного резерва.

При планировании многолетней подготовки и разработке контрольных нормативов для различных этапов спортивной подготовки необходимо учитывать:

- спортсмен, тренирующийся в триатлоне, способен выйти на уровень максимальных достижений в плавании значительно раньше, чем в беге и велосипедной подготовке,
- наименьший возраст высших достижений в олимпийском триатлоне составляет от 22 лет у мужчин и от 23 лет у женщин, поэтому чрезмерное увеличение тренировочной нагрузки и форсирование подготовки в велоспорте и беге в юном возрасте нецелесообразны, так как могут привести к срыву адаптации и снижению результатов спортсменов,
- наибольший возраст высших достижений в олимпийском триатлоне составляет до 33 лет у мужчин и до 37 лет у женщин, поэтому тенденция на искусственное омоложение спортивных команд в триатлоне нецелесообразна, так как лишает молодых спортсменов целевых ориентиров, необходимой конкуренции с высококвалифицированными спортсменами и возможности перенимать ценный практический опыт.

Список литературы

1. Булгакова Н. Ж. Отбор и подготовка юных пловцов / Н. Ж. Булгакова. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – С. 100–191.
2. Давыдов В. Ю., Авдиенко В. Б. Отбор и ориентация пловцов по показателям телосложения в системе многолетней подготовки (Теоретические и практические аспекты) Монография – Волгоград: ВГАФК, 2012 - 344 с.
3. Ивочкин В.В. Возраст легкоатлетов финалистов, чемпионов и призеров Олимпийских игр 1956-2008 года Вестник спортивной науки, 2011 года.
4. Коц Я. М. Спортивная физиология. Учебник для институтов физической культуры. Москва: Физкультура и спорт, 1998 года - 200 с.
5. Озолин Н. Г. Легкая атлетика. Учебник для институтов физической культуры. / Озолин Н. Г., Воронкин В. И., Примаков Ю. Н., Москва, ФиС, 1989 г., 671 с.
6. Платонов В. Н. Спортивное плавание : [путь к успеху в 2 кн] / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2012. С. 197–252.
7. Полищук Д.А. Велосипедный спорт. Монография, Олимпийская литература, – 1997 г., 343 с.

8. Сахновский К. П. Теоретико-методические основы системы многолетней спортивной подготовки : дис.доктора пед. наук / К. П. Сахновский. – М., 1997. – 262 с.
9. Хоменков Л. С. Учебник тренера по легкой атлетике / Л. С. Хоменков. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 258 с.
10. Carlisle F. Selected Topics swimming Research / F. Carlisle // Swimming in the 21st Century. – Champaign : Human Kinetics. – 1992. – P. 153–183.
11. Olbrecht J. plannen, periodiseren, trainen bijsturen en Winnen: Guide voor moderne zwemtraining. – Antwerpen : F8G Partner, 2007. –239 p.

Влияние гидрокостюма из неопрена на эффективность прохождения плавательного этапа и первой транзитной зоны в олимпийском триатлоне

Бутков Д.А. *Заслуженный тренер России по триатлону, mostriathlon@mail.ru*

Старший преподаватель, РГУФК, кафедра ТИМ ВМиАС, г. Москва

Аннотация. В статье изложены итоги педагогического эксперимента по сравнительному анализу скорости плавания высококвалифицированных триатлетов в гидрокостюме из неопрена и в тонком стартовом костюме, измерены затраты времени на снятие гидрокостюмов и сформулированы общие рекомендации тренерам и спортсменам о целесообразности использования гидрокостюмов на плавательном этапе в зависимости от длины дистанции триатлона.

Ключевые слова: олимпийский триатлон, плавательный этап, спортивный результат, гидрокостюм из неопрена, стартовый костюм, спортивная подготовка, спортивное плавание.

Введение

Правилами соревнований в олимпийском триатлоне при температуре воды ниже 20 градусов и низкой температуре воздуха разрешается использование гидрокостюмов из неопрена, которые имеют толщину 2-4 мм и за счет низкой теплопроводности пористого материала значительно снижают потери тепла телом спортсмена. Костюм из неопрена одевается спортсменами до старта и должен сниматься после окончания плавательного этапа в транзитной зоне. Время на снятие гидрокостюма входит в общее время гонки [4].

Практический опыт показал, что спортсмен в гидрокостюме плывет заметно быстрее, чем в обычном тонком стартовом костюме, что позволяет получить выигрыш во времени преодоления плавательного этапа. Однако в транзитной зоне спортсмен неизбежно потеряет время на снятие гидрокостюма. Поэтому спортсмены и тренеры вынуждены принимать решение о целесообразности использования гидрокостюмов в каждом конкретном случае.

Цель данной работы сопоставить преимущество, которое дает гидрокостюм из неопрена с потерями на его снятие, и разработать рекомендации по целесообразности использования гидрокостюмов для различных дистанций триатлона.

Методика и организация исследования

В педагогическом эксперименте участвовало 18 высококвалифицированных спортсменов: 11 мужчин и 7 женщин. Квалификация: от КМС до МСМК по триатлону.

Для оценки среднего времени снятия гидрокостюма было произведено по 5 замеров для каждого из участвующих в эксперименте спортсмена. В связи со сложностью надевания спортсменом мокрого или влажного костюма, замеры проводились в разные дни, но в стандартных условиях. Статистический анализ не выявил достоверных различий во времени снятия гидрокостюма между мужчинами и женщинами.

Общее время для снятия костюмов составляло от 14 до 22 секунд. При этом на расстегивание костюма и на снятие верхней части гидрокостюма тратилось 9-14 секунд, на снятие нижней части и убирание костюма в корзину 5-9 секунд. Во время соревнований верхняя часть костюма снимается, как правило, во время бега от выхода из воды до своего места в транзитной зоне, при этом скорость бега несколько снижается. Нижняя часть костюма снимается непосредственно около своего велосипеда в транзитной зоне.

Таким образом, реальные потери времени на снятие гидрокостюма в соревнованиях могут составить от 6 до 10 секунд при условии, что расстояние от воды до транзитной зоны позволяет расстегнуть и снять верхнюю часть костюма во время бега от воды до транзитной зоны.

Эксперимент по оценке скорости плавания проводился в открытом водоеме с пресной водой. Температура воды во время эксперимента была 21-22 градуса, воздуха - 24-25 градусов.

После стандартной разминки спортсмены плыли 2 отрезка по 400 м без поворотов по прямой линии. Интервал отдыха между отрезками составлял 30 сек. После каждого отрезка спортсмены измеряли ЧСС за 10 сек. После 2-го отрезка у спортсмена измеряли концентрацию лактата в крови при помощи прибора «**Super GL Easy**». После этого спортсмен выходил из воды на берег, снимал гидрокостюм из неопрена, отдыхал 15 мин и после отдыха плыл еще 2 раза по 400 м, но уже в тонком стартовом костюме.

Спортсменам была поставлена задача: проплыть все отрезки с равномерными усилиями на скорости примерно равной их индивидуальной соревновательной скорости на дистанции 750 м. Спортсмены начинали тест один за другим с интервалом 30 секунд, чтобы избежать взаимных помех во время плавания и обеспечить своевременное взятие лактата.

Квалификация и уровень подготовленности спортсменов позволили им полностью восстановиться за 15 минут между сериями, что, в свою очередь, позволило корректно сравнить результаты всех отрезков. Результаты теста приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Сводная таблица результатов теста в плавании 2 x 2 x 400 м.

Спортсмен	Пол	В гидрокостюме из неопрена						в тонком стартовом костюме					
		Лактат исх. ммол/л	1 отрезок (400м)		2 отрезок (400м)		Лактат итог ммол/л	Лактат исх. ммол/л	3 отрезок (400м)		4 отрезок (400м)		Лактат итог ммол/л
			время, мин, сек	ЧСС уд/10с	время, мин, сек	ЧСС уд/10с			время, мин, сек	ЧСС уд/10с	время, мин, сек	ЧСС уд/10с	
П.И.	м	1,15	04:18,0	24	04:19,6	24	4,48	1,08	04:23,0	25	04:24,0	26	4,96
П.Д.	м	1,27	04:21,0	23	04:23,2	24	4,22	1,25	04:28,0	25	04:27,0	26	4,83
М.В.	м	1,22	04:23,0	23	04:23,6	24	3,88	1,12	04:29,0	24	04:28,0	25	4,31
А.А.	м	1,34	04:22,0	24	04:24,0	24	4,34	1,36	04:29,4	25	04:30,0	26	5,22
П.В.	м	1,24	04:24,0	24	04:25,6	25	4,82	1,34	04:30,4	26	04:32,0	27	5,78
Б.А.	м	1,28	04:25,0	23	04:24,2	23	3,88	1,18	04:31,0	24	04:30,0	25	4,94
Г.К.	м	1,16	04:29,0	26	04:32,0	26	4,42	1,32	04:37,0	27	04:39,4	28	5,62
Т.И.	м	1,14	04:28,0	24	04:30,0	24	3,58	1,06	04:39,0	26	04:38,0	27	4,92
П.А.	м	1,38	04:32,0	26	04:34,0	26	4,54	1,34	04:42,0	28	04:43,6	29	6,48
Г.М.	м	1,26	04:34,5	26	04:36,0	26	4,98	1,22	04:45,0	29	04:47,0	29	6,68
Р.Д.	м	1,32	04:32,0	26	04:34,0	27	5,94	1,22	04:44,0	28	04:46,0	29	7,18
Б.Ю.	ж	1,28	04:41,0	25	04:41,0	26	3,84	1,35	04:48,0	27	04:47,0	27	4,88
М.К.	ж	1,38	04:44,0	27	04:45,0	28	5,05	1,34	04:51,0	29	04:53,0	30	6,58
Г.О.	ж	1,22	04:45,0	26	04:47,0	26	4,88	1,18	04:54,0	27	04:56,0	28	6,38
И.Л.	ж	1,18	04:49,0	26	04:51,0	26	3,94	1,22	04:58,0	28	04:57,0	29	4,78
В.Д.	ж	1,24	04:51,0	26	04:53,0	27	4,62	1,28	05:02,0	29	05:01,0	30	6,14
К.Д.	ж	1,42	04:56,0	26	04:58,0	26	4,94	1,38	05:08,0	28	05:10,0	29	6,18
О.Е.	ж	1,52	04:54,0	27	04:53,0	28	5,98	1,44	05:03,0	30	05:04,0	31	7,95

Была проведена статистическая обработка результатов теста, рассчитаны средние значения и разброс показателей при плавании в гидрокостюме и без гидрокостюма у мужчин и у женщин. Результаты представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Сравнение результатов теста в плавании в гидрокостюме из неопрена и в тонком стартовом костюме.

Спортсмен	Показатель	В гидрокостюме из неопрена			В тонком стартовом костюме			Разница		
		Средний результат		Лактат итог ммол/л	Средний результат		Лактат итог ммол/л	время, мин, сек	ЧСС уд/10 сек	Лактат ммол/л
		время, мин, сек	ЧСС уд/10 сек		время, мин, сек	ЧСС уд/10 сек				
МУЖЧИНЫ 11 чел.	лучший рез-т	04:18,8	23,00	3,58	04:23,5	24,50	4,31	00:04,7	1,00	0,43
	худший рез-т	04:35,2	26,50	5,94	04:46,0	29,00	7,18	00:12,0	3,00	1,94
	разница	00:16,5	3,50	2,36	00:22,5	4,50	2,87	00:07,3	2,00	1,51
	сред.знач	04:27,0	24,64	4,46	04:34,7	26,55	5,54	00:07,6	1,91	1,08
	станд.откл.	00:05,4	1,25	0,64	00:07,7	1,62	0,90	00:02,5	0,58	0,48
ЖЕНЩИНЫ 7 чел.	лучший рез-т	04:41,0	25,50	3,84	04:47,5	27,00	4,78	00:06,5	1,50	0,84
	худший рез-т	04:57,0	27,50	5,98	05:09,0	30,50	7,95	00:12,0	3,00	1,97
	разница	00:16,0	2,00	2,14	00:21,5	3,50	3,17	00:05,5	1,50	1,13
	сред.знач	04:49,1	26,43	4,75	04:58,0	28,71	6,13	00:08,9	2,29	1,38
	станд.откл.	00:05,6	0,79	0,73	00:07,3	1,22	1,08	00:01,9	0,64	0,37

Обсуждение результатов

Из результатов эксперимента видно, что в гидрокостюме спортсмены плыли заметно быстрее, чем без гидрокостюма. Средняя разница на дистанции 400 м составила: у мужчин - 7,6 сек, (1,9 сек/на 100 м), у женщин - 8,9 сек (2,2 сек/на 100 м).

При этом, показатели пульса и лактата при плавании в гидрокостюме были заметно ниже, чем без гидрокостюма. Средняя разница ЧСС составила: у мужчин – 1,91 уд/10 сек, у женщин – 2,29 уд/10 сек. Средняя разница в величине лактата составила: у мужчин – 1,08 ммоль/л, у женщин – 1,38 ммоль/л.

Такую разницу в физиологических показателях можно объяснить тем, что при плавании в гидрокостюме значительно повышается плавучесть, особенно нижней части тела спортсменов, и для поддержания оптимального обтекаемого положения тела в воде не требуется такого напряжения мышц корпуса и интенсивной работы ног, как без гидрокостюма [1,4].

Анализ результатов теста показал явную корреляционную зависимость между уровнем результатов в плавании и прибавкой в скорости, которую дает гидрокостюм. Коэффициенты корреляции составили: у мужчин - 0,92, у женщин - 0,88. Таким образом, чем ниже уровень подготовленности спортсмена в плавании, тем большую прибавку в скорости дает ему гидрокостюм.

Таблица 3. Ориентировочный уровень улучшения результата при плавании в гидрокостюме из неопрена в зависимости от длины дистанции и уровня мастерства спортсмена.

Уровень мастерства спортсмена в плавании	Ориентировочный уровень улучшения результата на разных дистанциях, сек			
	300 м	500 м	750 м	1500 м
МС-КМС по плаванию	3,6	6,0	9,0	18,0
1 разряд по плаванию	5,7	9,0	13,5	27,0
2 разряд по плаванию	9,0	15,0	22,5	45,0

При принятии решения об использовании гидрокостюма из неопрена необходимо учитывать, что основное назначение гидрокостюма — это защитить тело спортсмена

от переохлаждения в воде. Холодная вода увеличивает затраты энергии на поддержание оптимальной температуры тела, снижает температуру и ухудшает кровоснабжение работающих мышц, понижает уровень специальной работоспособности спортсменов на плавательном этапе и затрудняет вработывание на велосипедном этапе [2].

Выводы

Решение об использовании гидрокостюмов из неопрена на плавательном этапе в триатлоне должно приниматься с учетом следующих факторов:

- погодные условия (при холодной погоде рекомендуется использовать гидрокостюм в любом случае),
- длина дистанции (чем длиннее дистанция, тем большее преимущество даст гидрокостюм),
- уровень подготовленности спортсмена в плавании (чем ниже уровень мастерства спортсмена в плавании, тем большую прибавку в результате даст ему гидрокостюм),
- расстояние от выхода из воды до велосипеда (если это расстояние меньше 60 м, то потери времени на снятие гидрокостюма возрастут),
- уровень развития навыков спортсмена по снятию гидрокостюма (если спортсмен не имеет устойчивых навыков, то потери времени на снятие гидрокостюма могут значительно возрасти).

Практическая значимость

Полученные в ходе эксперимента результаты позволяют рекомендовать использование гидрокостюмов из неопрена в соревнованиях по триатлону на дистанциях плавания 750-1500 м (и длиннее) во всех случаях, когда их использование разрешается правилами соревнований.

На более коротких дистанциях для принятия решения целесообразно использовать расчетные данные, приведенные в Таблице 3.

Список литературы

1. Каунсилмен Дж. Спортивное плавание. Москва. Физкультура и спорт, 1982 г., 208 с.
2. Коц Я.М. Спортивная физиология. Учебник для институтов физической культуры. Москва: Физкультура и спорт, 1998 г. -200 с.
3. Плавание: Учебник для вузов / Под общ. ред. Н.Ж. Булгаковой. — М.: Физкультура и спорт, 2001. — 400 с, ил.
4. Правила вида спорта «ТРИАТЛОН»: Утверждены приказом Министерства спорта Российской Федерации от 11.08.2017 № 743
5. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость: Пер. с англ. - Мурманск: Издательство "Тулома", 2006. - 160 с.

Анализ физической подготовленности юных байдарочников с различным уровнем биологической зрелости

Воронкова Е.С., *voronkova@guorbron.ru*

Квашук П.В., *докт. пед. наук., профессор, pkvashuk@mail.ru*

ГУОР г. Бронницы, Московской области

Аннотация. В статье приводятся экспериментальные данные, которые свидетельствуют о том, что юные байдарочники, отличающиеся более высоким статусом биологической зрелости, имели более высокие результаты в гребле, по сравнению с гребцами, отстающими в биологическом развитии.

Ключевые слова: биологический возраст, физическая подготовленность, юные байдарочники, педагогическое тестирование.

Введение

До настоящего времени в программно-нормативных документах подготовки спортивного резерва основным критерием для установления возрастных границ и категорий юных спортсменов является хронологический (паспортный) возраст, практически не принимается во внимание их биологический возраст, который значительно надежней отражает онтогенетическую зрелость индивидуума, его работоспособность и характер адаптивных реакций [1, 3, 5]. Вместе с тем известно, что индивидуальная изменчивость в росте и развитии детей и подростков исключительно велика.

Перспективность юных гребцов на байдарках часто связывают с уровнем развития силовых качеств и выносливости [4, 6], не принимая во внимание степень их биологической зрелости. В этой связи представляло интерес выявление уровня биологической зрелости, общей и специальной физической подготовленности юных байдарочников 13-14 лет.

Методы и организация исследования

Участники. В исследовании приняли участие юные спортсмены 13-14 лет, специализирующиеся в гребле на байдарках. В общей сложности 64 юных байдарочника, в возрасте $13,62 \pm 0,74$ лет ($M \pm \sigma$). Все участники тренировались на регулярной основе (по 2 часа в день от 4 до 5 дней в неделю). Все юные спортсмены были здоровы и имели медицинский допуск к тренировочной и соревновательной деятельности. Антропометрические показатели (длина и масса тела) были определены по результатам регулярного диспансерного наблюдения.

Возраст. Для определения биологического возраста применялась методика оценки развития вторичных половых признаков [7-9]. У мальчиков подростков учитывались стадии развития: волос на лобке (Р-пубис), в подмышечной области (Ах-аксельярис) и пубертатное набухание сосков (С). В соответствии с возрастными нормативами по сумме набранных баллов устанавливался вариант биологической зрелости. Биологический возраст юных спортсменов, оцененный на уровне III–IV баллов соответствовал паспортному, соответственно оценки ниже и выше этого уровня позволяли отнести юных спортсменов в группы с отстающим или ускоренным биологическим развитием.

Оценка общей и специальной физической подготовленности. Для исследования уровня общей физической подготовленности юных гребцов применялись общепринятые в гребле на байдарках педагогические тесты [2, 4]. Уровень силовых качеств определялся на основании результатов тестов: подтягивание на перекладине, разгибание рук в упоре, подтягивание штанги весом 20 кг лежа на груди, жим штанги 20 кг лежа на спине, прыжок в длину с места. Уровень развития общей выносливости определялся на основании

результатов в беге на 3 км. Тест выполнялся на стандартной беговой дорожке 400 м на стадионе. Уровень развития скоростных качеств определялся на основании результатов в беге на 100 м. Тест выполнялся на стадионе с высокого старта.

Уровень специальной физической подготовленности определялся на основании результатов в тестах по гребле на дистанциях 250, 500 и 1000 м.

Результаты

Выполненное исследование показало, что юные байдарочники, биологический возраст которых оценивается в III–IV балла, т.е. соответствует паспортному, составляли 68% случаев, юные байдарочники, отстающие в биологическом развитии (оценка 0-II балла) составляли 32% случаев, юных спортсменов с опережающими темпами биологического развития выявлено не было.

В таблице 1 представлены показатели общей и специальной физической подготовленности юных байдарочников с различным уровнем биологической зрелости.

Таблица 1. Показатели физической подготовленности юных байдарочников с различным уровнем биологической зрелости

№ п/ п	Показатели Indicators	Группа 1 (circum) Group 1 (circum) n=43	Группа 2 (Pre) Group 2 (Pre) n=21	P	
		$X_1 \pm m$	$Y_1 \pm m$		$X_1 - Y_1$
1	Длина тела, см	162,1±3,86	156,4±4,73	<0,05	
2	Масса тела, кг	54,3±5,42	49,2±6,14	<0,05	
3	Прыжок в длину с места, см	223,6±2,82	216,5±5,61	<0,05	
4	Подтягивание на перекладине, раз	9,4±0,72	8,3±0,60	>0,05	
5	Разгибание рук в упоре, раз	47,2±4,81	43,4±3,45	>0,05	
6	Подтягивание штанги 20 кг к груди, кол-во раз за 2 мин	38,6±2,8	31,4±2,2	<0,05	
7	Жим штанги лежа 20 кг, кол-во раз за 2 мин	34,4±2,2	26,9±2,5	<0,05	
8	Бег 100 м, с	14,0±0,33	14,9±0,14	<0,05	
9	Бег 3 км, мин., cs	14.42±0.22	14.74±0.34	>0,05	
10	Гребля	1000 м, с	274,35±16,46	294,32±16,8 1	<0,05
11		500 м, с	141,34±6,26	149,56±8,32	<0,05
12		250 м, с	68,64±3,68	74,72±4,82	<0,05

Выявлено, что юные байдарочники, уровень биологической зрелости которых соответствовал паспортному возрасту (группа 1), имели более высокие показатели длины и массы тела по сравнению с юными гребцами, отстающими в биологическом развитии (группа 2). Необходимо отметить, что байдарочники первой группы имели преимущество в тестах, отражающих уровень развития скоростно-силовых качеств («Прыжок в длину с места», «Подтягивание штанги 20 кг к груди за 2 мин» и «Жим штанги лежа за 2 мин») по сравнению с гребцами второй группы. Можно предположить, что их преимущество в этих тестах определяется не только уровнем развития силы, но и большими габаритными

размерами тела.

В тестах «Подтягивание на перекладине» и «Разгибание рук в упоре» достоверных отличий между байдарочниками первой и второй групп выявлено не было. По-видимому, эти тесты для юных байдарочников ассоциируются в большей степени с уровнем развития общей выносливости, чем с уровнем развития силовых качеств.

Анализ результатов беговых тестов свидетельствовал о преимуществе байдарочников первой группы над гребцами второй группы в тесте «Бег на 100 м», что косвенно подтверждает их более высокий скоростно-силовой потенциал. Вместе с тем в тесте «Бег на 3 км», отражающем уровень развития общей выносливости и аэробного механизма энергообеспечения у юных гребцов на байдарках достоверных отличий между группами не выявлено.

Выводы

Изучены показатели общей и специальной физической подготовленности юных байдарочников с разным уровнем биологического развития. Показано, что 2/3 юных спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках, по степени биологической зрелости соответствуют хронологическому возрасту, отстают от своих сверстников по темпам биологического созревания около 1/3 юных байдарочников.

Результаты исследования позволяют констатировать, что уровень специальной физической подготовленности юных байдарочников в значительной степени определяется уровнем их биологического созревания. Так юные байдарочники, отличающиеся более высоким статусом биологической зрелости, имели более высокие результаты в гребле на всех исследованных дистанциях, по сравнению с гребцами, отстающими в биологическом развитии.

Список литературы

1. Абрамова, Т.Ф. и др. Возрастные особенности функционального состояния и физической подготовленности у спортсменов, специализирующихся в академической гребле / Т.Ф. Абрамова, А.И. Головачев, Т.М. Никитина, Т.М. Замотин, Н.И. Кочеткова, О.А. Гилярова, Н.М. Якутович // Вестник спортивной науки. - 2016. - № 4. - С. 33-39.
2. Гребля на байдарках и каноэ. Примерная программа спортивной подготовки для детско-юношеских спортивных школ, специализированных детско-юношеских школ олимпийского резерва (этапы спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства) [Текст] / Авторы-состав. В.Ф. Каверин; А.П. Ткачук, И.И. Столов. – М.: Советский спорт, 2004.– 132 с.
3. Квашук, П.В. Актуальные направления системы научного и медицинского обеспечения подготовки спортсменов высокой квалификации и резерва [Текст] / П.В. Квашук, Г.Н. Семаева // Вестник спортивной науки. – 2017. - №6. - С. 14 - 19.
4. Очерки по теории и методике гребли на байдарках и каноэ [Текст] / Составители: С.В. Верлин, В.Ф. Каверин, П.В. Квашук, Г.Н. Семаева. – Воронеж: Центрально-черноземное книжное издательство, 2007. – 173 с.
5. Платонов, В.Н. Теоретико-методологические основы спортивного отбора и ориентации в современном спорте высших достижений [Текст] / В.Н. Платонов // Наука в олимпийском спорте. - 2018. - №3 - С. 24-51.
6. Пригодич, Д.Н., Давыдов, В.Ю., Журавский, А.Ю. Отбор в гребле на байдарках детей 11 – 12 летнего возраста на основе антропометрических показателей / Д.Н. Пригодич, В.Ю. Давыдов, А.Ю. Журавский // Здоровье для всех. - № 2. - 2016. - С.16-20
7. Штефко, В.Г. Схема клинической диагностики конституциональных типов / В.Г. Штефко, А.Д. Островский. - Л.: Биомедгиз, 1929. – 79 с.
8. An assessment of maturity from anthropometric measurements / R.L. Mirwald,

A.D. Baxter-Jones, G. Bailey, D.A., G.P. Beunen // *Medicine and Science in Sports and Exercise*.- 2002.- Vol. 34(4).- P. 689–694.

9. Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications / R. Malina, [A.D. Rogol](#), [S. Cumming](#), [M.J. Coelho-e-Silva](#), A.J. Figueiredo // [British Journal of Sports Medicine](#).- 2015.- Vol. 49(13).- P. 852-859.

Abstract. The article provides experimental data that indicate that young kayakers with a higher status of biological maturity had higher results in rowing, compared with rowers who lagged behind in biological development.

Key words: biological age, physical fitness, young kayakers, pedagogical testing.

Динамика компонентов соматотипа спортсменов в зависимости от возраста и спортивной специализации

Выборная К.В. *dombim@mail.ru*

Семенов М.М. *muradin-81@mail.ru*

Лавриненко С.В. *lavrinenko.sem@yandex.ru*

Раджабкадиев Р.М. *89886999800@mail.ru*

Д.Б. Никитюк, член-корр РАН, доктор мед. наук, профессор *dimitrynik@mail.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Россия

Аннотация. В статье приводятся данные, свидетельствующие о том, что соматотип является лабильной морфологической единицей и изменяется в зависимости от возраста, весовой категории и игрового амплуа. На примере гимнасток показана возрастная динамика соматотипа от эктомезоморфного 2,2-3,7-3,1 (с преобладанием мышечного компонента тела) к мезоэкторморфному 2,2-3-4,8 (с преобладанием костного компонента). На примере боксеров показана динамика соматотипа от эктомезоморфного 2,3-5,1-3,2 (с преобладанием мышечного и костного компонентов) до эндомезоморфного 4,0-6,1-1,1 (с преобладанием мышечного и жирового компонентов) с увеличением весовой категории. На примере хоккеисток показана особенность соматотипа в зависимости от игрового амплуа – нападающие имеют достоверно меньший балл эндоморфии, чем защитники и вратари, что говорит о том, что у них меньше развит жировой компонент, чем у представителей других амплуа.

Ключевые слова: художественная гимнастика, женский хоккей, бокс, соматотипирование, схема Хит-Картера.

Введение

Спортивная соматотипология является одним из распространенных практических медико-биологических направлений науки. В спорте высших достижений изучение конституциональных особенностей, наряду с основными антропометрическими показателями и показателями состава тела, является актуальным и важным для профессионального отбора, отслеживания динамики физического развития, средством ранней диагностики нарушений в физическом развитии [1].

Соматотип – это изменяемая под влиянием спортивных нагрузок морфологическая единица (категория), с помощью которой можно объективно оценить соотношение тканей в организме спортсмена. Представители видов спорта, где требуется набор массы тела за счет как мышечной, так и жировой массы, или тех видов спорта, где требуется строгий контроль массы тела, особенно контроль жировой массы в сторону ее снижения, соответственно являются носителями разных соматотипологических профилей.

Целостный соматотип складывается из 3 компонентов – жирового (ENDO, эндо), мышечного (MESO, мезо) и костного (ECTO, экто). Эти компоненты в определенном балльном соотношении отражают соматотип индивида на настоящий момент времени. Следует помнить, что компоненты соматотипа претерпевают изменения под воздействием ряда внешних факторов, прежде всего питания и физических нагрузок. Морфологическая адаптация организма к физическим нагрузкам характерна для каждого вида спорта и зависит от особенностей специализации [1].

Цели

1. Изучить изменчивость соматотипа гимнасток в зависимости от принадлежности к возрастным группам;
2. Изучить изменчивость соматотипа боксеров в зависимости от весовой категории;
3. Изучить изменчивость соматотипа хоккеисток в зависимости от игрового амплуа.

Материалы и методы

Обследовали:

1. девочек и девушек, занимающихся художественной гимнастикой (n=102, 6-17 лет),
2. высококвалифицированных боксеров (n=161, средний возраст - $20,2 \pm 2,6$ лет) - членов молодежной и взрослой национальных сборных команд России,
3. женщин - игроков женской сборной команды России по хоккею с шайбой (n=25, средний возраст $22,4 \pm 3,6$ лет).

Изучали соматотипологический профиль обследованных спортсменов.

Биоимпедансные измерения выполняли с помощью анализатора состава тела и водных секторов организма ABC-01 «МЕДАСС» (НТЦ «МЕДАСС», Россия) [2]. Оценку компонентов соматотипа ENDO (жировой компонент), MESO (мышечный компонент) и ECTO (костный компонент) по схеме Хит-Картера (в баллах) на основе показателей биоимпедансометрии получали согласно рекомендованным формулам, которые реализованы в программном обеспечении ABC01_0362 анализаторов состава тела ABC-01 [3]. Обработка данных выполнялась с использованием программы Statistica 7. Проверку достоверности различия средних значений изучаемых признаков оценивали по t-критерию Стьюдента, достоверными считали различия при $p < 0,05$.

Результаты

Полученные результаты представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1. Динамика компонентов соматотипа художественных гимнасток в зависимости от возрастной принадлежности

Возрастная группа, лет	Балльное значение компонентов соматотипа (эндо-мезо-экто)
6, n=4	2,2-3,7-3,1
7, n=15	1,9-3,6-3,5
8, n=6	2,0-3,4-4,0
9, n=8	1,8-3,6-4,1
10, n=17	1,9-3,3-4,5
11, n=16	2,1-3,5-4,4
12, n=15	1,9-3,3-4,6
13, n=9	2,0-3,4-4,6
14, n=8	1,7-2,8-5,4
15, n=4	1,4-2,9-5,5
16, n=3	2,0-2,9-5,1
17, n=6	2,2-3,0-4,8

При анализе полученных данных была прослежена определенная динамика компонентов соматотипа гимнасток в зависимости от возраста. Менее всего выявлены колебания эндоморфного компонента, отвечающего за развитие жировой массы тела. Его показатели остаются в среднем на уровне 2-х баллов в разных возрастных группах, имея среднегрупповые колебания от 1,4 до 2,2 балла. Значения мезоморфного компонента уменьшаются с увеличением возраста: в 6 лет этот показатель составляет 3,7 балла, а к 17 годам – уже 3,0 балла. Экзоморфный компонент, отвечающий за костный компонент и степень вытянутости скелета, в группе гимнасток имеет самые большие колебания – от 3,1 до 5,5 балла. В группе художественных гимнасток все различия по экто-, мезо- и эндоморфному компонентам между представительницами всех возрастных групп недостоверны ($p>0,05$).

Таблица 2. Динамика компонентов соматотипа высококвалифицированных боксеров в зависимости от весовой категории

Дисциплина О.В.К.	Балльное значение компонентов соматотипа (эндо-мезо-экто)
52, n=21	2,3-5,1-3,2
57, n=20	2,4-5,3-2,9
63, n=30	2,4-5,3-2,8
69, n=33	2,8-5,7-2,3
75, n=15	3,0-5,6-2,1
81, n=19	3,2-5,5-2,1
91, n=11	3,4-5,8-1,6
91+, n=15	4,0-6,1-1,1

При анализе полученных данных была прослежена определенная динамика компонентов соматотипа боксеров в зависимости от весовой категории - при увеличении весовой категории возрастает значение компонента ENDO от 2,3 до 4,0 балла, возрастает значение компонента MESO от 5,1 до 6,1 балла (хорошее развитие мышечного компонента у представителей всех весовых групп) и уменьшается значение компонента ЕСТО от 3,2 до 1,1 как показатель того, что с увеличением массы, длины, индекса массы тела и весовой категории компонент, отвечающий за грацильность и вытянутость скелета, теряет свой «вес» в соматотипологическом профиле боксеров. По эндоморфному и эктоморфному компонентам выявлены различия у представителей весовой категории «52» от весовых категорий «91» и «91+», и представителей весовых категорий «57», «63» и «69» от представителей весовой категории «91+». По мезоморфному компоненту достоверных различий между представителями всех весовых категорий не выявлено ($p>0,05$).

Таблица 3. Динамика компонентов соматотипа высококвалифицированных хоккеисток в зависимости от игрового амплуа

Игровое амплуа	Балльное значение компонентов соматотипа (эндо-мезо-экто)
Защитники, n=9	4,4-5,2-1,7
Нападающие, n=13	3,9-5,0-2,2
Вратари, n=3	4,5-4,7-2,4

При анализе полученных данных было показано, что наиболее встречаемым соматотипом среди хоккеисток был эндомезоморфный, с превалированием мышечного компонента тела; к нему относилось 64% обследованных. На втором месте по распространенности был соматотип мезо-эндо с хорошо развитым как мышечным, так и жировым компонентами тела (20% обследованных). 12 % обследованных относилось к центральному и 4% - к мезоэндоморфному соматотипам. При этом соматотипологическая диагностика показала, что нападающие имеют достоверно меньший балл эндоморфии, чем защитники и вратари. В группе хоккеисток все различия по экто-, мезо- и эндоморфному компонентам между представительницами трех игровых амплуа недостоверны ($p > 0,05$).

Выводы

Соматотипологическая оценка показала, что:

1. В группе гимнасток с увеличением возраста и уровня спортивного мастерства выражена динамика соматотипа от эктомезоморфного 2,2-3,7-3,1 (с преобладанием мышечного компонента тела) к мезоэктоморфному 2,2-3-4,8 (с преобладанием костного компонента);
2. В группе высококвалифицированных боксеров с увеличением весовой категории выражена динамика соматотипа от эктомезоморфного 2,3-5,1-3,2 (с преобладанием мышечного и костного компонентов) до эндомезоморфного 4,0-6,1-1,1 (с преобладанием мышечного и жирового компонентов);
3. В группе хоккеисток 64% обследованных относились к представительницам эндомезоморфного соматотипа. При разделении на игровые амплуа показано, что нападающие имеют достоверно меньший балл эндоморфии, чем защитники и вратари, что говорит о том, что у них меньше развит жировой компонент, чем у представительниц других амплуа.

Заключение

Динамика соматотипа в спортивной практике – это закономерная изменчивость балльных значений компонентов соматотипа и их соотношения в зависимости от вида спорта, пола, целей тренировки, возраста, весовой категории. Баллы компонентов соматотипа отражают развитие жирового, мышечного и костного компонентов тела и претерпевают изменения в течении всей тренировочной и соревновательной жизни спортсменов.

Список литературы

1. Дорохов, Р. Н. Спортивная морфология / Р. Н. Дорохов, В. П. Губа. – М.: СпортАкадемПресс, 2002. – 340 с.
2. Мартиросов Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г.Мартиросов, Д.В.Николаев, С.Г.Руднев. - М.: Наука, 2006. - 248 с.
3. О новом протоколе оценки соматотипа по схеме Хит-Картера в программном обеспечении биоимпедансного анализатора состава тела / В.А. Колесников, С.Г. Руднев, Д.В. Николаев, А.В. Анисимова, Е.З. Година // *Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология.* — 2016. — № 4. - С. 4–13.

БАД в энергообеспечении спортсмена

Гаврилова Е.А. доктор мед. наук, проф., gavrilovaea@mail.ru

ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова Минздрава России, Санкт-Петербург

***Аннотация.** Проведен системный обзор научных исследований, по ключевым словам: спортивное питание, нутрицевтики, биологически активные добавки (БАД) в двух электронных базах Elibrary.ru и Pubmed. Предпринят обзор работ по использованию БАД в спорте для ускорения метаболизма, усиления энергообеспечения и выведения веществ, лимитирующих энергообеспечение в спорте, особенно молочной кислоты. Обзор современной литературы по вопросу использования БАД в спорте, приведенных в статье, свидетельствует о том, что данный аспект спортивной подготовки в значительной мере способствует повышению конкурентоспособности атлетов, что подтверждено множеством экспериментальных доказательных исследований и практикой их применения в спорте. Игнорирование этой части медико-биологического обеспечения может даже правильно спланированный тренировочный процесс сделать неэффективным.*

***Ключевые слова:** спорт, спортсмены, энергообеспечение, спортивное питание, БАД в спорте.*

Введение

Основными источниками энергии при выполнении физических нагрузок являются: АТФ, креатинфосфат мышц, глюкоза крови, гликоген печени и мышц, жирные кислоты. Однако во время выполнения нагрузки одновременно происходят также и ряд лимитирующих энергообеспечение реакций. Увеличивается содержание молочной кислоты в крови, которая выделяется с потом и мочой. В крови и моче обнаруживаются продукты миолиза скелетных мышц, белкового катаболизма (мочевина, мочева кислота, аммиак). Потеря воды приводит иногда к снижению веса тела спортсмена до 2 кг. Правильно подобранные специализированные продукты и биологически активные добавки (БАД) к пище решают ряд проблем энергообеспечения и на сегодня становятся важным компонентом спортивного успеха, способствуют повышению конкурентоспособности спортсмена.

Сегодня отношение к специализированному питанию и БАД в спорте носит противоречивый характер. Часть тренеров и врачей явно переоценивают роль БАД в подготовке спортсменов, а их оппоненты порой незнакомы или даже игнорируют результаты исследований, которые доказывают эффективность использования специализированного питания и БАД в тренировочном процессе.

Тем не менее, в настоящее время проявляется большой интерес к вкладу специализированного питания в оптимизацию тренировок и спортивных результатов, и ведутся серьезные споры о потенциальной эргогенной ценности некоторых пищевых добавок (Porrini M., Del Bo C., 2016; Kerksick CM. с соавт., 2017). Однако большинство продуктов, используемых спортсменами, не предоставляют достаточных научных доказательств их эффективности в улучшении физической работоспособности, а также специфичности действия и безопасности. В представленной работе проанализированы доказательные исследования по эргогенной эффективности некоторых из самых популярных БАД, используемых спортсменами.

Целью исследования явился анализ современных представлений о стимуляции энергообеспечения спортсмена путем назначения БАД, основанный на современных данных научных доказательных исследований в области спортивной нутрициологии.

Материалы и методы исследования

Проведен системный обзор научных исследований по ключевым словам: энергообеспечение, спортивное питание, нутрицевтики, биологически активные добавки в двух электронных базах Elibrary.ru и Pubmed.

Результаты

Аденозинтрифосфат (АТФ) - универсальный источник энергии работающих мышц. До 30-й сек нагрузки АТФ в организме образуется исключительно анаэробным путем (запасы АТФ мышц, алактатный и гликолитический). После 30-й секунды отмечается смешанный тип образования энергии, а после 50-й сек происходит резкий подъем мощности аэробного гликолиза (Волков, Н.И., 2016). От своевременного поступления и синтеза организмом креатинфосфата, глюкозы и жиров, имеющих определенную эргогеническую ценность, во многом будет зависеть энергообеспечение спортивной деятельности. Однако стимуляция процессов энергообеспечения возможна при приеме спортсменами ряда биологически активных добавок.

Энергообеспечение за счет АТФ мышц обычно осуществляется в течение 2-10 секунд. Молекула АТФ состоит из аденина, рибозы и трех фосфатов. Качественный и быстрый синтез АТФ возможен только при поддержании высокого уровня анаболических гормонов (тестостерона и инсулина) и низкого – катаболических гормонов (катехоламинов и кортизола).

В линейках спортивного питания выпускается *рибоза* как в моноформе, так и вместе с *креатином*. Их однократный совместный прием 2-5 г в день поможет обеспечить удлинение энергообеспечения игры за счет АТФ мышц до 20 сек.

В 2014 году R. Jager с соавт. доказали универсальное эргогенное действие высоких доз АТФ (400 мг/день) при курсовом 12-недельном назначении. Авторы отмечали повышение силы и мощности скелетных мышц - от 30% и выше. В 2012-2016 г.г. серией рандомизированных двойных-слепых плацебо- и дието-контролируемых исследований эргогенного действия пищевых добавок АТФ (кишечно-растворимые препараты *Peak ATP*, *АТФ-лонг*) было доказано, что пищевые добавки АТФ в дозе 400 мг в день от 15 дней способствуют снижению мышечной усталости и повышают показатели силы мышц не в результате повышения экзогенного уровня АТФ, а по причине включения ее эндогенного синтеза в мышечных волокнах за счет нейро-гуморальной активизации через клетки кишечника (Arts I.C. с соавт., 2012).

Однако наибольшей степенью доказательности для повышения экзогенного уровня АТФ обладает комбинация АТФ с *гидроксиметилбутиратом (НМВ)* - органической кислотой, которая образуется в организме человека вследствие расщепления аминокислоты лейцина (Albert F.J. с соавт., 2015). Данная комбинация НМВ (3 г/день) и АТФ (400 мг/день) синергично увеличивает силу и мощность скелетных мышц за счет эндогенного синтеза АТФ даже в условиях предельных физических нагрузок.

Алактатный механизм энергообеспечения - самый мощный с выделением 13 кал/с на 1 кг веса тела, но менее емкий, чем гликолитический механизм. Алактатная работоспособность проявляется в зоне максимальной мощности, которую можно сохранить лишь в течение 15-20 сек. За счет алактатного источника энергообеспечения решаются различные технико-тактические задачи в спорте. Этот период энергообеспечения обеспечивается преимущественно креатинфосфатным способом образования АТФ и его эффективность зависит от содержания в мышцах креатинфосфата.

Креатин - это одна из самых популярных эргогенных добавок, даже среди юных спортсменов (Metzl, J.D. с соавт., 2001). По данным консенсуса международного Олимпийского комитета креатин имеет убедительные доказательства повышения производительности спортсмена (Maughan R.J. с соавт., 2018). Международная ассоциация атлетических федераций (Burke L.M. с соавт., 2019) относит креатин к группе доказательных добавок.

На сегодняшний день представляется наиболее вероятным положение о способности креатина ослаблять признаки мышечного утомления в условиях множественных повторяющихся циклов высокоинтенсивных упражнений короткой продолжительности. Влияние пищевых добавок креатина на выполнение преимущественно анаэробных упражнений, связано с его положительным влиянием на нервно-мышечную функцию путем усиления обратного захвата ионов кальция в саркоплазматическом ретикулуме мышечных клеток, ускоряя все этапы образования и разъединения актомиозиновых мостиков (Bazzucchi, I. с соавт., 2009). Использование креатина показало положительное влияние на анаэробные тесты производительности, в частности креатин продемонстрировал большое и значительное влияние на результаты теста Вингейта ($p < 0,001$) (Mielgo-Ayuso J. с соавт., 2019).

Еще одним механизмом действия креатина может быть повышение запасов гликогена в мышцах за счет экспрессии белка-переносчика глюкозы GLUT4 (Дмитриев А.В., Калинин А.А., 2017). Однако для поддержания запасов гликогена в мышцах пищевые добавки креатина следует комбинировать с высокоуглеводной диетой.

Креатин оказывает защитное действие в отношении мышечных повреждений за счет увеличения буферной кальциевой емкости мышц и торможения кальций-активирующих протеаз. Кроме того, прием креатина в посттренировочный период усиливает регенерационный ответ организма (анаболическое действие), ускоряя восстановление. Дополнительным преимуществом могут стать и антиоксидантные свойства креатина.

По данным J. Mielgo-Ayuso с соавт. (2019) добавка креатина с нагрузочной дозой 20-30 г в день, принимаемая внутрь в течение 6-7 дней, а затем 5 г в день в течение 9 недель или с низкой дозой 3 мг на кг веса тела в день в течение 14 дней оказывает положительное влияние на улучшение тестов физической работоспособности, связанных с анаэробным метаболизмом, особенно анаэробной силой, у футболистов.

Достигнуть большего эффекта алактатного периода энергообеспечения можно принимая креатин, используя моменты, когда он наиболее полно усваивается организмом: в утренние часы и в период белково-углеводного окна в течение 30 минут после тренировки. Креатин транспортируется в мышцы через кровь, а, как известно, после интенсивных упражнений, кровотока значительно улучшается. Это - идеальное время, поскольку углеводы не только создают благоприятный транспортный фон для отправки креатина в мышечное депо (глюкоза является проводником креатина в клетку), но и усиливают его полезные свойства. Можно также растворять креатин в углеводном напитке. До и во время занятий пить добавку не следует, ее применение может привести к дегидратации. Креатиновые добавки не только значительно повышают внутримышечный уровень креатина и фосфокреатина, но и сдерживают уровень молочной кислоты, которая является лимитирующим фактором на следующем этапе энергообеспечения.

Анаэробный гликолитический механизм энергообеспечения менее мощный (9 кал/с на 1 кг веса), чем алактатный, но более емкий. Гликолитический механизм энергообеспечения более медленный по скорости развертывания, чем алактатный. В процессе анаэробного гликолиза глюкоза превращается в пировиноградную кислоту (пируват), давая при этом энергию для синтеза всего лишь двух молекул АТФ.

Гликолитические возможности спортсмена целиком зависят от запасов углеводов, находящихся в виде гликогена в мышцах, печени и в виде свободной глюкозы в крови. За счет гликолитического механизма спортсмен выполняет различные физические упражнения с субмаксимальной мощностью, поддерживая высокий темп. Анаэробный гликолиз - главный путь энергообеспечения в спринте. Важный вопрос в стимуляции анаэробного гликолиза у спортсмена - создание запасов углеводов в виде гликогена мышц и печени. Дефицит гликогена приводит к утомляемости, потере скорости, силы, мощи во время тренировок и соревнований. Важный момент в запасании углеводами - правильно построенный тренировочный процесс.

По мнению Элен Колеман «Аэробные тренировочные нагрузки могут увеличить

уровень накопления мышечного гликогена в 5 раз». Соответственно, аэробные тренировки должны стать частью тренировочного процесса в любом виде спорта.

Международное общество спортивного питания (Kerksick СМ. с соавт., 2017) рекомендует 8-12 г углеводов на кг веса тела спортсмена в день.

Для создания весомого запаса гликогена углеводы должны быть сложными для поддержания уровня гликемического индекса: овощи, зерновые, хлеб, макароны, крупы, рис, бобовые. Простые углеводы (хлебобулочные и кондитерские изделия) вызывают быстрое выраженное увеличение в крови уровня инсулина, что способствует развитию гипогликемии в процессе тренировки. Но поскольку сложно употребить столь огромное количество углеводов в день, специалисты по питанию для их восполнения рекомендуют заменить их употребление на тренировках на концентрированные соки, напитки и БАДы с высоким содержанием углеводов. Американский колледж спортивной медицины рекомендует употребление углеводов 0,7 г/кг в час во время занятий в 6-8% растворе (6-8 г на 100 мл жидкости) в составе глюкозо-электролитных напитков с целью поддержания уровня глюкозы в крови, предотвращения обезвоживания и уменьшения иммуносупрессивного эффекта усиленных тренировок (Kreider, R.V. с соавт., 2010). Международное общество спортивного питания (Kerksick СМ. с соавт., 2017) считает, что во время тренировок скорость потребления углеводов должна составлять 30-60 г углеводов в час в 6-8% растворе углеводно-электролитных напитков на протяжении всей тренировки. Позиция общества рассматривает также добавление белка в напитки, что может помочь повысить производительность, уменьшить повреждение мышц, способствовать эугликемии и облегчить повторный синтез гликогена. Употребление углеводов отдельно или в сочетании с белком во время упражнений с отягощениями увеличивает запасы гликогена в мышцах, уменьшает повреждение мышц, и способствует большей адаптации к острым и хроническим тренировкам. По мнению Общества (Kerksick СМ. с соавт., 2017), вмешательства по питанию до и после тренировки (углеводы + белок) являются эффективной стратегией для поддержки увеличения силы и улучшения состава тела.

После тренировки и соревнований необходимо восстановить депо гликогена. В течение 30 минут после окончания игры (так называемое «углеводное окно») необходимо принять минимум углеводов в соответствии с весом тела: на 1 кг веса тела – 1 г углеводов. Затем - 150 г углеводов не менее чем через 2 часа после тренировки. В противном случае восстановление депо углеводов может затянуться на 18 часов и более. А при наличии второй тренировки в этом случае депо гликогена будет истощены (Рылова Н.В., Самойлов А.С., 2013).

В случае применения этих продуктов в период «углеводного окна» (первые 30 мин.) процесс синтеза гликогена на 60% происходит уже в течение первых двух часов после тренировки, а не затягивается на целый день, снижая тем самым процессы восстановления и готовности спортсмена. Прием средств экстренной компенсации углеводно-энергетических затрат на тренировке и соревнованиях (углеводно-минеральных напитков) дает возможность восполнить энерготраты уже по ходу тренировки, улучшить ряд показателей работоспособности, сердечно-сосудистой системы, водно-солевого обмена и термогенеза, а также восстановить гликогеновые депо.

Для суперкомпенсации гликогена мышц и печени уместно рассмотреть такой диетический прием, как тайпер-диета (Пшендин А.И., 2003). За неделю до ответственного старта из рациона спортсмена удаляются продукты, содержащие углеводы (хлеб, макароны, крупы, кондитерские изделия и сахар). Рацион в этот период должен быть белково-жировым и включать продукты с большим содержанием клетчатки – сырые овощи, зелень, отруби. На фоне белково-жирового рациона в течение трех дней проводятся достаточно интенсивные тренировки. Затем в оставшиеся три дня спортсмена переводят на богатый углеводами рацион, снижая интенсивность тренировочных нагрузок. Этот рацион должен включать фрукты, овощи, крупяные и макаронные изделия, хлеб, различные продукты, кондитерские изделия, кисели. Важно соблюдать очередность и правильность диеты и физических нагрузок. Если есть возможность, то тренировки в период углеводного рациона можно не проводить совсем.

Эффект от воздействия тайпера достигается в течение суток. Следует подчеркнуть, что при проведении тайпера нужно обращать внимание на индивидуальные особенности его протекания. Так, у спортсмена при белково-жировом рационе могут появиться расстройство желудка, тошнота, рост мочевины в сыворотке крови. От лишнего аммиака в этот период может избавить прием цитруллина. Схематично тайпер выглядит так:

- 1-3 - й день - истощающая физическая нагрузка на фоне белково-жировой диеты, клетчатка, отруби и цитруллин поможет избавиться от аммиака;
- за 4-5 -й день спортсмена переводят на богатый углеводами рацион, интенсивность нагрузки резко снижают;
- на 6 -7 день - суперкомпенсация гликогена.

Впервые такую схему питания рекомендуется проводить в менее ответственной ситуации, чем соревнования. Кроме того, наблюдения за спортсменами показывают, что не всегда и не во всех случаях достигается положительный эффект (как правило, лишь в 50-60% случаев). Вероятно, это связано с индивидуальными особенностями обмена веществ и энергообеспечения организма спортсменов (Гольберг Н.Д., Дондуковская Р.Р., 2009).

Способность спортсмена выдерживать длительные запредельные нагрузки обеспечивается не только анаэробным, но и аэробным запасом энергии. Аэробные запасы энергии – это общая выносливость с использованием в качестве катализатора кислорода. Аэробные возможности организма особенно важны на ранних этапах спортивной подготовки, а также после болезни или травмы спортсмена. Меньше эти способности используются в соревновательном и в переходном этапе. Для накопления аэробных запасов энергии используются сухие тренировки – бег на стадионе или в парке, езда на велосипеде, плавание, зимой – бег на лыжах и коньках. Включение в тренировочный процесс спортсменов тренировок на выносливость активизирует цикл Кребса за счет возрастания количества митохондрий в мышечных волокнах, в которых протекает данный биохимический процесс.

Теоретически **аэробный гликолиз** начинает включаться только после 30-й секунды и превалирует только после 50-й. В этот период пируват превращается в Ацетил-КоА, который в результате серии реакций в цикле Кребса дает уже 38 молекул АТФ.

Одна из этих реакций создает *янтарную кислоту (сукцинат)*. Если янтарная кислота встраивается в цикл Кребса извне, принятая в виде БАД, происходит усиление клеточного дыхания, улучшение обмена веществ и высвобождение энергии. Добавление сукцината извне не только активизирует цикл Кребса, но и ускоряет выведение лактата.

Для определения суточной потребности организма в янтарной кислоте массу тела спортсмена нужно умножить на 0,03 грамма. Янтарную кислоту принимают единожды в день сразу после завтрака. Профилактически можно принимать 1-2 месяца до 300 мг в сутки.

Подобным действием обладает также *коэнзим Q10*. Он необходим для эффективного синтеза АТФ. Присутствующий во всех клетках тела коэнзим Q10 причастен к выработке 95% всей клеточной энергии. Его важность как агента, продуцирующего кислород, вряд ли можно переоценить. Показано, что антиоксидантная активность коэнзима Q10 более, чем в 2 раза превышает активность витаминов. В зависимости от задач тренировочного процесса коэнзим Q10 назначают от 100 до 300 мг в сутки.

От жирнокислотного состава билипидного слоя мембран клеток зависит её микровязкость, подвижность и проницаемость. Ненасыщенность жирнокислотного состава клеточных мембран организма - одна из самых важных характеристик адаптивных возможностей организма, в том числе, и при адаптации организма к условиям спортивной деятельности. Оптимальная пропорция жирных кислот клеточных мембран способствует также блокированию вхождения в цитозоль кальция и, тем самым, предупреждает быстрое АТФ - дефицитное разрушение клеточных структур, прежде всего, митохондрий - энергетических фабрик клетки.

Включение омега-3 и рыбьего жира в программы спортивной подготовки профессиональных спортсменов носит направленный научно-обоснованный характер, и преследует цель снизить соотношение омега-6/омега-3 жирных кислот до величин примерно

3,5-4:1, чему соответствует японская кухня и кухни средиземноморья (рыба, морепродукты, растительные жиры) (Clayton P.R. с соавт., 2015). В то же время пропорция омега-6 и омега-3 в пищевом рационе россиян по жирнокислотному составу приближается к 20:1. Нарушение этого соотношения - распространенное явление в жизни россиян и спорте, которое способствует усилению хронических воспалительных процессов, снижению физической готовности и спортивных результатов. Снижение соотношения омега-6/омега-3 с 12,5:1 до 3,5:1 снизило процент пропуска тренировок и выступлений из-за инфекций и травм с 85% до 57%, повысились показатели физической готовности, улучшились самочувствие и место, занимаемое командой в турнирной таблице (Clayton P.R. с соавт., 2015).

Омега-3 ПНЖК входят в обязательную программу медико-биологического обеспечения ведущих команд мира, а также университетского спорта. Роль омега-3 ПНЖК можно охарактеризовать общим девизом: «Не для повышения силы и выносливости, но для увеличения времени и качества пребывания в строю». В этих условиях большую роль играет поступление омега-3 в виде БАДов или дополнительное потребление спортсменами рыбьего жира, льняного масла, содержащего в своем составе много омега-3. Поскольку жирные кислоты стимулируют процессы перекисного окисления липидов, то при их потреблении необходимо одновременно назначать витамин Е, который предохраняет ненасыщенные липиды плазматической мембраны от разрушения пероксидами липидов. По этой же причине в соревновательный период дополнительное поступление омега-3 следует прерывать.

Отдельного рассмотрения заслуживает **вопрос о борьбе с лактоацидозом**, который является лимитирующим фактором в энергообеспечении спортсмена. Если в тканях недостаточно кислорода для окисления пирувата, он превращается в молочную кислоту (лактат) и накапливается в крови до тех пор, пока нагрузка на организм не снизится и не поступит достаточное количество кислорода. С ростом лактата снижается и энергообеспечение организма спортсмена, наступает утомление и отказ от работы в заданном темпе. Для профилактики данного состояния встает вопрос о способах предотвращения превращения пирувата в лактат. Нейтрализация лактата осуществляется буферными системами и зависит от буферной емкости крови.

Во-первых, никаких препаратов для снижения уровня лактата на тренировках применять не рекомендуется. Организм должен приучать работать свои системы в условиях закисления среды. Тренировки в этих условиях можно назвать метаболическими тренировками для усиления процесса рециклизации лактата в цикле Кори, тренируя свои буферные системы. Повышение лактата в крови и тренировка метаболических путей по его быстрой утилизации вызывает предотвращение накопления лактата с сохранением физической работоспособности спортсмена. Более того, для усиления закисления в качестве тренировки можно в рацион спортсменов в подготовительный период добавлять кисломолочные продукты. Этим приемом пользуются чабаны высокогорных пастбищ. За месяц до перегона скота они увеличивают употребление в пищу кисломолочных продуктов (Мухамеджанов Э.К. с соавт., 2014).

Существуют альтернативные пути превращения пирувата в вещества, которые не обладают лимитирующим действием на энергообеспечение (аланин, щавелевоуксусная кислота, ацетил-КоА) (Мухамеджанов Э.К. с соавт., 2014).

Так при присоединении к пирувату аминогруппы происходит переаминирование пирувата в аминокислоту аланин. Даже значительное накопление аланина в организме при интенсивной физической нагрузке не снижает работоспособность спортсмена. Чем выше класс спортсмена, тем выше в крови коэффициент аланин/лактат, т. е. лучше идет реакция перевода пирувата в аланин. При даче спортсмену до нагрузки (за 30-60 мин.) *аминокислоты лейцин 5-10 г или разветвленных аминокислот (BCAA 4- 6 г.- лейцин, валин и изолейцин)* ускоряется процесс перевода пирувата в аланин, выработка инсулина и, тем самым, улучшается физическая работоспособность и анаболический потенциал спортсмена, что удлиняет время его работы до отказа на велоэргометре. Позиция Международного Общества Спортивного Питания (ISSN position stand) (Maughan R.J. с соавт., 2018) состоит в том, что

ВСАА даже при однократном приеме стимулирует ресинтез гликогена и снижает признаки утомления. Превентивный прием ВСАА до нагрузки улучшает психомоторное состояние спортсмена, увеличивает лактатный порог. Предполагается, что механизм такого действия ВСАА связан с торможением метаболизма триптофана и снижением серотонина в мозге. Препараты ВСАА эффективны в снижении болезненности мышц и микроповреждений, возникающих при интенсивных силовых нагрузках вне связи с процессами воспаления. Этот феномен ускоряет восстановление и готовность к следующему тренировочному циклу, и в спортивной нутрициологии носит название «влияние на повторный цикл нагрузки» ("repeated bout effect"). Курсовой профилактический прием пищевых добавок ВСАА в течение 1-3 недель в средней дозе не менее 5-6 г/день (при классическом соотношении лейцина, изолейцина и валина и разделении на 4 приема с равными промежутками времени в течение дня) является частью многокомпонентной стратегии предупреждения и смягчения болезненности и повреждения мышц, вызываемых физическими нагрузками.

По заключению ISSN потребление ВСАА (в дополнение к углеводам) перед, в процессе и после тренировочных нагрузок рекомендуется как безопасное и эффективное средство с наивысшим уровнем доказательности «А» (Maughan R.J. с соавт., 2018). Сегодня ВСАА, как вещества, обладающие эргогенным действием, включены во все современные классификации средств нутритивно-метаболической поддержки спортсменов.

При присоединении к пирувату углерода при участии пируваткарбосилазы он превращается в щавелевоуксусную кислоту. В качестве кофакторов деятельности пируваткарбосилазы выступают ионы магния и тиамин (витамин В₁). Их прием будет способствовать улучшению реакции карбоксилирования пирувата и уменьшению пируватного блока.

Пируват может отдать углерод при участии пируватдегидрогеназного комплекса и превратиться в ацетил-КоА. В работе этого комплекса помимо магния и витамина В₁ участвует также *липовая кислота*, добавление которой в дозе 100-300 мг/сут будет способствовать переводу пирувата в ацетил-КоА и снятию пируватного блока, что активирует накопление гликогена.

Чаще всего спортсмены используют для борьбы с лактатом бикарбонатные спортивные напитки, обладающие буферными свойствами. Это обеспечивает высокую активность во время спортивных соревнований с интенсивными и/или продолжительными интервальными нагрузками. Международная ассоциация атлетических федераций (Burke L.M. с соавт., 2019) относит бета-аланин и карнозин к группе доказательных добавок.

Однако, более физиологичным является прием таких БАД как *бета-аланин* (1,6-3,2 г) и *карнозин* (бета-аланин-L-гистидин - 4-6,5 г). Потенциальная физиологическая роль этих веществ не ограничивается функцией протонного буфера. Они не только снижают уровень ацидоза, но и улучшают сократимость и эластичность мышечных волокон за счет стимуляции образования в них коллагена, а также отодвигают момент наступления мышечного утомления. Описан так называемый феномен Северина. Добавление карнозина в среду, куда помещен препарат утомленной мышцы лягушки быстро и эффективно увеличивало силу сокращений данной мышцы (Stout J.R. , 2007). В процессе повышенных физических нагрузок образуется большое количество реактивных кислородных радикалов, которые вносят существенный вклад в развитие утомляемости и мышечных повреждений. Карнозин препятствует действию этих субстанций (Дмитриев А.В., Калинин А.А., 2017). Международная ассоциация атлетических федераций (Burke L.M. с соавт., 2019) относит бета-аланин и карнозин к группе доказательных добавок.

Аспарагиновая аминокислота (аспартат) не только снижает уровень ацидоза, но и способствует синтезу АТФ, тестостерона, соматотропина, инсулиноподобного фактора роста. Этот препарат можно начинать принимать уже в предсоревновательном периоде, поскольку он повышает анаболический потенциал организма спортсмена, тем самым способствуя синтезу АТФ. С анаболической целью препарат следует принимать 2-3 недели в суточной дозе 3 г, разделив на три равных части. Первый прием нужно принять сразу после пробуждения,

второй и последующий - перед приемом пищи (обед, ужин). Для снижения лактата рекомендована доза аспартата 3 г за 30-60 минут до соревнований.

В свете темы энергообеспечения в спорте среди витаминов следует упомянуть благотворное влияние добавок витамина Д₃ на спортивные достижения (Farrokhyar, F. с соавт., 2015). В последние годы исследования подтвердили, что витамин Д₃ увеличивает максимальное потребление кислорода, повышает силу и мощность мышц, уменьшает мышечное воспаление и стимулирует производство тестостерона, что усиливает энергообеспечение спортсменов. При этом 23 исследования с участием 2313 спортсменов показали, что 56% (от 44 до 67%) имели недостаток витамина Д₃. Отмечено, что в 2007 году профессиональный американский хоккейный клуб Чикаго Blackhawks начал давать всем своим игрокам 5000 МЕ в день витамина Д₃. За два года клуб с последнего места поднялся до победы в Кубке Стэнли. Ни одна другая хоккейная команда в это время не принимала добавки витамина Д₃ вплоть до 2008 года.

Заключение

Энергообеспечение и производительность спортсменов во многом зависит от питания, приема специализированных продуктов, стимуляции биохимических реакций с помощью БАД. Изменяющийся характер энергообеспечения работы в большинстве видов спорта от креатинфосфатного до гликолитического с определенной долей аэробного процесса и использование в качестве источников энергии АТФ, креатинфосфата мышц, глюкозы крови, гликогена печени и мышц, жирных кислот диктует поиск катализаторов этих реакций в виде БАД. Успешность отдельного игрока и команды зависит от своевременного поступления и синтеза организмом этих веществ, а также нейтрализации ряда лимитирующих энергообеспечение реакций, в первую очередь роста уровня лактата. Не менее 50% получаемых спортсменами калорий должны быть покрыты углеводами - 8-12 г углеводов на кг веса тела спортсмена в день. Углеводы в основном должны быть сложными.

В таблице 1 сведены все вышеописанные БАД для повышения энергообеспечения спортсменов по периодам тренировочного цикла.

Таблица 1. Выбор продуктов и БАД для повышения энергообеспечения спортсменов по периодам тренировочного цикла

Подготовительный период	Предсоревновательный период	Соревновательный период
ВСАА	Peak АТР (АТФ-лонг)	бета-аланин
кисломолочные продукты	креатин	креатин
магний	Peak АТР (АТФ-лонг) в комбинации с гидроксиметилбутиратом (НМВ)	карнозин
тиамин	ВСАА	аспарагиновая аминокислота (аспартат)
липоевая кислота	янтарная кислота (сукцинат)	бикарбонатные и глюкозо-электролитные напитки
омега-3	коэнзим Q10	креатин
витамин Д ₃	тайпер-диета, кисломолочные продукты	витамин Д ₃

Использование данных БАД, способствует повышению энергообеспечению и конкурентоспособности спортсменов, что доказано множеством экспериментальных исследований и практикой их применения в спорте, приведенных в данной работе.

Игнорирование же этого аспекта подготовки спортсменов может сделать даже правильно спланированный тренировочный процесс неэффективным.

Список литературы

1. Волков, Н.И. Эргогенные эффекты спортивного питания / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М.: Спорт. – 2016. – 100 с.
2. Гольберг, Н. Д. Питание юных спортсменов / Н. Д. Гольберг, Р. Р. Дондуковская. – М.: Советский спорт, 2009. – 240 с.
3. Дмитриев, А.В. Фармаконутриенты в спортивной медицине / А.В. Дмитриев, А.А. Калинин. – М.: Изд. дом БИНОМ. - 2017. – 280с.
4. Колеман, Э. «Питание для выносливости» / Э.Колеман. - Мурманск. Издательство: «Тулума», 2005. – 192 с.
5. Мухамеджанов Э.К. Питание спортсменов в тренировочный и соревновательный периоды / Э.К. Мухамеджанов, О.В. Есырев, А.К.Кульназаров // Безопасный спорт: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — СПб.: Изд-во СЗГМУ И. И. Мечникова. - 2014.- С.76-78.
6. Пшендин, А.И. Рациональное питание спортсменов. Для любителей и профессионалов / А.И. Пшендин // Олимп. - СПб. - 2003. – 158 с.
7. Рылова, Н.В. Современные тенденции в организации питания спортсменов / Н.В. Рылова, А.С. Самойлов // Лечение и профилактика. - 2013. – Т.7. - №3. - С. 85-92.
8. Albert F.J. Usefulness of β -hydroxy- β -methylbutyrate (hmb) supplementation in different sports: an update and practical implications / F.J. Albert, J. Morente-Sánchez, F.B. Ortega, M.J. Castillo, Á. Gutiérrez // Nutr Hosp. – 2015. – V.32. - №1.- P.20-33.
9. Arts I.C. Adenosine 5'-triphosphate (ATP) supplements are not orally bioavailable: a randomized, placebo-controlled cross-over trial in healthy humans / I.C. Arts, J.C. Coolen, M.J. Bours // J.Intern.Soc.SportsNutr. - 2012. - №9. – P.16-25.
10. Bazzucchi, I. Effect of short – term creatine supplementation on neuromuscular function / I. Bazzucchi, F. Felici, M. Sacchetti // Med Sci Sports Exerc. – 2009. – V.41. - №10. – P.1934-1941.
11. Burke, L.M. International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics /Burke L.M., Castell L.M., Casa D.J., et all. // Int. J. Sport Nutr Exerc Metab.- 2019.- 1;29(2).P.:73-84.
12. Clayton P.R., Saga L., Eide O. Fish oil, polyphenols, and physical performance. Sporto mokslas // Sport science. - 2015.- V.82.- №4.- P.2-7.
13. Farrokhyar, F. Prevalence of vitamin D inadequacy in athletes: a systematic-review and meta-analysis / F. Farrokhyar, R. Tabasinejad, D. Dao // Sports Medicine. – 2015. – V.3. -№45. – P. 365-378.
14. Jager, R. Oral adenosine-50-triphosphate (ATP) administration improves blood flow following exercise in animals and humans / R. Jager, M.D. Roberts, R.P. Lowery // J. Int. Soc. Sports Nutr. - 2014. – P.11-28.
15. Kerksick, C.M. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing /Kerksick C.M., Arent S., Schoenfeld B.J., et all. // J Int Soc Sports Nutr.- 2017.- 29.- P.14:33.
16. Kreider, R.B. ISSN exercise & sport nutrition review: research and recommendations / R.B. Kreider, C.D. Wilborn, L. Taylor // J. Intern. Soc. Sports Nutr. - 2010. №7. - P. 7-50.
17. Maughan, R.J. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete /Maughan R.J., Burke L.M., Dvorak J., et all. // Br J Sports Med.- 2018.- 52(7).P:439-455.
18. Metzl, J.D. Creatine use among young athletes / J.D. Metzl, E. Small, S.R Lenive // Pediatrics. – 2001. – V.2. - №108. – P.421-425.
19. Mielgo-Ayuso, J. Effects of Creatine Supplementation on Athletic Performance in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis /Mielgo-Ayuso J, Calleja-Gonzalez J, Marqués-Jiménez Det.all. // Nutrients.- 2019.- 31;11(4).-P.:757.

20. Porrini, M., Del Bo' C. Ergogenic Aids and Supplements // Front Horm Res. 2016;47:128-52.
21. Stout, J.R. Effects of Beta-alanine Supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilator threshold in woman / J.R. Stout, J.T. Cramer, R.F. Zoeller // AminoAcids. – 2007. – V.3. - №32. – P.381-386.

Краткосрочный метод психоэмоциональной коррекции предстартового состояния спортсменов (пилотное исследование)

Гаврилова М.П.¹, +7 (981) 1879795, mgavrilova@spbniifk.ru
ORCID ID 0000-0002-5671-7014

Голуб Я.В.¹, канд. мед. наук, +7(911) 0120170, 6121536@gmail.com

¹ ФГБУ «Санкт-Петербургский Научно-Исследовательский Институт Физической Культуры», Санкт-Петербург

***Аннотация.** Приведены результаты нормализации предстартового состояния спортсменов, посредством краткосрочного метода психоэмоциональной коррекции, на основе нового программно-аппаратного комплекса. За короткий курс (3-5 сеанса) установилась положительная тенденция к достижению оптимального психоэмоционального состояния к соревнованиям, у четырех из пяти спортсменов достигли абсолютного нивелирования повышенной тревожности, нежелательных физиологических реакций на стрессовую ситуацию и негативных установок, у одного спортсмена минимизировали.*

***Ключевые слова:** психоэмоциональная регуляция, билатеральная стимуляция, повышенная тревожность, предстартовые состояния.*

Введение

Для успешного выступления спортсмену необходим некоторый оптимальный уровень психоэмоциональной активации. При большом разнообразии признаков тревожности перед стартом в целях практического применения следует различать особенности соматической и когнитивной тревожности. Соматическую тревожность можно назвать хорошей исходной позицией для формирования нужного настроения, ее часто можно снять хорошей разминкой. Иначе обстоят дела с когнитивной тревожностью, которая связана с переработкой информации и решением тактических задач [1]. Для предотвращения состояния тревожности у спортсменов, как правило, рекомендуют: развивать волевые качества (решительность, уверенность, самообладание); формировать адекватную самооценку; развивать у спортсменов эмоциональную устойчивость; сбалансировать уровень притязаний с возможностями спортсмена; и эмоциональную поддержку перед стартом [2].

Одним из решающих факторов на пути к достижению высокой результативности спортсменов выступает психоэмоциональная стабильность, а она в свою очередь зависит от наличия негативного опыта в прошлом. Наличие травмирующего опыта существенно влияет на самооценку страха в соревнованиях и сказывается на интенсивности стрессовой реакции перед стартом, в данном случае наблюдается выраженный стресс ожидания [3].

В спорте нередко возникают травматические события, которые могут формировать негативные психологические установки (страх перед сильным соперником, боязнь травматизации пр.), что оказывает существенное влияние на результативность спортсменов. Основными типами реакций являются повторное эмоциональное переживание травмирующего события, избегание напоминаний о травме и усиление тревоги, эмоционального возбуждения и негативного познания, которые проявляются автоматически при попадании в аналогичную ситуацию [4].

Травматические воспоминания состоят из набора мультисенсорных образов, негативных познаний, переживаний и связанных с ними неприятных физических ощущений и, зачастую, обретают деструктивные формы поведения в привычных формах действия.

Методы

Пилотное исследование проводилось на базе СПбНИИФК, сектора физиологии спорта, в котором приняли участие 5 спортсменов (МС, МСМК) различных видов спорта, у которых отмечалось нестабильное психоэмоциональное состояние, не позволяющее реализовать имеющиеся навыки в условиях соревнований (средний возраст 23 года)

Новый программно-аппаратный метод сенсорной переработки информации (Method of Sensory Processing of Information (MSPI)) [5] позволяет проводить краткосрочные сеансы (30-45 мин) по снижению выраженности проявления негативных психоэмоциональных установок и воспоминаний в спортивной практике. В процессе работы задействован механизм движения глаз, не связанный с их обычным функционированием, который в совокупности с подачей триггеров активизирует активность коры полушарий головного мозга и усиливает мыслительные процессы, позволяющие перерабатывать определенные семантические установки [6]. Принцип работы метода основан на физиологических методах торможения активности доминант (в данном случае патологических) путем торможения текущего условного рефлекса приемом внешнего торможения.

Задача респондента заключалась в слежении за световым сигналом. На экране монитора производилось предъявление эмоционально значимых триггеров (стимулов), но фоне достижения состояния деконцентрации с равномерным распределением внимания по всему полю восприятия, которое достигается посредством билатеральной стимуляции. Билатеральная стимуляция воздействовала на визуальный канал (двусторонняя глазная стимуляция полных горизонтальных движений глаз), а также на каналы других модальностей - тактильный (пульсаторы в ладонях рук или на ногах) и слуховой (например, белый шум). Отслеживание психоэмоционального состояния на протяжении всего сеанса производилось посредством регистрации электрокожного сопротивления (ЭКС).

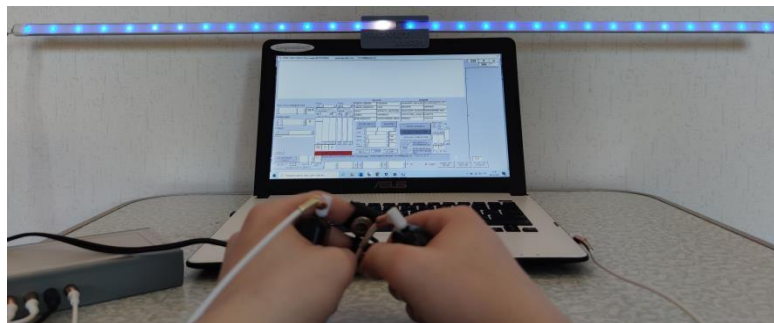


Рисунок 1 - Пример проведения сеанса MSPI

Сеанс включает в себя три основных этапа:

1. Беседа (выявляется проблема и связанные с ней негативные переживания)
2. Работа с программно-аппаратным комплексом
 - 2.1 Достижение состояния релаксации (билатеральная стимуляция)
 - 2.2 Подача на экране монитора негативных слов-триггеров
 - 2.3 Подача на экране монитора конструктивных слов-триггеров
3. Беседа (оценка текущего состояния и фиксация новых переживаний)

В начале сеанса проводилась беседа и оценка психоэмоционального состояния. Формировался пул слов-триггеров субъективно для каждого респондента посредством беседы, в которой раскрывалась суть проблемы и запроса, перед непосредственной работой с программно-аппаратным комплексом. Требовалось охарактеризовать предмет обсуждения словами, которые и составляли пул триггеров негативных (10 слов) и конструктивных (10 слов) ассоциаций. Негативные триггеры состояли из ассоциаций, связанных с проблемной ситуацией (образы, ощущения, чувства, обстановка и т.п.), а конструктивные – из ассоциаций с желаемым положительным результатом или с положительным прошлым опытом. После чего размещались датчики ЭКС, пульсаторы и наушники, затем подбирались комфортные параметры билатеральной стимуляции (скорость, яркость и цвет стимула, интенсивность

вибрации пульсаторов, громкость фонового звучания). Затем производился запуск программно-аппаратного комплекса, который в автоматическом режиме и в указанный временной промежуток, после достижения состояния релаксации (5-15 минут) на фоне проводимой билатеральной стимуляции, подавал слова-триггеры на экране монитора (10-15 минут). Сначала подавался негативный пул слов, затем после уменьшения выраженности психоэмоционального реагирования происходила постепенная смена на слова-триггеры из конструктивного пула в течение 10-15 минут. На протяжении всего сеанса велась запись текущих параметров, завершение происходило автоматически. По окончании сеанса проводилась оценка текущего психоэмоционального состояния по десятибалльной шкале.

Результаты

Таблица 1. Результат выраженности психоэмоционального состояния спортсменов по завершении курса коррекции (где 1- не беспокоит, 10- очень сильно беспокоит)

№	Пол спортсмена	Спортивная дисциплина	До (баллы от 1 до 10)	После (баллы от 1 до 10)	Улучшение состояния (%)
1	Ж	плавание	10	1	90
2	М	фигурное катание	8	1	88
3	М	единоборство	8	2	75
4	М	единоборство	10	1	89
5	М	единоборство	9	1	90
среднее			9	1,2	86,4

Рассмотрим пример одного сеанса

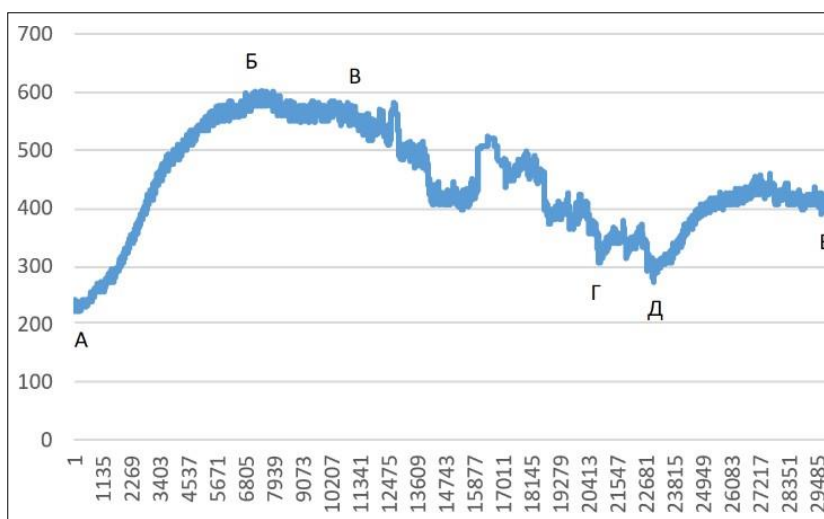


Рисунок 2 - Динамика ЭКС спортсмена при проведении сеанса

Динамика ЭКС на рисунке 2 характеризовалась увеличением на 230 кОм, что свидетельствовало о достижении состояния релаксации за 6 мин (интервал АБ), с последующей стабилизацией около 3 мин (интервал БВ). С момента предъявления слов-триггеров, связанных с проблемной ситуацией, на графике отмечались фазические реакции

различной интенсивности на каждый предъявляемый стимул, в зависимости от выраженности эмоциональной реакции (интервал ВГ). Тоническая составляющая показывала снижение сопротивления на протяжении около 9 минут, что свидетельствовало о развитии активации, связанной с общим эмоциональным включением в восприятие пула негативных стимулов. Затем наблюдалась стабилизация тонической реакции (интервал ГД), что свидетельствовало об адаптации к предъявлению негативных стимулов и возможности приступить к следующему этапу- предъявлению конструктивного пула слов (интервал ДЕ) для расширения семантического поля проблемной ситуации, что позволяло задействовать альтернативные психоэмоциональные реакции в отличие от сложившегося стереотипного реагирования. Этот этап сопровождался увеличением ЭКС на 120 кОм, которое стабильно удерживалось до окончания сеанса, на протяжении 10 мин. Психоэмоциональное состояние к завершению сеанса достигло схожего уровня с начальным этапом, что свидетельствовало о нивелировании психоэмоциональных реакций, связанных с травмирующим опытом, адаптации к сформированным патологическим реакциям по отношению к проблемной ситуации и конструктивному выходу из нее.

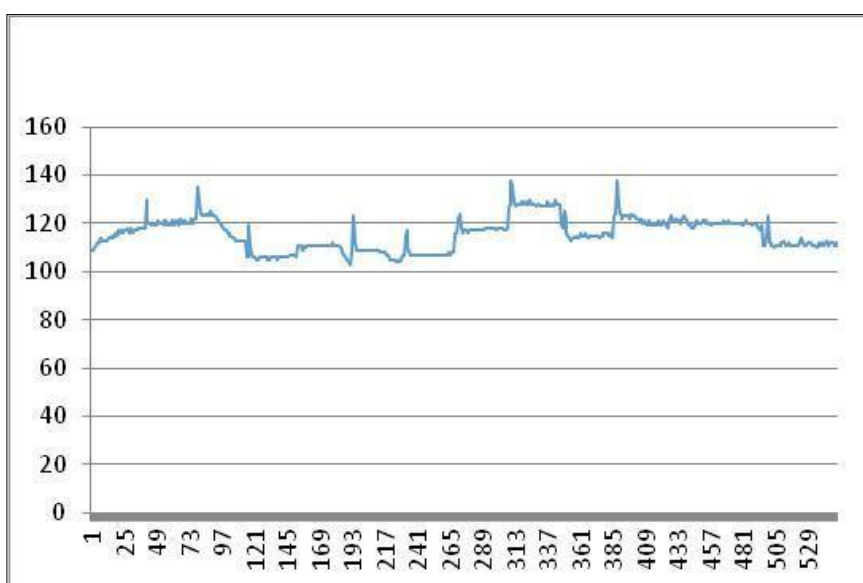


Рисунок 3 - Динамика выраженности психоэмоционального реагирования на предъявление слова-триггера (ЭКС).

Как видно на рисунке 3, выраженная физическая реакция на предъявляемый негативный триггер к концу сеанса не дает схожих с изначальными показателями, а напротив, демонстрирует устойчивую «нормальную» реакцию, что позволяет подтвердить оценку спортсмена об отсутствии каких-либо негативных переживаний на проблему, по завершении сеанса.

Обсуждение результатов

На фоне продолжающейся подачи сенсорных стимулов происходило снижение выраженности физической реакции (а, следовательно, и психоэмоционального реагирования), что может свидетельствовать о формировании связи между триггерами, связанными с проблемной ситуацией и подаваемыми сенсорными стимулами (формировании, своего рода, условного рефлекса). В дальнейшем это способствовало формированию ресурсного образа, что содействовало конструктивному разрешению проблемной ситуации без переживания стрессового состояния, если человек оказывался в условиях, которые ранее спровоцировали бы активацию негативного психоэмоционального состояния, влекущие за собой негативные соматические проявления.

Уже после завершения первого сеанса каждым спортсменом было отмечено снижение уровня тревоги и желание работать с «открывшейся проблемой». По прохождению всего курса респонденты зафиксировали положительную тенденцию к достижению благоприятного и комфортного психоэмоционального состояния, шаг за шагом, в отношении первичных негативных установок, переживаний, страхов и тревог.

Выводы

Основное положительное влияние применяемого метода у участников исследования было связано с снижением выраженности физиологических реакций и отсутствием психоэмоциональных переживаний, связанных с пережитым травматическим опытом.

Субъективное восприятие выраженности проявления негативных психоэмоциональных установок и воспоминаний респондентами в начале курса оценивалось в среднем на 9 баллов, по завершении курса в 1,2 балла, что позволило продуктивно подготовиться к соревнованиям и занять призовые места.

Представленный метод успешно десенсибилизирует травматические воспоминания и снижает чувство дискомфорта в среднем на 86,4 % за 3-5 сеансов, по субъективной оценке.

Список литературы

1. Родионов А.В. Влияние психологических факторов на спортивный результат / А.В. Родионов. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 112 с.
2. Воскресенская Е.В. Психология страха и тревоги в спортивной деятельности (теория и практика): методические рекомендации / Е.В. Воскресенская, Е.В. Мельник, Н.В. Кухтова. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 53 с.
3. Хекалов, Е.М. Неблагоприятные психологические состояния спортсменов / Е.М. Хекалов. – М.: Советский спорт, 2003. – 64 с.
4. Апчел В.Я., Цыган, В.Н. Стресс и стрессоустойчивость человека. - СПб., 1999. - 86 с.
5. Голуб Я.В. Способ снижения психологической значимости негативных психологических установок и воспоминаний. – Патент РФ № 2728268, 2020.
6. Volz KG, Schubotz RI, von Cramon DY. Variants of uncertainty in decision-making and their neural correlates // Brain Res. Bull. — 2005. — № 67 (5). — С. 403-412.

Перекрестные эффекты адаптации к преформированным природным факторам - путь повышения психофизиологической устойчивости и физической тренированности человека

Глазачев О. С., доктор мед.наук, профессор, e-mail: glazachev@mail.ru

*Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова
(Сеченовский университет), Москва*

Введение

В современных условиях экологического кризиса одной из важнейших является проблема сохранения и расширения «внутренних границ» человека, его морфофункционального потенциала, что позволяет сохранять здоровье и работоспособность в критически изменившейся среде, противостоять стрессам неестественных и стремительных темпов современной жизни. Согласно справедливому заявлению соучредителя Римского клуба А.Печчеи, человек настолько радикально изменил окружающую социально-природную среду, что для выживания и дальнейшего развития он должен изменить себя, иначе он исчезнет с Земли.

Однако модификация антропогенной среды происходит слишком быстро. В столь короткие сроки невозможна адаптивная трансформация человека на генетическом уровне, поскольку процесс приспособления в филогенезе требует смены нескольких поколений. Напротив, чем более «цивилизованным» становится человек, тем меньше его морфофункциональные адаптивные способности противостоять «вызовам» современной среды и тем больше ему нужны искусственные средства защиты (фармацевтические средства, приемы виртуальной реальности и пр., а это все больше отдаляет его от естественных условий существования. Не случайно для расширения «внутренних границ» человека, сохранения его ресурсов здоровья и адаптации, в последнее время были предложены новые стратегии профилактической медицины (в европейских физиологических школах - «рекреационная медицина»), направленные на контакт с природными факторами. Обозначенный подход является актуальным и в областях спортивной медицины, подготовки квалифицированных молодых атлетов.

Поскольку человек является открытой системой, его контакты с внешними факторами достаточной интенсивности, вызывающими умеренные стрессовые реакции (но не дистресс), приводят к изменению гомеостатических параметров, мобилизуют адаптивные механизмы, которые изменяют реакцию организма на последующие воздействия окружающей среды, даже другой модальности [7]. Например, акклиматизация повышает устойчивость организма к гипоксии и физическим нагрузкам, а гипоксические тренировки повышают кардиореспираторную выносливость, переносимость нагрузочных стрессоров, устойчивость к температурным стимулам [4, 10].

К арсеналу технологий, основанных на принципах кросс-адаптации и используемых в медицинской практике, входят физические нагрузки в различных режимах, интервальная гипоксическая тренировка, протоколы естественной акклиматизации, гипертермическая адаптация, адаптация к холоду, методы электростимуляции и ряд других. Все используемые раздражители потенциально вредны, но из-за их кратковременного применения они не приводят к негативным последствиям. Известно, что стимул должен быть достаточной силы, чтобы активировать адаптивные механизмы, но не превышать порог повреждения, который может варьировать в зависимости от индивидуальных особенностей организма. Для получения позитивного результата необходимо определить критерии адекватности используемых методов. Проблема персонификации методик адаптивной медицины является

одним из основных факторов, ограничивающих их широкое применение, в том числе и в спортивной медицине, практике подготовки и реабилитации спортсменов разной квалификации.

Методы

Нами в течение ряда лет исследуются срочные и долговременные, прямые и перекрестные адаптивные эффекты периодических гипоксических и гипертермических воздействий. Такие методики могут применяться как у относительно здоровых людей, так и у лиц, имеющих ограничения в выполнении физических упражнений. Изучаются физиологические механизмы процессов адаптации, а также осуществляется подбор оптимальных параметров тренирующих процедур и поиск маркеров их индивидуального дозирования. В каждом случае перед началом процедур проводится тест на индивидуальную переносимость для коррекции продолжительности и интенсивности воздействий.

Результаты

1. Нами разработан новый подход гипоксического кондиционирования - метод пассивных интервальных гипоксически - гипероксических тренировок (ИГГТ) по схеме: эпизод дыхания гипоксической смесью (10-12%O₂) 4–6 минут, затем гипероксическая смесь (35%O₂) 1,5–3 минуты; всего - 40–45 минут [5].

В пилотном исследовании показано, что курс ИГГТ в сочетании с низкоинтенсивными физическими нагрузками могут способствовать функциональному восстановлению спортсменов с синдромом перетренированности в относительно короткие сроки (4 недели). Так, при обследовании 15 спортсменов-легкоатлетов с верифицированным диагнозом перетренированности (18-21 год, КМС и МС) установлено, что после 14 процедур ИГГТ на фоне продолжающихся спортивных тренировок в облегченном режиме происходит улучшение их психологического, функционального состояния, повышение уровня работоспособности. Выявлено существенное повышение исходно сниженных относительно данных контрольной группы (20 спортсменов той же спортивной квалификации без признаков перетренированности) значений PWC170, МПК и их относительных величин, а также значимое снижение степени прироста ЧСС, АД, двойного произведения (ΔДП) при достоверном повышении устойчивости к гипоксии, тестируемой в гипоксическом тесте, снижении исходно высокой симпатической активности (по данным анализа ВСР) [1, 8]. Важно отметить, что эффекты ИГГТ носят индивидуальный характер и зависят от исходного состояния спортсмена. У атлетов с исходным уровнем работоспособности ниже среднего процессы восстановления работоспособности и повышения гипоксической устойчивости в курсе ИГГТ происходили менее эффективно, со значительным напряжением вегетативной регуляции сердца, что, очевидно, требует подбора более «щадящих» протоколов проведения гипоксических тренировок, с меньшей интенсивностью гипоксических стимулов [1].

В другой работе нами проведена оценка эффектов 3-недельного курса процедур интервалов гипоксии (11% O₂) - гипероксии (30% O₂) на работоспособность футболистов-любителей (возраст 18-20 лет) при выполнении циклических высокоинтенсивных нагрузок (1 минута при 85% от максимальной нагрузки W_{max}, затем 1 минута при 50% W_{max}, с повторением циклов до отказа). После курса процедур отмечено значимое улучшение циклической интервальной работоспособности при повторном тестировании спортсмены выполняли до 27- 30 циклов интервальной нагрузки (против 14-16 до ИГГТ), при этом значения ЧСС на фоне нагрузки были ниже в среднем на 13 уд/мин (182±12,1 исходно против 169±7,2 после ИГГТ, p=0,03), уровень лактата в крови также был ниже в конце теста циклической тренировки (5,8±3,1 после ИГГТ против 7,3±2,8 ммоль /л исходно, p=0,04) [6].

2. Другой технологией индукции перекрестных эффектов адаптации является гипертермическое кондиционирование в пассивном режиме (без одновременного сочетания с физическими нагрузками) - в рандомизированном контролируемом исследовании показано,

что 10-недельный курс процедур только пассивной системной гипертермии на основе капсул «Альфа Бэйсик» (США) с прогревом «ядра» тела участника к концу каждой процедуры на +1,5-2,5°C приводит к существенному увеличению значений субъективных оценок физических и психических характеристик качества жизни (опросник SF-36), снижению уровня ситуативной тревожности, а также к значимому повышению устойчивости к физическим нагрузкам. 28 спортсменов-любителей (мужчины, ср.возраст 20,2±2,1 лет, игровые виды спорта – футбол, гандбол, стаж занятий спортом – 4-7 лет) были рандомизированы на две группы: участники опытной группы (ОГ, 14 чел.), прошедшие в последующем 24 процедуры адаптации к пассивной гипертермии (ПГ) и контрольной группы (КГ, 14 чел.), прошедшие 24 облегченные тренировочные сессии интервальном режиме на эллиптическом тренажере. Показано, что адаптация к ПГ, в отличие от отсутствия достоверных сдвигов работоспособности под влиянием интервальных тренировок в КГ, сопровождается умеренным повышением аэробной работоспособности и кардио-респираторной выносливости у спортсменов-любителей, тестируемых в термо-нейтральных условиях: повышением пиковых значений потребления кислорода - $\dot{V}O_{2\text{пик}}$ абсолютных и относительных (на 12,5±8,3% и 8,1±9,0% соответственно), потребления кислорода на уровне анаэробного порога, повышением сердечной производительности (прирост значений кислородного пульса), а также эффективности легочной вентиляции и бронхиальной проходимости [2, 9].

Кроме того, нами впервые показано, что курс процедур ПГ у практически здоровых лиц приводит к существенному повышению значений сывороточного мозгового нейротрофического фактора (МНТФ, на 13,5±7,1%), который рассматривается в качестве индикатора функционального состояния головного мозга [3]. Полученные факты могут иметь важное прикладное значение в плане применения технологии ПГ в качестве средства индукции не только физической работоспособности, но и нейропластичности и нейрогенеза, улучшения индикаторов качества жизни, эмоционального статуса, а также потенцирования физических кондиций у относительно здоровых лиц, молодых спортсменов в состоянии переутомления, для восстановления после интенсивных физических и эмоциональных нагрузок.

Заключение

Полученные данные указывают на безопасность и эффективность представляемых технологий адаптационной медицины. При адекватном и индивидуально-дозированном применении данные методики позволяют существенно влиять на адаптационный потенциал, психофизиологический статус и физическую работоспособность человека/ молодых спортсменов. Дальнейшее изучение физиологических механизмов, лежащих в основе индуцируемых периодическими гипоксическими/гипертермическими стимулами системных трансформаций, поможет выявить не только клинически и реабилитационно-значимые, но и новые профилактические цели их применения, что может расширить арсенал средств медицинского сопровождения подготовки и восстановления спортсменов разных профессиональных уровней.

Благодарности

Работа выполнена при частичной поддержке грантом РФФИ № 19-013-00465

Список литературы

1. Глазачев О.С. Новый подход к применению интервальных гипоксических тренировок в спорте// Спортивная медицина: наука и практика, 2011. - №1. – С.16-21.
2. Глазачев О.С., Кофлер В., Дудник Е.Н., и др. Влияние адаптации к пассивной гипертермии на аэробную работоспособность и кардио-респираторную выносливость у спортсменов-любителей. // Физиология человека. – 2019. – Т. 45. - №6 – С. 72–80.
3. Глазачев О.С., Крыжановская С.Ю., Дудник Е.Н. и др. Адаптация к пассивной

гипертермии: влияние на субъективные характеристики качества жизни, тревожности и уровень мозгового нейротрофического фактора (BDNF) // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. – 2019. – Т. 105. - №5. – С. 544–555.

4. Зенько М. Ю., Рыбникова Е. А. Перекрестная адаптация: от Ф.З. Меерсона до наших дней. Часть 1. Адаптация, перекрестная адаптация и перекрестная сенсibilизация. // *Успехи физиологических наук*. - 2019. - Т. 50. - № 4 - С. 3-13.

5. Сазонтова Т.Г., Глазачев О.С., Болотова А.В. и др. Адаптация к гипоксии и гипероксии повышает физическую выносливость: роль активных форм кислорода и редокс-сигнализации (Экспериментально - прикладное исследование) // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. 2012. - №98 (6). - С.793-807.

6. Суста Д., Келлетт М., Глазачев О.С. Влияние курса интервальной гипоксически-гипероксической тренировки на работоспособность спортсменов, тестируемую в интервальном высокоинтенсивном ре-жиме: случай из практики // *Спортивная медицина: наука и практика*», 2014. - №2. – С.15-19.

7. Burtscher M., Gatterer H., Burtscher J., Mairburl H. Extreme Terrestrial Environments: Life in Thermal Stress and Hypoxia // *Frontiers in Physiology*. 2018. - V.9. - P.572.

8. Susta D., Dudnik E.A., Glazachev O.S. programme based on repeated hypoxia-hyperoxia exposure and light exercise enhances performance in athletes with overtraining syndrome: A pilot study // *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 2017. - №3 (37). – P. 276–281.

9. Zapara M.A., Dudnik E.N., Samartseva V.G., Kryzhanovskaya S.Yu, Susta D., Glazachev O.S. Passive Whole-Body Hyperthermia Increases Aerobic Capacity and Cardio-Respiratory Efficiency in Amateur Athletes // *Health*, 2020. - №12(1). –P. 14-26.

10. Verges S, Chacaroun S, Godin-Ribuot D, Baillieux S. Hypoxic conditioning as a new therapeutic modality // *Front. Pediatr*. 2015. - №3. P.58-14.

Комплекс оценки и тренинга психофизиологической совместимости в спортивных командах

Голуб Я.В., канд. мед. наук, 6121536@gmail.com

Гаврилова М.П., м.н.с., marigavri13@gmail.com

ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры», Санкт-Петербург

***Аннотация.** Разработанный комплекс оценки и тренинга психофизиологической совместимости позволяет оценивать сходство темпо-ритмических характеристик совместной деятельности, удельный вклад в выполняемую работу, склонность к лидерству, а также согласованность психоэмоциональной активации одновременно в команде численностью до 10 человек. По этим же параметрам проводится тренинговая работа в игровой форме для обеспечения согласованности двигательных действий при помощи компьютерных игр. После проведения тренингов повышается синхронность зрительно-моторной координации при совместном управлении движущимся объектом, что сопровождается повышением согласованности уровней активации.*

***Ключевые слова:** психофизиологическая совместимость, сыгранность, активация, совместная деятельность, команда, электрокожное сопротивление.*

Введение

В командных (парных) видах спорта большую роль играет согласованность действий спортсменов, характеризующаяся как слаженностью движений в одном временном промежутке (синхронное плавание и т.п.), так и во временном континууме (ведение мяча в футболе, шайбы в хоккее и т.п.). Во многом это зависит от психофизиологической совместимости (базовый уровень совместимости) – соотношение психофизиологических качеств членов группы: скорость реакции, согласованность эмоционально-вегетативных и поведенческих реакций, темпа совместной работы, свойств темперамента. [1, 2].

Предыдущие исследования

В литературе имеются описания технических средств, которые разрабатывались для оценки совместимости в малых группах:

- «Гомеостат» Уильяма Эшби и его аналог Ф.Д.Горбова. Данные приборы могли оценивать слаженность действий при командной работе за счет вращения ручек реостатов для удержания равновесия стрелки на индикаторе, при этом вращение ручки реостата каждым испытуемым влияло на показания стрелки индикаторы всех остальных испытуемых. Задача заключалась в достижении состояния равновесия стрелок на индикаторе путем проведения совместных регулировок. Количество участников эксперимента могло составлять 3 или 4 человека [3].

- «Групповой сенсомоторный интегратор», разработанный А.С.Чернышевым, Ю.А.Луневыми С.В.Сарычевым [4], представляет собой лабиринт на круглом столе, по которому нужно провести шарик, осуществляя вращение взаимосвязанных рукояток и смещая шарик. Прибор является громоздким, имеет ограниченный набор быстро осваиваемых траекторий и не пригоден для практического использования в спорте.

- «Кибернометр» оценивает взаимосвязанную работу группы через систему рычагов и веревок [5].

- Методика «АРКА» называется аппаратурной, хотя по сути является набором кубиков для сборки конструкции арки коллективом и на практике не пригодна для психологического обеспечения в спорте, т.к. процесс сборки арки осваивается с одного раза [6].

Вместе с тем, в настоящее время отсутствуют доступные методики и аппаратура, пригодные для практического использования. В данной работе описан инновационный комплекс методик, позволяющий решать задачи как оценки, так и тренинга согласованности профессионально важных психофизиологических качеств.

Методика и организация исследования

В настоящем сообщении приводятся данные, полученные с участием спортсменов командных (две хоккейные команды в возрасте 13-14 лет (1-2 разряд) и 17-18 лет (КМС) в количестве 40 человек мужского пола) и парных (2 пары в фигурном катании 17-19 лет, 2 юношей и 2 девушки, МС) видов спорта.

Психофизиологические показатели при моделировании групповой деятельности по совместному управлению движущимся объектом путем прикладывания коллективных усилий оценивались при помощи программно-аппаратного комплекса СИГВЕТ-КОМАНДА с последующим анализом индивидуального вклада [7, 8].

Устройство состоит из эргографов, датчиков регистрации электрокожного сопротивления (для тестирования команды от 2 до 10 человек) и коммутационного блока для оцифровки аналоговых данных и передачи в персональный компьютер. Процедура тестирования заключается в следующем:

- каждый эргограф (эспандер) калибруется по условной шкале 0% - нет сжатия, 100% - максимальное сжатие независимо от регулировки усилия эспандера;

- для того, чтобы нормализовать степень прикладываемых усилий определялась сила максимального жима в кг, затем регулировочным винтом на эспандере выбиралось максимальное усилие сжатия равное 40% от максимального жима;

- запускается режим тренировки – на экране компьютера начинает двигаться линия-лидер по заданной траектории, все члены коллектива по очереди, варьируя усилием сжатия эспандера, осуществляют следование за линией-лидером, при этом на экране отображается одна линия-преследователь для каждого испытуемого в данный момент члена коллектива с назначенным цветом;

- запускается режим коллективного следования за линией-лидером, при этом отображается одна линия-преследователь, при этом положение координатных точек данной линия вычисляется как среднее арифметическое от развиваемых усилий каждым участником. Таким образом все члены коллектива видят и оценивают только качество выполняемой коллективной работы, а прикладываемые ими усилия могут оценить только по памяти и ощущениям (индивидуальный вклад в осуществляемую деятельность не отображается). При этом допускается общаться в свободной форме (обычно участники могут выполнять работу молча, обсуждать точность траектории движения линии-преследователя, тяжесть работы, отдельные члены коллектива могут, осознавая, что они выполняют работы с большим удельным вкладом усилий начать подбадривать других членов коллектива для усиления их вклада).

После выполнения коллективной работы программное обеспечение позволяет проанализировать и вывести на экран траектории движения как линии-лидера и ведомой линии, так и индивидуальных траекторий следования за линией-лидером каждого из участников.

В качестве оцениваемых показателей при выполнении коллективной работы определяли ряд показателей, рассчитываемых по первичным данным, отражающих индивидуальное дозирование усилий при ведении линии-лидера (вычислялась разница отклонений линии-лидера от линии-преследователя по амплитуде и по времени запаздывания при смене направления движения линий):

- суммарную точность следования за линией-лидером, отражающую возможность выполнения данным коллективом совместной работы (коэффициент слаженности);

- индивидуальную точность следования за линией-лидером и степень приложенных индивидуальных усилий, отражающую удельный вклад каждого члена коллектива (индивидуальная точность и индивидуальный вклад);

- точность следования за линией-лидером при стабильном положении объекта (точность дозирования усилий базовая);

- точность следования за линией-лидером при быстром смене темпа работы (точность дозирования усилий при быстром смене темпа деятельности);

- точность следования за линией-лидером при наращивании усилия (точность дозирования усилий при больших усилиях);

- среднее время запаздывания траектории линии-преследователя по отношению к линии-лидеру при смене усилий от нарастания к снижению (время реакции при переходе от нарастающего к уменьшающемуся усилию);

- среднее время запаздывания траектории линии-преследователя по отношению к линии-лидеру при смене усилий от снижения к увеличению (время реакции при переходе от уменьшающегося к нарастающему усилию).

Одномоментно ведется оценка психоэмоционального реагирования при групповой работе. Для этого предусмотрено отображение динамики ЭКС. При психоэмоциональной активации ЭКС сопротивление снижается (график идет вверх), при релаксации ЭКС растет (график идет вниз).

Тренинги по развитию согласованности действий членов команды (в режиме БОС) проводятся в игровой форме («игра в хоккей»). На экране компьютера выводится меню игры, в котором можно выбрать количество игроков (двое на двое, трое на трое, четверо на четверо, пятерка на пятерку), скорость передвижения хоккеистов (уровень сложности), файл для сохранения данных. Далее на игровом поле выводятся 2 игрока (хоккеиста) и шайба. Перемещение хоккеистов по полю (вверх-вниз и вправо-влево) задается скоординированными действиями при игре двое на двое один член команды управляет перемещением хоккеиста вверх-вниз, второй вправо-влево, и аналогично в команде соперника. При игре трое на трое – два члена команды управляют движениями влево-вправо, один, вверх-вниз, четверо на четверо – два отвечают за движение вверх-вниз, два за движение вправо-влево. При игре пятерками трое игроков (обычно нападающие) отвечают за перемещение хоккеиста вправо-влево, и двое (обычно защитники) – за перемещение вверх-вниз. Задача заключается в том, что, координируя свои действия как можно быстрее захватить шайбу и уворачиваясь от соперника довести ее до ворот.

В процессе игры регистрируются двигательные действия членов команды и показатели ЭКС. В дальнейшем по данным показателям строится график и проводится анализ согласованности действий членов команды и уровень психоэмоциональной вовлеченности.

Дополнительно применялся прибор светозвуковой стимуляции ЛИНГВОСТИМ в командном режиме для согласования уровней активации. Процедура применения заключалась в одновременном включении сессии стимуляции с одинаковыми параметрами всем членам команды. Выбиралась сессия, направленная на отвлечение от окружающей обстановки, релаксации и дальнейшего формирования уровня активации, соответствующего продуктивной активации.

Результаты

Анализ коллективной работы наиболее сыгранной «пятерки» хоккеистов в команде представлен на рисунке 1.

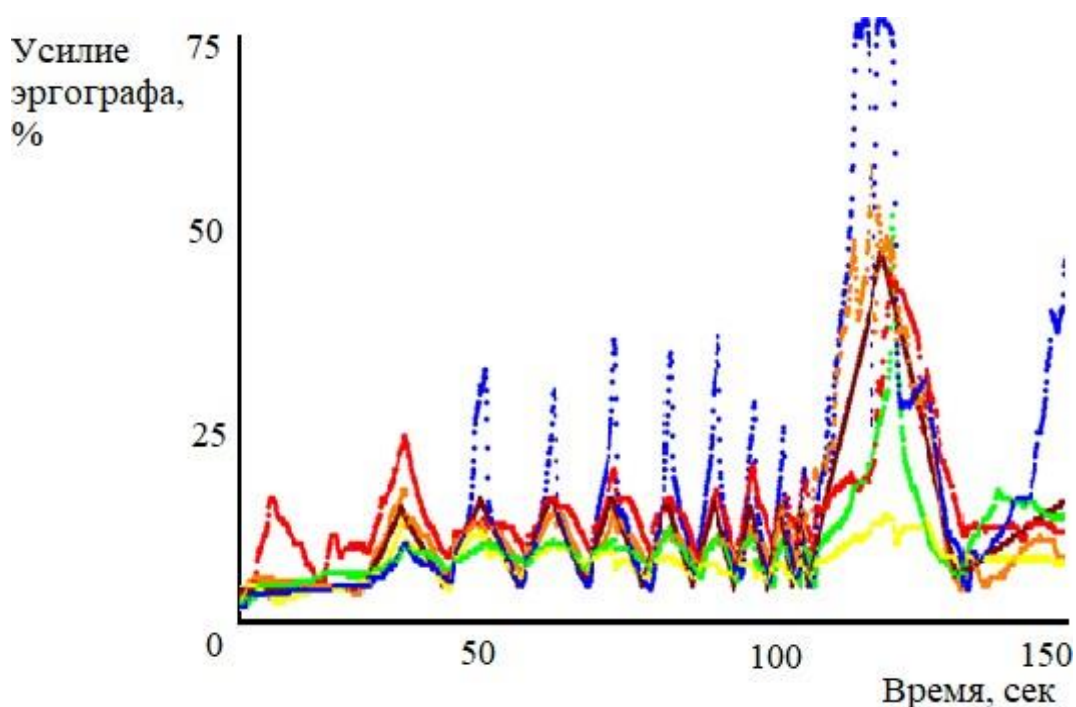


Рисунок 1 - Анализ коллективной работы наиболее сыгранной «пятерки» в хоккейной команде

Хоккеисты «пятерки»: В. – красный, Л. – оранжевый, Т. – желтый, С.1 – зеленый, С.2 – синий.

Показатели:

- коэффициент слаженности – 0,96;
- индивидуальный вклад – 1,87-1,02-0,95-0,89-1,0;
- индивидуальная точность следования за линией-лидером и степень приложенных индивидуальных усилий – 1,23-1,09-0,94-0,9-0,99;
- точность дозирования усилий базовая – 1,01-1,40-1,01-0,98-0,99;
- точность дозирования усилий при быстром темпе деятельности – 1,56-0,98-0,87-0,85-1,01;
- точность дозирования усилий при больших усилиях – 1,34-0,97-0,92-0,80-1,02;
- время реакции при переходе от нарастающего к уменьшающемуся усилию (мсек) – 183-201-210-211-209;
- время реакции при переходе от уменьшающегося к нарастающему усилию (мсек) – 178-196-201-194-207.

Анализ коллективной работы менее сыгранной «пятерки» хоккеистов представлен на рисунке 2.

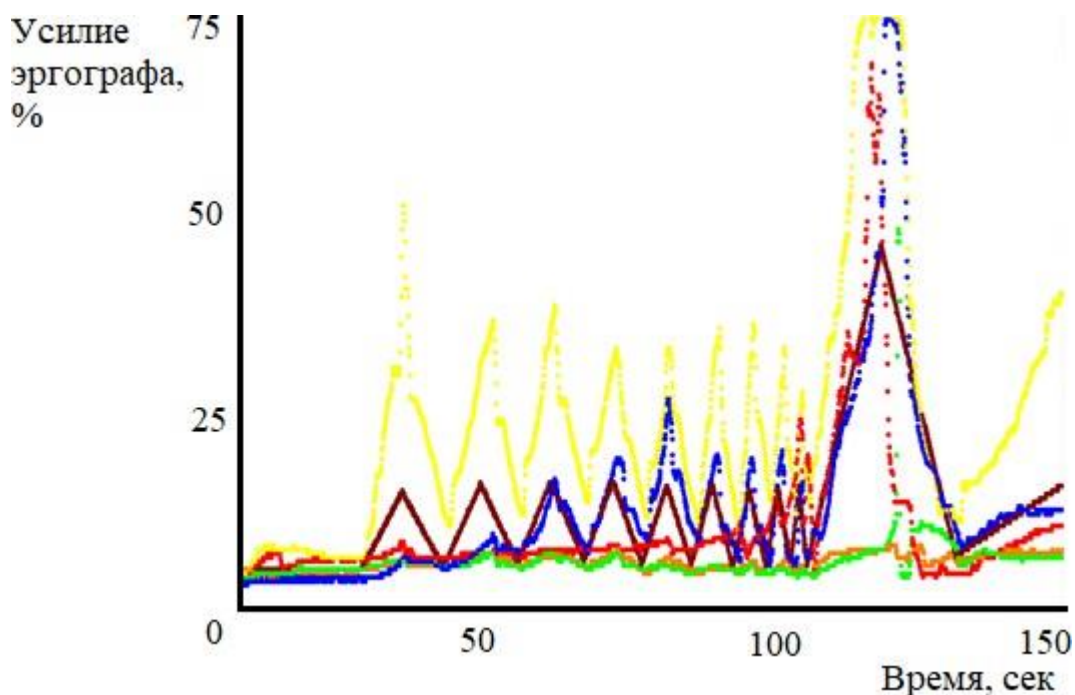


Рисунок 2 – Анализ коллективной работы менее сыгранной «пятерки» в хоккейной команде

Хоккеисты менее сыгранной «пятерки»: Г. – красный, Ц. – оранжевый, Б. – желтый, К. – зеленый, С. – синий.

Показатели:

- коэффициент слаженности – 0,95;
- индивидуальный вклад – 0,85-0,80-1,61-0,8-1,03;
- индивидуальная точность следования за линией-лидером и степень приложенных индивидуальных усилий – 0,83-0,82-0,94-0,86-0,99;
- точность дозирования усилий базовая – 1,02-1,09-1,01-0,96-0,97;
- точность дозирования усилий при быстром темпе деятельности – 0,91-0,88-0,97-0,85-1,01;
- точность дозирования усилий при больших усилиях – 1,03-0,87-0,99-0,81-1,02;
- время реакции при переходе от нарастающего к уменьшающемуся усилию (мсек) – 210-204-175-219-183;
- время реакции при переходе от уменьшающегося к нарастающему усилию (мсек) – 209-205-173-219-173.

Результаты динамики ЭКС при проведении светозвуковой стимуляции в командном режиме представлены на рис. 3.

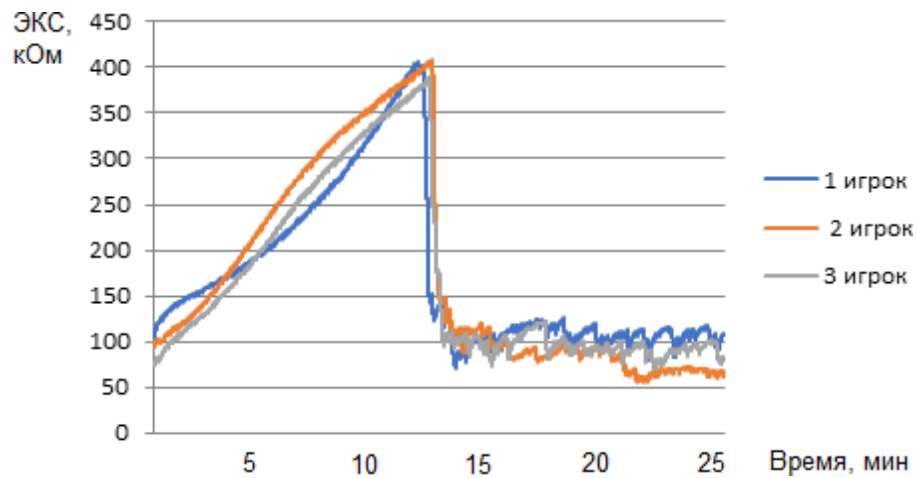


Рисунок 3 – Показатели электрокожного сопротивления (кОм) игроков в процессе совместного прохождения светозвуковой стимуляции

Обсуждение результатов

У хоккеистов наиболее сыгранной «пятерки» отмечается высокая подвижность процессов возбуждения-торможения с преобладанием процессов возбуждения (рисунок 1). Хоккеисты имеют высокую способность выдерживать темп при быстрой смене коллективной деятельности, большую быстроту реагирования при смене нагрузочной деятельности. Кроме того, имеют схожие показатели времени реакции при смене направления движения сигнала, что позволяет им эффективно взаимодействовать. При анализе выявляются качества лидерства по максимальному объему выполненной работы. При прохождении лабиринта выявлена высокая точность следования коллективной траектории, за траекторией движения одного из хоккеистов (на представленном графике это линия, выбивающаяся вверх), что свидетельствует о наличии лидерских качеств у хоккеиста В., который является одновременно капитаном команды. Отмечается высокая способность к мобилизации при тяжелых коллективных нагрузках, равномерность удельного вклада в объем выполненной коллективной работы. В целом данная «пятерка» имеет высокие коэффициенты согласованности совместных действий при коллективной работе, на поле она также является сыгранной и показывает высокую эффективность тренировочной и соревновательной деятельности.

У менее сыгранных пятерок (рис. 2) отмечался больший разброс оцениваемых показателей. Качества лидерства (индивидуализм) по максимальному объему выполненной коллективной работы присущи хоккеисту Б. Способность к мобилизации при интенсивных коллективных нагрузках отмечается у хоккеистов Г. и С. Пассивность по слабому удельному вкладу в объем выполненной коллективной работы выявлена у хоккеистов Ц. и К. Способность выдерживать темп при быстрой смене коллективной деятельности отмечается у хоккеистов Б. и С. Быстрота реагирования при смене нагрузочной деятельности: оптимальная – у хоккеистов Б. и С.; запаздывающая – у хоккеистов Г., Ц. и К. Вторая «пятерка» отличается разбросом коэффициентов согласованности совместных действий при коллективной работе, на поле это проявляется относительно низкой сыгранностью по сравнению с другими «пятерками» команды.

Следует отметить, что тренеры по данным обследования выявили для себя определенные особенности в деятельности отдельных хоккеистов, связанные с их поведением

на поле, особенно значимо проявляющиеся в условиях игр.

При проведении групповой синхронизированной светозвуковой стимуляции выявлен эффект выравнивания электрокожного сопротивления во время сеанса и на протяжении последующих 10 минут (рисунок 3). Данный эффект сохранялся и через 20 минут при регистрации ЭКС, что свидетельствует о развитии эффекта синхронизации уровней активации у членов коллектива.

Данное наблюдение позволяет рекомендовать проведение сеансов групповой светозвуковой стимуляции для синхронизации уровня активации у членов команды, что позволяет в большей степени синхронизировать и двигательные действия.

Внедрение данного методического приема позволит повысить слаженность, эффективность взаимодействия в спортивной команде за счет синхронизации подаваемых световых и звуковых стимулов одновременно на всех приборах, которые задействуются для проведения коллективных сеансов сенсорной нейростимуляции.

После прохождения тренингов выявлено повышение согласованности действий при меньшей психоэмоциональной активации при тех же усилиях и уровне сложности выполнения сложно-координированных двигательных актов, что является предпосылкой для осуществления деятельности на более низком уровне активации (что способствует более низким энерготратам при той же интенсивности нагрузки), а также развития синхронизации как уровней ЭКС, так и двигательной деятельности, что способствует формированию слаженности действий.

Обращает на себя внимание феномен совпадения процессов синхронизации психоэмоциональной активации и сложно-координированных зрительно-моторных двигательных актов, что свидетельствует о важности формирования схожих уровней психоэмоциональной активации и разработке методик их согласования.

Согласно тренерской экспертной оценке, уровень согласованности движений при выполнении элементов, требующих согласованности синхронности действий, повысился после проведения тренингов, направленных на развитие синхронизации двигательных действий по совместному управлению объектом и согласованности психоэмоциональной активации.

Обсуждение результатов

Следует учитывать, что психофизиологические показатели человека, действующего в составе малой группы, могут существенно отличаться от качеств тех, кто в момент проведения обследования не находился под влиянием группы [9, 10]. Это требует проведения одномоментной оценки психофизиологических показателей в условиях моделирования совместной деятельности, что позволяет осуществить разработанный комплекс.

Выводы

Разработанный программно-аппаратный комплекс оценки и тренинга психофизиологической совместимости позволяет оценивать сходство темпо-ритмических характеристик совместной деятельности, удельный вклад в выполняемую работу, склонность к лидерству, а также согласованность психоэмоциональной активации одновременно в команде численностью до 10 человек. По этим же параметрам проводится тренинговая работа в игровой форме для обеспечения согласованности двигательных действий при помощи компьютерных игр. Проводимые тренинги позволяют повысить синхронность зрительно-моторной координации при совместном управлении движущимся объектом, что сопровождается повышением согласованности уровней активации. Проведение синхронизированной светозвуковой стимуляции в командном режиме позволяет синхронизировать уровни активации (мозговой активности).

Практическая значимость

Разработанные методики позволят повысить эффективность внутри командного взаимодействия, сыгранность команды, слаженность действий в сложно-координационных групповых видах спорта.

Благодарности

Работа выполнена по заданию Минспорта РФ в рамках НИР «Разработка научно обоснованных методик комплексной системы оценки, формирования и коррекции сыгранности (психофизиологической совместимости) в игровых видах спорта и системе «тренер-спортсмен»».

Список литературы

1. Коломейцев Ю.А. Взаимоотношения в спортивной команде. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 128 с.
2. Гончаров А.А. Психофизиологическая совместимость и групповой отбор // Инновационные проекты и программы в психологии, педагогике и образовании: Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: Аэтерна, 2017. – С.116-119.
3. Обозов Н.Н., Овчинников В.С. Установка для исследования сенсомоторной совместимости // Электроника и спорт. – Л.: Советский спорт, 1968, – С.37.
4. Чернышев А.С., Сарычев С.В., Лунев Ю.А. Аппаратурные методики психологической диагностики группы в совместной деятельности. — М., 2005.
5. Обозов Н.Н. Психологические методы исследования совместной работы // Вопросы психологии, 1977, №4. — С. 129—133.
6. Сарычев С.В., Чернышев А.С. Аппаратурная методика «Арка» как метод социально-психологического исследования - Вестник практической психологии образования - 2009. Том. 6, № 1]
7. Голуб Я.В. Способ оценки психофизиологической готовности к профессиональной деятельности. Заявка на патент РФ № 2016122634, 2016.
8. Голуб Я.В., Чекунов А.А., Сысоев В.Н., Суханов Д.Г. Инновационная тест-тренажерная технология для эргатических систем // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2017. - № 2. – С. 99-106.
9. Девишвили В.М., Мдивани М.О., Елгина Д.С. Групповая сплоченность в спортивных командах разного профессионального уровня // Национальный психологический журнал. – 2017. – № 4 (28). – С.121-128.
10. Багрецов С.А., Бондаренко А.В., Обносков Б.В. Квалиметрия групповой деятельности операторов сложных систем управления / Под ред. Б.С.Алешина. – М.: Физматлит, 2006. – 384 с.

Мультидисциплинарный подход в оценке результатов тренировочной деятельности футболистов

Голубев Д. В., аспирант, *dengolubev@inbox.ru*

Щедрина Ю. А., доктор биол. наук, профессор, *p_j_a@mail.ru*

Министерство спорта Российской Федерации Национальный Государственный Университет имени П. Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. *Апробирован мультидисциплинарный подход в оценке результатов тренировочной деятельности юных футболистов, учитывающий три основные составляющие: объективный взгляд профессиональных тренеров и специалистов по спортивной медицине (экспертные оценки); субъективное ощущение спортсменов (шкала Борга); «поток» данных регистрируемых современными спортивными технологиями (GPS Catapult, Polar, Omega). Установлено, что использование комплексного алгоритма мониторинга комплекса данных позволяет количественно и качественно определять и оценивать функциональное состояние и воздействие физической и сопровождающей ее нагрузки, персонализировать нагрузку и прогнозировать заболевания, травмы.*

Ключевые слова: *футбол, мониторинг, мультидисциплинарный подход*

Введение

Процесс подготовки спортивного резерва – одна из ведущих проблем спортивной науки, которая основывается на: биологических закономерностях развития организма и его физических кондиций, изменении климатогеографических и социальных факторов, возможностях научно-технического сопровождения. В основе достижения высоких результатов лежат процессы адаптации организма юных спортсменов, характеризующиеся устойчивым уровнем функционирования физиологических систем, обеспеченных структурными и функциональными изменениями органов и тканей.

Игровые виды спорта, в частности футбол представлены ацикличностью движений, значительной сенсомоторной нагрузкой, эмоциональным напряжением, предъявляя высокие требования к растущему организму. Желание индивидуализировать тренировочный процесс для спортсменов-футболистов привело к внедрению множества различных стратегий мониторинга, позволяющих тренерам получать информацию по каналам обратной биологической связи, что существенно увеличило объем данных, требующих детальной обработки. Ввиду этого, научный интерес представляет изучение интеграции методик, осуществляющих мониторинг различных параметров (внешних воздействий, функционального состояния организма спортсмена и его «ответов» на эти воздействия), чему и способствовало наше исследование.

Цель – апробировать мультидисциплинарный подход для количественной и качественной оценки результатов тренировочной деятельности

Методы

Обследование велось на протяжении 1 года обучения в футбольных коллективах трех возрастных векторов (15, 16, 17- летних футболистов). Использовали системы, включающие оборудование и технологии регистрации и обработки данных (рисунок 1, 2, 3). GPS - технология Catapult (Optimeye S5; Catapult Innovations of Australia, Melbourne) – это современное оборудование, включающее в себя: мини устройство, оснащенное микросенсорами акселерометром, магнитометром и гироскопом; эластичным топ-жилетом;

передвижным кейсом, который направляет данные об двигательной активности с мини-устройств в облачно-аналитическую платформу OpenField для их хранения.



Рисунок 1 – Передвижной кейс с GPS-устройствами, эластичный топ-жилет, облачно-аналитическая платформа OpenField (Optimeye S5; Catapult Innovations of Australia, Melbourne)

Регистрировали следующие показатели движений спортсменов при игровой/тренировочной деятельности) – это инерционные: IMA accel high – ускорения; IMA decel high – торможения; IMA Cod left high – смены направления в левую и, соответственно, в правую сторону – IMA Cod right high. Скоростные пороги: Speed zone 4,5-5,5 m/s – это количество метров преодоленных спортсменами при перемещениях со скоростью 4,5-5 м/с; Speed zone 5,5-7 m/s – в скоростной зоне 5,5-7 м/с и Speed zone >7 m/s – в скоростной зоне >7 м/с. Мониторинг работы сердечной деятельности проходил при помощи нагрудных мониторов Polar H10 (Финляндия), которые сопрягаются с мини-устройствами GPS-системы Catapult (Австралия) (рисунок 2). Использовали модифицированный расчётный показатель «тренировочный импульс» (TRIMP – Training Impuls), предложенный Banister [6]: $(\text{Heart Rate Band 1 Total Duration} / 60 * 1) + (\text{Heart Rate Band 2 Total Duration} / 60 * 1,2) + (\text{Heart Rate Band 3 Total Duration} / 60 * 1,5) + (\text{Heart Rate Band 4 Total Duration} / 60 * 2,2) + (\text{Heart Rate Band 5 Total Duration} / 60 * 4,5) + (\text{Heart Rate Band 6 Total Duration} / 60 * 9,0)$



Рисунок 2 – Нагрудные мониторы Polar H10

Аппаратно-программный комплекс ОМЕГА-СПОРТ («Динамика», Санкт-Петербург, Россия) использовался регулярно в утренние часы (9:00-10:00) для регистрации электрической активности сердца во II-м стандартном отведении. Запись осуществлялась из положения сидя (ноги и руки не были скрещены, дыхание ровное) в состоянии относительного мышечного покоя. Продолжительность регистрации составляла 5-10 минут. В данном исследовании задействовали интегральный показатель «функциональное состояние, %».



Рисунок 3 – Аппаратно-программный комплекс ОМЕГА-СПОРТ

Мониторинг субъективного ощущения тяжести физической нагрузки осуществлялся по модифицированной шкале Борга (Rating of Perceived Exertion Scale, Borg Scale® – Метод-RPE), предложенную профессором Стокгольмского университета Гуннаром Боргом [5]. Для экспресс-сбора данных методика была конвертирована в google форму (табл. 1).

Таблица 1 – Модифицированная шкала Борга

Баллы	Степень нагрузки / Work load
0	Никаких усилий / No effort
0,5	Чрезвычайно слабые / Extremely weak
1	Очень слабые / Very weak
2	Относительно слабые / Relatively weak
3	Умеренные / Medium
4	Отчасти тяжелые / Partly hard
5	Тяжелые / Hard
6	
7	Очень тяжелые / Very hard
8	
9	
10	Чрезвычайно тяжёлые – на пределе возможностей / Extremely hard – at the limit of possibilities

Ссылка отправлялась в общий чат (мессенджер WhatsApp) команд через 30 минут после завершения каждой тренировочной сессии и официальных матчей (после 15-минутного восстановления и 10-15-минутного разбора игры с главным тренером). Период в 25-30 минут пассивного восстановления позволял при регистрации получить показатели, отражающие суммарные функциональные нагрузки за всю нагрузочную сессию.

Экспертные оценки профессиональных тренеров и специалистов по спортивной медицине являлись важной составляющей данного исследования. Техничко-тактическую успешность в игре оценивали методом опроса тренеров, имеющих лицензии российского футбольного союза [4] В – UEFA (n=3), А - юношеская (n=3), В - юношеская (n=5) и С (n=7). В зависимости от количества успешных технико-тактических действий в игре выставлялись баллы: 1-2 – «технический арсенал в игре низкий и нет понимания тактической модели», 3-4

– технико-тактическая составляющая «очень низкая», 5-6 баллов – «удовлетворительная», 7-8 – «хорошая», 9-10 - «отличная».

На регулярной основе осуществлялся экспертный опрос специалистов по спортивной медицине (n=12) с целью определения уровня здоровья спортсменов. Уровень здоровья оценивался врачом на протяжении всего исследуемого периода, еженедельно. В зависимости от количества обращений и тяжести жалобы выставлялись баллы: 0 – «все в порядке, жалоб и травм нет», 1-3 – здоровье «отличное», 4-7 баллов – «хорошее», 8-10 – «удовлетворительное», 11-12 – «повреждения, нарушения, заболевания, повлекшие пропуск тренировочного занятия».

Статистический анализ проводился в Microsoft Excel 2017. Аналитическая база исследования представлена систематизацией полученных данных. Для обобщения и определения согласованности изменений средних значений использовали непараметрический критерий Пирсона. Линейная корреляционная модель была визуализирована графическими трендами для решения задачи сопряженности количественных и качественных показателей.

Результаты

В таблице 2 представлены годовые средние значения анализируемых показателей у спортсменов-футболистов.

Таблица 2. Количественные и качественные показатели оценки тренировочной деятельности спортсменов-футболистов разного возраста

Показатели/возраст	15 лет	16 лет	17 лет
Speed 4,5-5,5 m/s, м	6223,6±1575,1*	7630,3±1197,1**	8499,4±1730,3
Speed 5,5-7 m/s, м	1086,3±105,6	1118±255,3*	1275,1±323,9
Speed > 7 m/s, м	87,3±79,6	103,3±70,5	162±59,4*
IMA accel, кол-во	3,5±3,2*	4,3±2,9	5,2±3,2
IMA decal, кол-во	6,2±0,9	6,9±1,4*	6,5±0,5*
IMA Cod left high, кол-во	3,5±3,2	4,8±3,7	6,3±4,4**
IMA Cod right high, кол-во	4,5±3,09	4,4±3,5*	4,7±3,1
TRIMP, усл. ед	530,6±271,8*	453±161,8****	656,3±209,3*
RPE, балл	4,6±3,1	4,6±3,2	6,3±2,2
ФС, %	74,1±3,4	81,2±1,3*	72,8±1,3**
ЭОТ, балл	6,5±3,2*	6,8±1,9***	8±1,1
ЭОВ, усл. ед.	9,7±1,3*	0,3±0,7	7,6±2,1*

Примечание: *- достоверность отличий от спортсменов футболистов 15 лет; ** - достоверность отличий от спортсменов футболистов 16 лет; *** - достоверность отличий от спортсменов футболистов 17 лет

Метраж выполненной работы в скоростной зоне 4,5-5,5 м/с (speed zone 4,5-5,5 m/s) тесно коррелирует с экспертной оценкой профессиональных тренеров по футболу. Графический линейный тренд нарастает в подготовительный период (рисунок 4). Нужно

отметить, количество верных/результативных тактических передвижений и точных технических действий растет наряду с повышением количества метража в скоростном диапазоне 4,5-5,5 м/с. Вклад деятельности юных игроков в скоростных зонах 5,5-7 м/с и >7 м/с в игровую успешность незначителен.

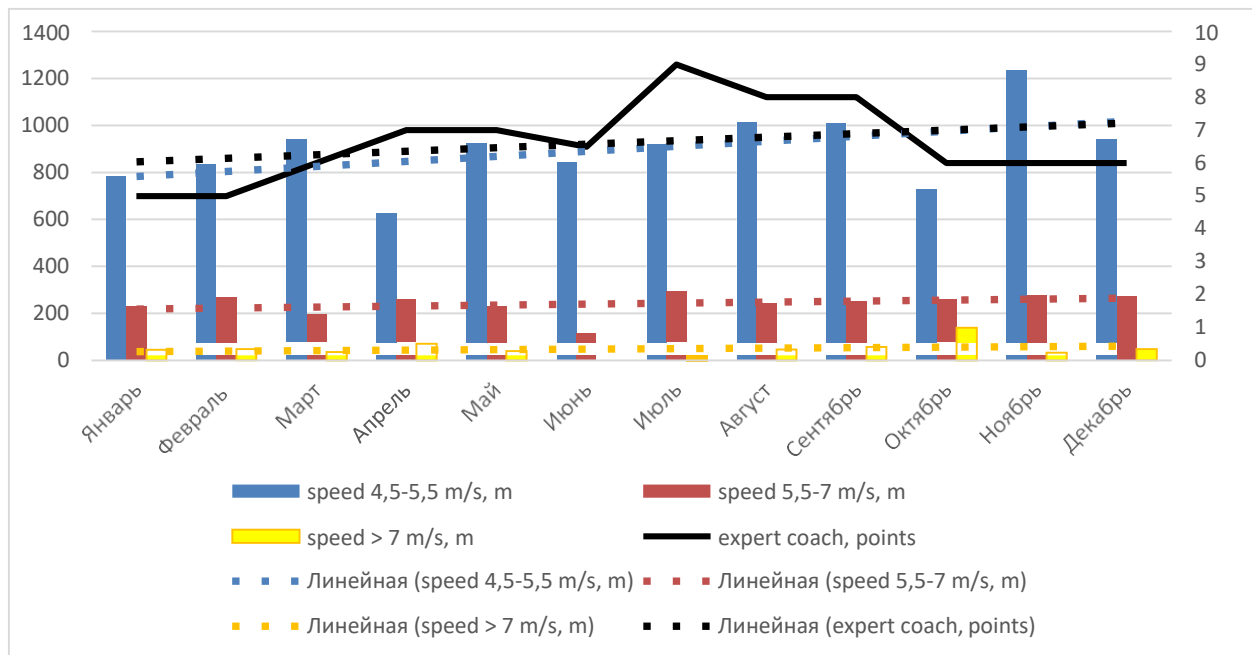


Рисунок 4 – Линейная модель корреляционной взаимосвязи параметров зон скорости (метры): speed 4,5-5,5 м/с; speed 5,5-7 м/с; speed > 7 м/с и экспертной оценки успешности технико-тактической деятельности игроков (баллы)

Анализ инерционного движения (ИМА) – это механические усилие, вызываемое высокой мощностью (>3,5 м/с) [7]. Графические тренды корреляционных связей показывают, что внешний фактор – количество резких замедлений/торможений (ИМА decal) является наиболее чувствительным маркером эффективности игровой деятельности, чем остальные показатели микродвижений – ИМА в реализации технико-тактической подготовленности (рисунок 5).

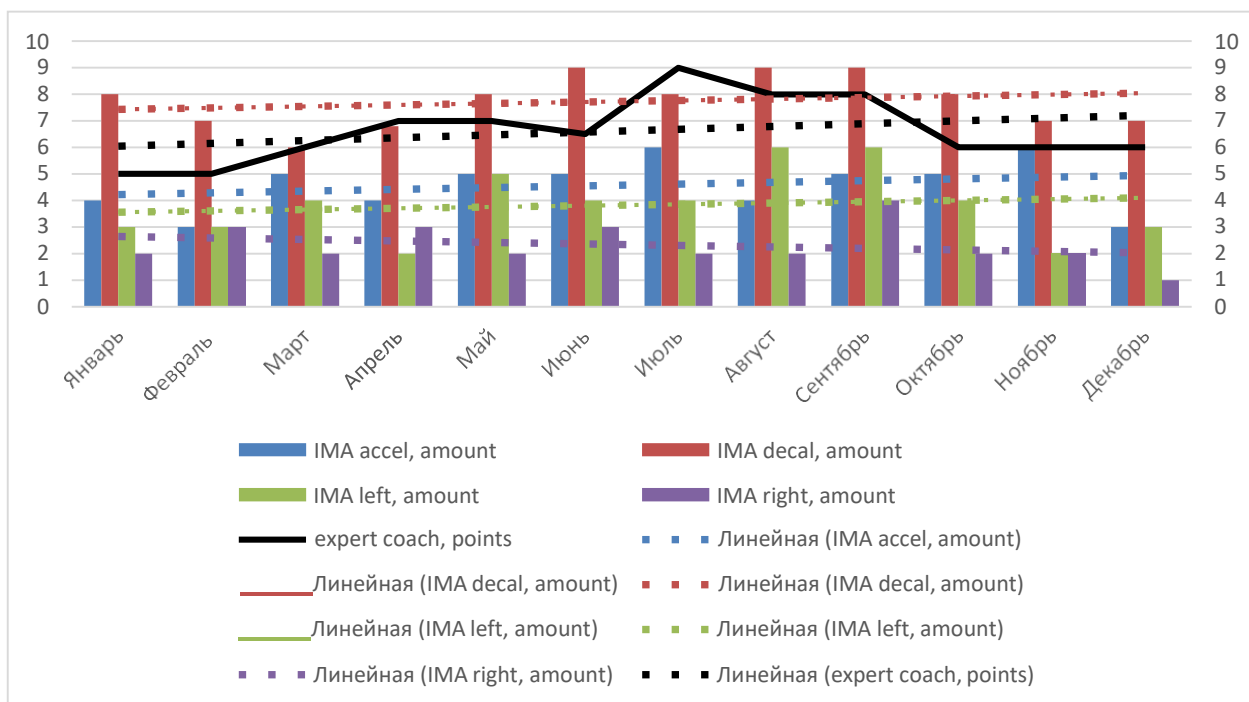


Рисунок 5 – Линейная модель корреляционной взаимосвязи параметров инерционных микродвижений (кол-во): IMA accel, IMA decal, IMA Cod left high, IMA Cod right high и экспертной оценки успешности технико-тактической деятельности игроков (баллы)

Выявили тесную взаимосвязь физиологической расчётной характеристики «тренировочный импульс» (TRIMP) с успешностью технико-тактической деятельности юных спортсменов на футбольном поле. Нарастающий тренд подчеркивает универсальность реализации тактической модели каждым тренером и индивидуальную техническую оснащенность каждого футболиста (рисунок 6). Изучение результатов метода-RPE не показало достоверных связей в данном исследовании. Снижение тренда субъективного параметра тяжести нагрузки (RPE) не повлияло на качество реализации арсенала технико-тактической подготовленности футболистами, что прослеживается в рисунке 6.

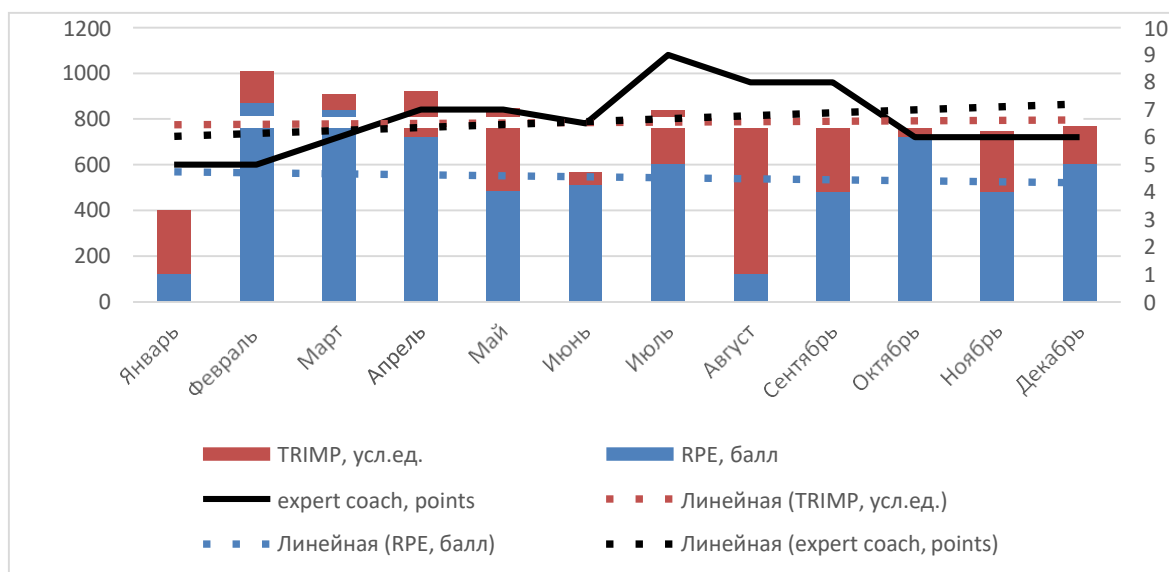


Рисунок 6 - Линейная модель корреляционной взаимосвязи показателей функциональной «стоимости»: TRIMP (усл. ед.), RPE (балл) и экспертной оценки успешности технико-тактической деятельности игроков (баллы)

На рисунке 7 видна обратная связь между уровнем здоровья и функциональным состоянием обследуемых футбольных коллективов. Опрос игроков и спортивных врачей позволил установить наличие большего числа жалоб на повреждения голеностопного, коленного суставов и асептический миозит задней поверхности бедра к окончанию игрового сезона (август-октябрь). Именно в этот временной вектор интегрального показателя «функциональное состояние, %» идет на спад (рисунок 7).

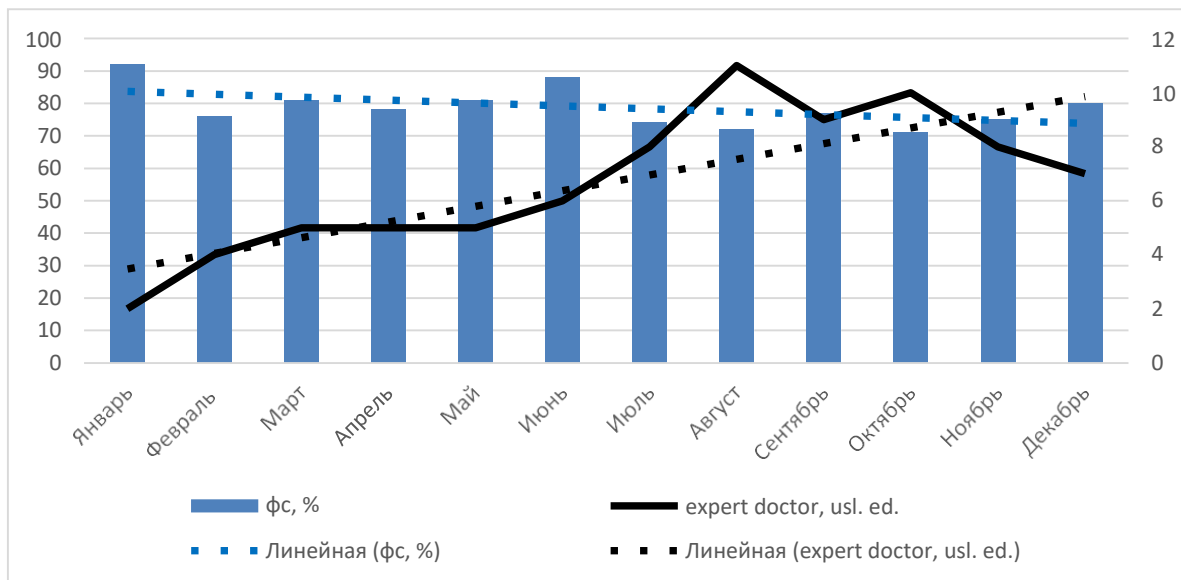


Рисунок 7 - Динамика показателя «функциональное состояние %» (ФС, %) и экспертной оценки врачей (ЭОВ, усл. ед.) в группе юных футболистов на протяжении годичного цикла спортивной подготовки

Обсуждение результатов

Эффективность тренировочной деятельности, мы полагаем, имеет смысл определять, используя мультидисциплинарный подход. Успешность технико-тактических действий игроков по экспертной оценке тренеров тесно сопряжена с рядом внешних переменных, характеризующих двигательную производительность на футбольном поле. В частности, показатели метража в зоне низкой скорости 4,5-5,5 м/с (speed zone 4,5-5,5 m/s) и внешний фактор количество инерционных замедлений/торможений (IMA decal) изменяются значительно динамичней, чем остальные показатели движения. Данные нашего исследования демонстрируют потребность спортсменов-футболистов в навыках замедлений/торможений в большей степени, чем в навыках ускорений и движений с резкой сменой направлений. Оценка функциональных «затрат» на двигательную производительность в период тренировочных воздействий оптимальнее определять по показателям «тренировочный импульс» (TRIMP, усл. ед.) и модифицированной шкале Борга. «Тренировочный импульс» (TRIMP, усл. ед.) является надежным валидным показателем при количественной оценке функциональной нагрузки в футболе, по крайней мере относительно данной выборки. Динамическое исследование результатов субъективного ощущения тяжести физической нагрузки по модифицированной шкале Борга (Метод-RPE) не позволило выявить достоверной связи с уровнем технико-тактической подготовленности юных спортсменов-футболистов в тренировках и ряда соревновательных игр. Однако, в практической деятельности метод, основанный на применении модифицированной шкалы Борга, зарекомендовал себя, как полезный инструмент в управлении тренировочным процессом посредством коррекции объема и интенсивности физической нагрузки, а также применения средств активного восстановления.

Стоит отметить, что экспертная оценка специалистов по спортивной медицине предполагает в первую очередь оценку уровня здоровья спортсменов, подразумевая под этим оптимальность их функционального состояния и высокие резервные возможности организма. Интегральный показатель - «функциональное состояние %», базирующийся на параметрах ВСП отражает срочные адаптационно-приспособительные реакции организма на непосредственно физические нагрузки и на воздействия, сопровождающие их, определяя «физиологическую цену» адаптации по напряжению регуляторных механизмов сердечного ритма. Диапазон прироста показателя «функциональное состояние, %» и его максимальная величина соответствуют индивидуальным адаптационным возможностям организма юных спортсменов обследуемой выборки. Известно, что функциональное состояние сердечно-сосудистой системы отражает ее адаптационный потенциал [1]. Анализируя данные исследуемых, удалось выявить, что снижение адаптационного потенциала системы кровообращения к различным факторам сопровождается ростом числа обращений спортсменов к врачам по спортивной медицине, ввиду ухудшения состояния и различных повреждений опорно-двигательной системы.

Выводы

1. Выделены чувствительные индикаторы двигательной производительности юных футболистов: speed zone 4,5-5,5 m/s (*метры*); IMA decal (*количество*), тесно связанных с реализацией технико-тактического потенциала в игровой деятельности.

2. Физиологическая расчётная характеристика «тренировочный импульс» (TRIMP) коррелирует с успешностью технико-тактической деятельности на футбольном поле. Метод-RPE является доступным и практичным инструментом в полевых условиях для тренеров-практиков, однако статистической значимости в реализации технической и тактической подготовленности футболистов не несет.

3. Осуществление мониторинга за динамикой показателя «функциональное состояние %» и сопоставление его с «экспертной оценкой врача, у.е.» выявило, что снижение «функционального состояния %» введет к увеличению обращений юных футболистов-профессионалов к спортивным врачам по причине нестабильного состояния, травм и заболеваний. Установлено, что показатель «функциональное состояние %» ухудшается несколько раньше, чем показатель «экспертная оценка врача, у.е.», сигнализируя об изменениях в приспособительных реакциях организма спортсменов.

4. На рисунке 8 представлена технология обратной биологической связи, основанная на мультидисциплинарном подходе, примененном в данной работе. Используя данные алгоритмы, возможно рационально управлять физической нагрузкой, функциональным состоянием, а также прогнозировать и не допускать перетренированности спортсменов-футболистов.

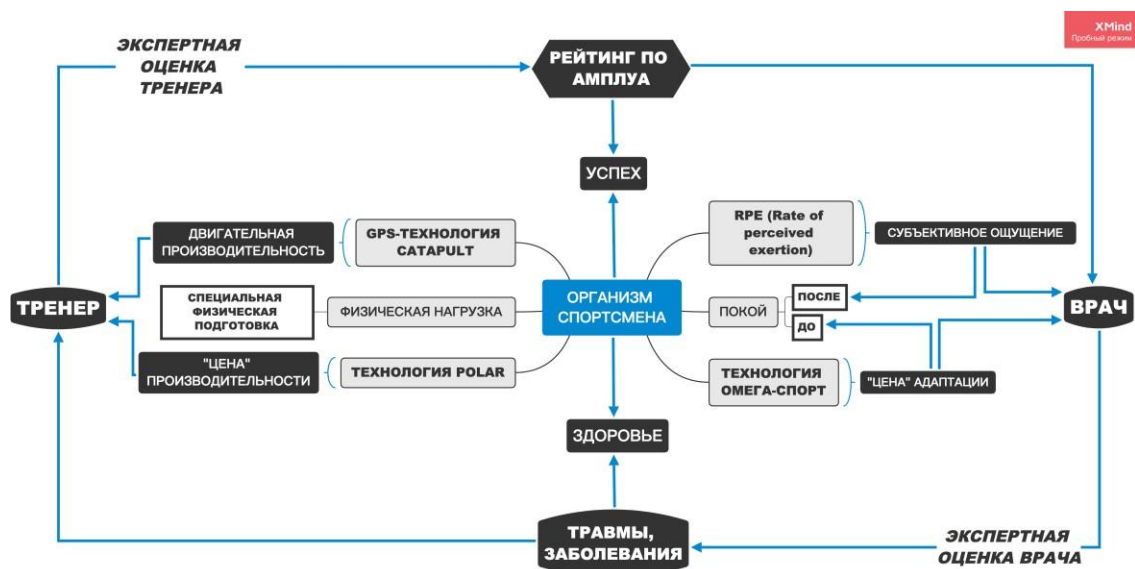


Рисунок 8 – Технология обратной биологической связи, основанная на мультидисциплинарном подходе

Список литературы

1. Баевский Р.М. // Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний.- М,1997.
2. Голубев Д. В., Щедрина Ю. А. Прогнозирование функционального состояния юношей-футболистов на разных периодах спортивной подготовки // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т. 26. – №. 1.
3. Щедрина Ю. А., Голубев Д. В. Минимизация параметров вегетативной регуляции сердечного ритма в оценке функционального состояния юных футболистов-профессионалов // Физическое воспитание. – С. 130.
4. Российский Футбольный Союз // официальный сайт «РФС». [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://rfs.ru/>
5. Borg, Gunnar A.V. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sport Exercise*, 1982. Vol. 14, No. 5, pp. 377-381.
6. Edwards, S. (ed.). «High performance training and racing» in *The Heart Rate Monitor Book* (Sacramento, CA: Feet Fleet Press), 1993: 113-123.
7. Kenhead R., Nassis G.P. Training load and player monitoring in high-level football: current practice and perceptions // *International journal of sports physiology and performance*. 2016. Т.11. №.5. С.587-593. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0331>

Взаимодействие аллелей генов ренин-ангиотензиновой системы, адренореактивности и липидного обмена в регуляции двигательной активности спортсменов

Горбунова В.Ю¹, доктор биол. наук, проф., valentina2075034@mail.ru

Воробьева Е.В², канд. биол. наук, obg_bspu@mail.ru

Даутова А.З³, канд. биол. наук, dautova.az@mail.ru

Латыпова Ю.Х², obg_bspu@mail.ru

Шамратова В.Г⁴, доктор биол. наук, проф. shamratovav@mail.ru

¹ Институт развития образования, Уфа,

² Башкирский государственный педагогический университет им.М. Акмуллы, Уфа,

³ Уральский государственный университет физической культуры. Уфа,

⁴ Башкирский государственный медицинский университет, Уфа

Аннотация. Корреляционный анализ трех полиморфных вариантов генов ACE, CMA1 и BDKRB2 выявил влияние аллелей *I, *G и *-9 на состояние красной крови у спортсменов. Показано, что протективный гаплотип *C*G аллелей генов MTHFR и FV может являться маркером предрасположенности к выполнению повышенных физических нагрузок при занятии профессиональным спортом.

Ключевые слова: Генетический полиморфизм, двигательная активность, кислородтранспортная система, гемодинамика, липиды, свертывающая система, адренореактивность.

В последние годы активно изучаются генетические маркеры, ассоциированные с проявлением и развитием физических качеств, играющих ключевую роль в успешной спортивной деятельности (Ahmetov I.I., et al., 2016; Replonska B., et al., 2017). Так, среди полиморфных вариантов, ассоциированных с предрасположенностью к профессиональному занятию спортом, выделяют следующие группы генов: мышечной системы MYH7, MYH2, MYH1 (Ахметов, 2007), альфа-ACTN3 (Yang et al., 2003; Рогозкин и др., 2005), сердечно-сосудистой - ACE, AGT, AGT2R1, NOS3, (Глотов и др. 2006), метаболизма костной ткани - VDR, CALCR (Глотов и др., 2006), системы свертывания крови и фибринолиза - F1, FII, FVII, ITGB3, ITGA2, MTHFR (Баранов, 2002). Особняком в этом строю стоит белок с особыми полномочиями. Это - адипонектин – белок, регулирующий важные метаболические и катаболические процессы. Он оказывает влияние на углеводный и липидный обмены; снижает содержание ЖК, стимулируя их β-окисление. Он участвует в регуляции кровяного давления, препятствуя отложению жира на стенках кровеносных сосудов, предотвращает возникновение воспалительных процессов, смягчает повреждения при ишемии и реперфузии (возобновление тока крови) сердечной мышцы; предотвращает развитие деменции (слабоумия); поддерживает энергетический гомеостаз; улучшает чувствительность к инсулину, предотвращая развитие инсулинорезистентности; ингибирует атеросклеротические процессы (Танянский, 2008; Бурко, 2013).

Состояние ССС человека тесным образом связано с активностью ренин-ангиотензиновой системы (РАС), с системой свертываемости крови, а также с функционированием гладкой и сердечной мускулатуры и энергетическим обменом.

Функционирование этих систем находится под строгим контролем генов, регулирующих работу основных ферментов, участвующих в процессах свертывания, изменения просвета сосудов, компенсаторного разрастания сердечной мышцы.

Основными компонентами РАС являются ангиотензин-конвертирующий фермент и химаза, кодируемые соответствующими генами. Нарушение функционирования аллелей генов *ACE* и *СМА1* приводят к изменению просвета сосудов, к повышению артериального давления (Neuringer et.al, 1993; Francis et.al., 1993). Усиление свертывающей системы или ее ослабление, кодируются генами свертываемости крови (*FV*, *MTHFR*). Нарушение функционирования этих генов способствует тромбозам (Khan et. al).

Поэтому для объективной оценки физических способностей при формировании спортивных команд необходима комплексная оценка всех систем человека.

Исходя из вышесказанного, немаловажное значение имеет исследование индивидуальных особенностей человека по способности к выполнению максимальных физических нагрузок без ущерба для здоровья с учетом его генетической конституции.

В данном исследовании рассмотрены полиморфные варианты: *rs5810761 (+9/-9)* гена рецептора брадикинина $\beta 2$ (*BDKRB2*), *rs4646994 (I/D)* – гена ангиотензин-превращающего фермента (*ACE*), *rs1800875 (-1903A>G)* – гена химазы сердца (*СМА1*), *rs2241766* гена *ADIPOQ*, *rs1801133* в гене *MTHFR* и *rs6025* в гене *FV*. Полиморфный вариант *I/D (ACE)* связан с делецией (D) или инсерцией (I) Alu-повтора размером 287 п. н. в 16-м интроне 17-й хромосомы (17q23, - Rigat B., et al, 1992). Ген *BDKRB2* локализуется в 32-м сегменте короткого плеча 14-й хромосомы (14q32.1-q32.2). Наибольший интерес для исследователей представляет обнаруженный в 1-м экзоне гена *BDKRB2* полиморфный вариант (+9/-9), связанный со вставкой или выпадением 9 нуклеотидов (Ma J.-X. et al, 1994). Ген *СМА1* локализован на длинном плече 14-й хромосомы (14q11.2). В 5'-нетранслируемой области гена *СМА1* обнаружена точечная замена остатка А на G в положении 1903, которая может быть идентифицирована после расщепления рестриктазой BstXI. Белки, кодируемые этими генами, участвуют в формировании регуляторных механизмов, отвечающих за функционирование сердечно-сосудистой системы (ССС) при выполнении спортивных нагрузок различной интенсивности (Papadimitriou L.D., et al, 2016; Nazarov I.B., et al, 2001; Sgourou A., et al, 2012).

Многочисленными исследованиями установлена связь полиморфизма *I/D* гена *ACE* с аэробно-анаэробными возможностями организма (Nazarov I.B., et al, 2001; Ахметов И.И., 2008). Показано, что аллель **I* гена *ACE* при интенсивной физической нагрузке ассоциируется с высокими значениями максимального потребления кислорода (Ворошин И.Н., 2015), аллеля **I (ACE)* и **-9 (BDKRB2)* – с пониженным объемом вентилируемого воздуха (Ахметов И.И., 2010), а также с наиболее оптимальным гемодинамическим состоянием (Ильютик А., 2017). Вместе с тем, конкретные физиологические механизмы обеспечения этих возможностей остаются малоизученными.

Нами продемонстрирована связь полиморфного варианта *I/D* гена *ACE* с показателями газотранспортной системы организма и показано, что у лиц с аллелем **D* гена *ACE* по мере возрастания уровня физической активности увеличивается парциальное давления кислорода в крови, кислородная сатурация и уровень оксигенированного гемоглобина (Даутова А., и др., 2018а). Представляют интерес комплексное изучение показателей основных звеньев кислородтранспортной системы (КТС) и способов обеспечения аэробных возможностей организма на физиологическом уровне у обладателей разных генотипов по аллелям генов *ACE*, *СМА1* и *BDKRB2*, с рядом показателей КТС. Принимая во внимание, что на фенотипическое проявление признаков влияет уровень двигательной активности (ДА), нами проводилось сравнение действия генов на указанные показатели при различных уровнях физической нагрузки (Даутова А., и др., 2018б). При этом, в соответствии с уровнем физической подготовки исследуемая выборка разделена на две группы: - профессиональные спортсмены высоких спортивных достижений с квалификацией кандидат и мастер спорта, мастер спорта международной квалификации (570 человек) и группа сравнения, куда вошли лица, занимающиеся спортом, но не имеющие высоких спортивных достижений (770 человек).

Проведенное исследование не только подтвердило, что аллель **I* гена *ACE*, аллель **G* гена *CMA1* и аллель **-9* гена *BDKRB2* являются благоприятными для занятий спортом, где востребованы высокие аэробные возможности организма, но и продемонстрировало физиологические пути их реализации при гомозиготности их носителей. Увеличение числа данных аллелей в генотипе сопряжено с уменьшением количественных (число эритроцитов) и повышением качественных показателей крови (средний объем эритроцита и содержание гемоглобина в клетках) у спортсменов высших квалификаций.

У легкоатлетов с высоким уровнем двигательного режима (480 минут/неделю) полиморфизмы гена *ACE* достоверно связаны со средним объемом и размером эритроцитов, содержанием оксигенированного гемоглобина, напряжением кислорода в крови и обеспечивает сохранение в течение длительного времени высокой работоспособности у лиц с генотипом *II*. Полиморфизмы гена *BDKRB2* определяют уровень физического состояния организма, адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы и толерантность к физическим нагрузкам за счет экономизации ее деятельности. Так, носители варианта *+9/+9* склонны к систолической гипертензии, тогда, как гомозиготы (*-9/-9*) в большей степени – к гипотензии. При физиологических концентрациях адреналина при генотипе *-9/-9* наблюдается отсутствие агрегативного типа, а ареактивный тип встречается довольно часто, что свидетельствует о повышенной реологической устойчивости эритроцитов. Также показана протективная роль аллеля **G* гена *CMA1*, обеспечивающего улучшение резервных и компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой системы. Выявлено более выраженное агрегационное действие при генотипе *DD* по гену *ACE*.

Во время мышечной работы усиливается активность свертывающей и противосвертывающей систем крови. Более того, при мышечной работе в крови возрастает содержание тромбоцитов, увеличивается их адгезивность, что также может обуславливать повышенную свертываемость крови. Увеличение концентрации фибриногена в крови при мышечной работе также усиливает агрегацию тромбоцитов (и объединение, или агломерацию, эритроцитов в «эритроцитарные столбики»).

Наряду с повышением активности свертывающей системы при мышечной работе усиливается активность противосвертывающей системы

А в группе спортсменов детектирован чаще гаплотип рисковый **T/*G* с частотой 17% ($p=0,03$; $\chi^2=9,6$). Согласно литературным данным, аллель **T* гена *MTHFR* ассоциирован с выносливостью за счет более высокой площади поперечного сечения мышечных волокон и их гипертрофией. Аллель **G* отвечает на нормальную активность коагуляционного фактора V.

Изменение конформации белковой структуры под действием SNP-мутации rs1801133 в гене *MTHFR* приводит к конформационным изменениям, и как следствие понижает активность фермента, что ведет к накоплению гомоцистеина и является рисковым фактором развития кардиопатологии.

Проведен функциональный анализ работы вышеназванных генов по изучению ЭКГ покоя, ЭхоКГ, анализ крови, адренореактивности. Исследованная выборка характеризуется разной степенью кардиопатии в зависимости от наследования аллелей генов, определяющих работу сердечнососудистой системы.

В основе генетической предрасположенности к многофакторным заболеваниям лежат сложные взаимосвязи различных генетических систем. С целью выявления особенностей совместной работы генов, было проведено моделирование ген-генных взаимодействий для четырех полиморфных локусов генов сердечно-сосудистой системы у спортсменов.

Анализ четырехлокусной модели взаимодействий генов у спортсменов выявил несколько рисковых комбинаций. Взаимодействие продуктов мутантных аллелей генов, определяющих свертываемость крови *MTHFR* (rs1801133) и *FV* (rs6025), усиливают риск

тромбообразования, причиной которого является накопление гомоцистеина, нарушение эластичности внутрисосудистой выстилки и активация прокоагулянтного фактора V. Усиленное взаимодействие аллелей генов ренин-ангиотензиновой системы *ACE* (rs4646994) и *CMA1* (rs1800875) обуславливает сужение просвета сосудов за счет накопления ангиотензина II в крови, нарушается сократительная функция сердца. Также анализ взаимодействий генов у спортсменов выявил несколько рискованных комбинаций аллелей генов, ассоциированных с нарушением функционирования сердечно-сосудистой системы: *ACE*D/*D//CMA1*A/*A//MTHFR*T/*T// FV *A/*A*; *ACE*I/*D//CMA1*A/*G//MTHFR*C/*T//FV*A/*A*; *ACE*I/*D//CMA1*A/*A//MTHFR*T/*T// FV *A/*A*. Проведенный анализ углубленного медицинского обследования и полученных в ходе молекулярно-генетических исследований данных выявил, что различные сочетания этих непротективных аллелей чаще предопределяет такие осложнения у спортсменов, как: пролапс митрального клапана, прогиб передней створки митрального клапана, появление дополнительной хорды, гипертрофия левого желудочка сердца, а сочетание протективных аллелей *ACE*I/*I//CMA1*G/*G//MTHFR*C/*C// FV *G/*G*; обуславливает нормальное функционирование сердечнососудистой системы даже при высоких физических нагрузках.

Адипонектин – белок, синтезируемый белой ЖТ, регулирует важные метаболические и катаболические процессы. Ген *ADIPOQ*, расположен на 3q27 хромосоме (Ходырев, 2015). Полиморфизм *rs2241766 (T45G)* гена *ADIPOQ* локализован во экзоне 2 и представляет собой нейтральную мутацию – *Gly15Gly*, которая характеризуется снижением экспрессии адипонектина, т. к. влияет на сплайсинг и стабильность молекулы РНК. Полиморфизм *rs2241766* ассоциирован с СД 2-го типа, метаболическим синдромом, с риском развития РМЖ. Аллель *G – непротективный (мутантный) аллель характеризуется снижением экспрессии белка в крови, т. к. оказывает воздействие на сплайсинг и стабильность РНК, что подавляет β-окисление ЖК, функцию ингибирования ангиогенеза опухолевых клеток и приводит к их разрастанию, блокируя активацию сигнальных путей LKB1, AMPK, JNK, GSK3β. Аллель *T – протективный аллель характеризуется нормальным уровнем адипонектина и ассоциируется с ингибированием ангиогенеза опухолевых клеток, что подавляет инициацию пролиферации клеток МЖ (Мухин, 2001; Бернштейн, 2006; Караченцев, 2010; Namvaran, 2011; Reddy, 2012; Mohammad, 2015).

При анализе полиморфного варианта *rs2241766* гена *ADIPOQ* выявили подходящую модель наследования признака – лог-аддитивная ($p=0,0077$, AIC=269,9, ОШ=2,11, ДИ=1,18-3,78). Даже в гетерозиготном состоянии мутантный аллель проявляет свои негативные признаки. Поэтому можно сделать вывод о том, что при наличии 2-х непротективных аллелей *G полностью подавляется β-окисление жирных кислот, что ухудшает энергетический гомеостаз спортсмена, появляется нестабильность в регуляции кровяного давления, происходит отложение жира на стенках кровеносных сосудов и возникают воспалительные процессы, усиливаются повреждения при ишемии и реперфузии (возобновление тока крови) сердечной мышцы.

Таким образом, впервые показано, что протективный гаплотип *C*G сцепленных генов *MTHFR* и *FV*, расположенных на 1 хромосоме на расстоянии 157См (частота рекомбинации составляет 11,2%) может являться маркером предрасположенности к выполнению повышенных физических нагрузок при занятиях профессиональным спортом.

Комплексный анализ (молекулярно-генетический и клинический) выявил сочетание мажорных аллелей генов: *FV (G1691A)*, *MTHFR (C677T)*, *ACE (ID)*, *CMA1 (G1903A) BDKRB2 (+9/-9)*, предрасполагающих к выполнению повышенных физических нагрузок.

Анализ межгенных взаимодействий выявил рискованные генотипы в отношении развития сердечно-сосудистых заболеваний, а именно: инфаркта миокарда, гипертрофии левого желудочка, тромбозов, ишемии при выполнении высоких физических нагрузок. К ним относятся следующие сочетания аллелей генов РАС и свертывающей системы:

*ACE*D/*D//CMA1*A/*A//MTHFR*T/*T//F5*A/*A// BDKRB2 *+9/ *+9*;

*ACE*I*D//CMAI*A/*G//MTHFR*C*T//F5*A/*A; BDKRB2 *+9/ *-9;*

*ACE*I*D//CMAI*A/*A//MTHFR*T*T//F5*A/*A. BDKRB2 *+9/ *-9.*

Ранняя ДНК-детекция наследования генов, входящих в системы: ренин-ангевотензиновую, свертывающую кровь, липидного обмена, адренореактивности эритроцитов и нейрональную позволит предотвратить разрушительные воздействия неадекватных физических нагрузок на детский организм.

Список литературы

1. Ахметов И.И. Влияние полиморфизмов генов ACE и BDKRB2 на аэробные возможности спортсменов // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. - 2010. - № 3(16). - С. 6–10.
2. Ахметов И.И. и др. Выявление генетических факторов, детерминирующих индивидуальные различия в приросте мышечной силы и массы в ответ на силовые упражнения // Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок. Вып. 3. Сб. статей. - М. - 2007. - С.13-21.
3. Ахметов И.И. и др. Использование молекулярно-генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов // Физиология человека. - 2008. -Т. 34. - № 3. - С. 86–91.
4. Багаутдинова Р.Ш., Леконцев Е.В., Гумерова О.В. Влияние полиморфных вариантов гена ангиотензин – конвертирующего фермента на показатели гемодинамики и гемореологии // Аграрная Россия - 2009. - С. 116-117.
5. Бернштейн Л. М. Ожирение и онкологические заболевания: старая проблема в новом свете// Ожирение и метаболизм. - 2006 - №.1. - С. 42-47.
6. Бурко И. Проблемы лишнего веса: развитие ожирения и подходы к его лечению// Наука и инновации. – 2013. - №. 10 (128). – С. 4-7.
7. Ворошин И.Н., Астратенкова И.В. Зависимость общей выносливости от полиморфизма гена ACE у спортсменов // Физиология человека. - 2008. - Т. 34, № 1. - С. 129–131.
8. Глотов О.С., Глотов А.С., Баранов В.С. Состояние и перспективы генетического тестирования в спорте. Генетический паспорт спортсмена становится реальным // в сб. Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряжённых физических нагрузок, выпуск 2, ООО «Анита Пресс». – 2006. – С. 39-51.
9. Даутова А.З., Аюпова А.Р., Шамратова В.Г. Особенности функционирования газотранспортной системы и красной крови при разном уровне двигательной активности в зависимости от полиморфизма генов ACE и PPARG // Физическая культура, спорт – наука и практика. - 2018. - № 1. - С. 101–106.
10. Даутова А.З., Шамратова В.Г., Воробьева Е.В. Влияние полиморфизмов генов ACE и BDKRB2 на различные звенья кислородтранспортной системы организма юношей в зависимости от уровня двигательной активности // Вестник Адыгейского государственного университета. - 2018. - Вып. 2(221). - С. 70–78.
11. Илютик А., Гилеп И. Взаимосвязь полиморфизмов генов с развитием физических качеств у спортсменов (на материале конькобежного спорта) // Наука в олимпийском спорте. - 2017. - № 3. - С. 51–56.
12. Караченцев Ю. И. и др. Клиническая эндокринология. Значение однонуклеотидных полиморфизмов +45T/G гена адипонектина (ADIPOQ) в формировании риска сахарного диабета второго типа // Проблемы эндокринной патологии. - 2010. - № 4. – С. 5-12.
13. Мухин М.А., Моисеев С.В., Фомин В.В. Гипергомоцистеинемия как фактор риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы // Клин. мед. – 2001. – № 6. – С. 7-14.
14. Рогозкин В.А. и др. Гены – маркеры предрасположенности к скоростно-силовым видам спорта // Теория и практика физической культуры. – 2005. - №1. – С.2-4.

15. Рогозкин В.А. Использование молекулярно-генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов // Физиология человека. - 2008. - Т. 34. - № 3. - С. 86-91.
16. Танянский Д. А. и др. Связь уровня адипонектина с обменом липидов и углеводов у женщин: роль массы тела// Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2008. – №. 4(1). – С. 53-61.
17. Ходырев Д. С. и др. Анализ ассоциации полиморфных маркеров генов ADIPOQ, ADIPOR1 и ADIPOR2 с сахарным диабетом 2 типа// Сахарный диабет. – 2015. - №.2. - С. 5-11.
18. Ahmetov I. I. et al. Genes and athletic performance: an update //Genetics and Sports. – Karger Publishers, 2016. – Т. 61. – С. 41-54.
19. Bouchard C., Rankinen T., Timmons J. A. Genomics and genetics in the biology of adaptation to exercise //Comprehensive Physiology. – 2011. – Т. 1. – №. 3. – С. 1603-1648.
20. Khan S., Dickerman J. D. Hereditary thrombophilia //Thrombosis journal. – 2006. – Т. 4. – №. 1. – С. 15.
21. Ma J. et al. Structure and chromosomal localization of the gene (BDKRB2) encoding human bradykinin B2 receptor //Genomics. – 1994. – Т. 23. – №. 2. – С. 362-369.
22. Nazarov I. B. et al. The angiotensin converting enzyme I/D polymorphism in Russian athletes //European Journal of Human Genetics. – 2001. – Т. 9. – №. 10. – С. 797-801.
23. Neuringer J. R., Brenner B. M. Hemodynamic theory of progressive renal disease: a 10-year update in brief review //American journal of kidney diseases. – 1993. – Т. 22. – №. 1. – С. 98-104.
24. Takhshid M.A. et al. The association of circulating adiponectin and + 45 T/G polymorphism of adiponectin gene with gestational diabetes mellitus in Iranian population // Journal of Diabetes & Metabolic Disorders. – 2015. - №.14. – С. 30.
25. Namvaran F. et al. Distribution and genotype frequency of adiponectin (+45 T/G) and adiponectine receptor 2 (+795 C/A) single nucleotide polymorphisms in Iranian population // Gene. - 2011. – Т. 486. - С. 97-103.
26. Papadimitriou I. D. et al. ACTN3 R577X and ACE I/D gene variants influence performance in elite sprinters: a multi-cohort study //BMC genomics. – 2016. – Т. 17. – №. 1. – С. 1-8.
27. Peplonska B. et al. Genetic variants associated with physical and mental characteristics of the elite athletes in the Polish population //Scandinavian journal of medicine & science in sports. – 2017. – Т. 27. – №. 8. – С. 788-800.
28. Reddy, M. N., Kumar K., Jamil K. Association of Adiponectin Gene Functional Polymorphisms (+45T/G and +276 G/T) with Obese Breast Cancer // Molecular Biomarkers & Diagnosis. - 2012. – № 3. –С. 2-6.
29. Rigat B. et al. PCR detection of the insertion/deletion polymorphism of the human angiotensin converting enzyme gene (DCP1)(dipeptidyl carboxypeptidase 1) //Nucleic acids research. – 1992. – Т. 20. – №. 6. – С. 1433.
30. Sgourou A. et al. Association of genome variations in the renin-angiotensin system with physical performance //Human genomics. – 2012. – Т. 6. – №. 1. – С. 24.

Психологические аспекты физической подготовки спортсменов в игровых видах спорта в режиме самоизоляции

Губа В.П. ¹, доктор пед. наук, профессор, smolguba67@mail.ru

Родин А.В. ², канд. пед. наук, доцент, rodin67@bk.ru

Булыкина Л.В. ¹, канд. пед. наук, доцент, bulykina.lv@yandex.ru

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», Москва

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Смоленск

***Аннотация.** Подготовка спортсменов в режиме самоизоляции является актуальным направлением проведения научных исследований в условиях пандемии, вызванной распространением новой коронавирусной инфекцией (COVID-19). В статье представлены данные научных исследований, которые обобщают эффективность применения средств и методов саморегуляции в процессе физической подготовки спортсменов в игровых видах спорта в режиме самоизоляции.*

***Ключевые слова:** спортивные игры, физическая подготовка, психологическое состояние, самоизоляция.*

Введение

Новый вызов, обусловленный распространением коронавирусной инфекции (COVID-19) требует от специалистов поиска наиболее оптимальных форм организации подготовки спортсменов в режиме самоизоляции. Такой формой, по мнению специалистов, являются индивидуальные занятия, направленные на поддержание спортивной формы в режиме текущего тренировочного мезоцикла [3, 6, 8].

Практика подготовки спортсменов в режиме самоизоляции показала, что повышение спортивной формы игроков обуславливается некоторыми проблемами, среди которых одно из ведущих мест занимает отсутствие возможностей полноценно использовать материально-техническое обеспечение занятий, тренировки в коллективе, а также ухудшение психо-эмоционального состояния, обусловленного не привычными условиями тренировки [5].

Планирование тренировочного микроцикла в режиме самоизоляции в подготовке спортсменов по игровым видам спорта должно подчиняться принципам рационального распределения тренировочных нагрузок, которые обеспечивают повышение физической и функциональной подготовленности, а также повышения психо-эмоционального состояния с помощью средств саморегуляции [4, 7].

В этой связи, актуальным является рассмотрение вопросов посвященных оптимизации физической подготовки с целью поддержания спортивной формы с применением психологических средств и методов саморегуляции.

Цель исследования – обосновать эффективность внедрения в тренировочный процесс спортсменов игровых видов спорта в режиме самоизоляции психологических средств и методов саморегуляции.

Организация исследования

Исследование проводилось с марта по октябрь 2020 гг. В исследовании приняли участие квалифицированные волейболисты и баскетболисты, в возрасте 18-23 лет, представляющие команды Российского государственного университета физической культуры,

спорта, молодежи и туризма и Смоленской государственной академии физической культуры и спорта.

Программирование подготовки квалифицированных спортсменов в игровых видах спорта осуществлялось на основе рекомендаций примерных программ тренировки для баскетболистов и волейболистов групп совершенствования спортивного мастерства [1, 2]. Однако, тренировочный процесс был построен в условиях самоизоляции, когда программа физической подготовки применялась спортсменом в режиме дня на дому. Для поддержания высокого уровня психо-эмоционального состояния применялись психологические средства и методы саморегуляции.

Результаты исследований и их обсуждение

Организация индивидуальной физической подготовки в режиме самоизоляции спортсменов, специализирующихся в баскетболе и волейболе включает в себя проведение тренировочного мезоцикла продолжительностью 18 дней.

В процессе проведения тренировочного мезоцикла спортсменов было организовано 10 занятий и 8 дней выходных. Распределение режимов работы и отдыха осуществлялось в процессе 3 тренировочных микроцикла. Следует отметить, что структура индивидуальной спортивной подготовки в процессе самоизоляции предусматривало варьирование рабочих дней и периодов отдыха в зависимости от состояния спортсмена о котором спортсмен сообщал тренеру по бесплатному программному обеспечению с закрытым кодом «Skype».

В 1 и 2 тренировочных микроциклах было проведено 4 индивидуальных тренировки и предоставлено 3 выходных дня. В 3 тренировочном микроцикле было проведено 2 тренировочных дня и предоставлено 2 дня отдыха (таблица 1).

Таблица 1. Структура тренировочного мезоцикла спортивной подготовки спортсменов в игровых видах спорта в режиме самоизоляции

1 микроцикл						
Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье
Работа	Выходной	Работа	Выходной	Работа	Работа	Выходной
2 микроцикл						
Работа	Выходной	Работа	Выходной	Работа	Работа	Выходной
3 микроцикл						
Работа	Выходной	Работа	Выходной			

Рассматривая структуру тренировочного мезоцикла, представленного в таблице 1 необходимо отметить, что в 1 и 2 тренировочном микроцикле спортсмены баскетбольного и волейбольного клубов в понедельник, среду, пятницу и субботу проводили индивидуальную спортивную подготовку в режиме изоляции, а во вторник, четверг и воскресенье им предоставлялись дни отдыха. Следует подчеркнуть, что в 3 тренировочном микроцикле спортсмены тренировались в понедельник и среду, а во вторник и четверг им предоставлялся отдых.

Содержание тренировочного мезоцикла индивидуальной спортивной подготовки игроков в режиме самоизоляции в каждом занятии предусматривало проведение общей разминки продолжительностью, которой колебалась от 5 до 8 минут. В процессе разминки спортсмены выполняли общеразвивающие упражнения направленные на подготовку опорно-двигательного аппарата к физической нагрузке силового характера, развития гибкости, а также дыхательных и релаксирующих и аутогенных средств саморегуляции.

Первую группу упражнений в тренировочные дни представляли стабилизационные движения обеспечивающие развитие мышц кора¹. На каждом тренировочном занятии

¹ Современная терминология тренеров, обозначающая совокупность глубоко расположенных мускулов, основной функцией которых является поддержание позвоночника, таза и бедер в стабильном положении.

проводилось 5 упражнений. Для достижения положительной динамики результатов, обуславливающих укрепление мышечного корсета футболистов проводилось 2-3 подхода и 10-15 повторений, при этом тем выполнения упражнений колебался от умеренного до среднего (таблица 2).

Таблица 2. Содержание тренировочного мезоцикла физической подготовки футболистов в режиме самоизоляции (академия г. Москва)

№	Содержание	Понедельник	Среда	Пятница	Суббота
1	Упражнения	Стабилизация			
		5 упражнений для развития мышц кора			
	Подходы, кол-во	2-3			
	Повторения, кол-во	10-15			
	Темп выполнения	Средний, умеренный			
2	Упражнения	Силовая тренировка			
		6 упражнений			
		сила нижних конечностей	сила верхних конечностей	сила нижних конечностей	сила верхних конечностей
	Подходы, кол-во	3-5	3-5	3-5	3-5
	Повторения, кол-во	10-15	15-20	10-15	15-20
	Темп выполнения	Средний, малый			
3	Упражнения	Гибкость			
		□	7 упражнений	□	7 упражнений
		□	Стретчинг верхних и нижних конечностей	□	Стретчинг верхних и нижних конечностей
	Подходы, кол-во	□	1-2	□	1-2
	Повторения, кол-во	□	7-12	□	7-12
	Темп выполнения	□	Средний, умеренный	□	Средний, умеренный
4	Упражнения	Дыхательные	Релаксация	Аутотренинг	□
	Подходы, кол-во	1-2	1-2	1-2	□
	Повторения, кол-во	15-20	15-20	15-20	□
	Темп выполнения	Низкий	Низкий	Низкий	□

Вторую группу упражнений представляла силовая тренировка, которая включала применение в понедельник и пятницу тренировочных средств, направленных на развитие силы мышц нижних конечностей, а в среду и субботу – верхних конечностей. Для развития силы мышц верхних конечностей применялось 3-5 подхода и 10-15 повторений, а для развития силы мышц верхних конечностей количество повторений возрастало до 15-20 раз. Темп выполнения упражнений был малым и средним.

Третью группу упражнений представляли стретчинговые движения обеспечивающие развитие гибкости футболистов. Стретчинговые упражнения включали 7 заданий направленных на развитие гибкости нижних и верхних конечностей, которые проводились только в среду и субботу. Спортсмены выполняли 1-2 подхода каждого упражнения и 7-12 повторений, темп выполнения был средним и умеренным.

Четвертую группу представляли дыхательные, релаксирующие и аутогенные средства подготовки, которые обеспечили стабилизацию психо-эмоционального состояния спортсменов. Такие упражнения проводились 3 раза в неделю – понедельник, среда, пятница. Количество подходов в каждом подходе составляло 1-2 раза, при этом выполнялось 15-20 повторений одного тренировочного задания. Интенсивность упражнений была низкой.

Заключение

Планирование физической подготовки спортсменов в игровых видах спорта в режиме самоизоляции, вызванной распространением новой коронавирусной инфекцией (COVID-19) должно предусматривать разработку тренировочного мезоцикла (18 дней) направленного на развитие физических способностей, а также средств и методов саморегуляции. Применение таких мероприятий, с одной стороны, позволяют поддерживать высокий уровень спортивной формы, а с другой, обеспечивают благоприятное психо-эмоциональное состояние в непривычных условиях тренировки. Такой подход в условиях ограниченного пространства и без применения специализированного инвентаря позволяет поддерживать на протяжении достаточно длительного времени без снижения показателей основных компонентов подготовленности – физической, функциональной, психологической.

Список литературы

1. Баскетбол: Примерная программа спортивной подготовки для детско-юношеских спортивных школ, специализированных детско-юношеских школ олимпийского резерва / Ю.М. Портнов, В.Г. Башкирова, В.Г. Луничкин. — М. : Советский спорт, 2012. - 100 с.
2. Волейбол: Примерная программа спортивной подготовки для детско-юношеских спортивных школ, специализированных детско-юношеских школ олимпийского резерва / Ю.Д. Железняк, А.В. Чачин, Ю.П. Сыромятников. — М.: Советский спорт, 2012. — 110 с.
3. Волейбол: учебник / под общ. ред. Л.В. Булькиной, В.П. Губы – М.: Советский спорт, 2020. – 349 с.
4. Губа, В.П. Волейбол в университете: теоретическое и учебно-методическое обеспечение системы подготовки студентов в спортивном клубе: учебное пособие / В.П. Губа, А.В. Родин. – М.: Советский спорт, 2009. – 166 с.
5. Губа, В.П. Программирование физической подготовки футболистов в режиме самоизоляции / В.П. Губа, А.В. Антипов, Э.Н. Безуглов // Физическая культура, воспитание, образование, тренировка, 2020. - №4. – С. 5-7.
6. Губа, В.П. Теория и методика спортивных игр: учебник / В.П. Губа. – М.: Спорт, 2020. – 720 с.
7. Родин, А.В. Баскетбол в университете: теоретическое и учебно-методическое обеспечение системы подготовки студентов в спортивном клубе / А.В. Родин, Д.В. Губа. – М.: Советский спорт, 2009. - 165 с.
8. Родин, А.В. Основы методики спортивных игр: учебное пособие / А.В. Родин, А.Б. Самойлов, К.Н. Ефременков. - Смоленск: Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, 2017. — 194 с.

О влиянии общей и специальной физической подготовки на процесс этапной подготовки спортсменов

Гуляев М.Д.¹, доктор пед. наук, mixgulyaev@mail.ru

Поротова М.Н.² estafleur@gmail.com

Колесова А.Л.², porotova_a_l@mail.ru

*Постоянный комитет Государственного Собрания (Ил Тумэн) Республики Саха (Якутия)
по делам молодежи, физической культуре и спорту, г. Якутск*

ГБУ РС (Я) «Республиканский центр подготовки спортивного резерва», г. Якутск

Аннотация. *Представлены материалы педагогического, методического сопровождения и анализ приема нормативов по общей физической подготовке и специальной физической подготовке подведомственных спортивных школ, спортивных школ олимпийского резерва Министерства по физической культуре и спорту Республики Саха (Якутия) в рамках федеральной экспериментальной площадки.*

Ключевые слова: *методическое сопровождение, нормативы ОФП и СФП, федеральный стандарт спортивной подготовки, федеральная экспериментальная (инновационная) площадка (ФЭП).*

Введение

Одним из критериев качественного отбора юных спортсменов в спортивный резерв является физическое состояние спортсмена. Основой такой оценки физических данных каждого спортсмена является комплексный контроль путем приема нормативов по общей физической и специальной физической подготовке в соответствии с требованиями федеральных стандартов спортивной подготовки по видам спорта.

Общая физическая подготовка (ОФП) направлена на повышение уровня физического развития, широкой двигательной подготовленности как предпосылок успеха в различных видах деятельности.

Специальная физическая подготовка (СФП) – специализированный процесс, содействующий успеху в конкретной деятельности (вид профессии, спорта и др.), предъявляющей специализированные требования к двигательным способностям человека. Результатом специальной физической подготовки является *физическая подготовленность*, отражающая достигнутую работоспособность в сформированных двигательных умениях и навыках, способствующих эффективности целевой деятельности (на которую ориентирована подготовка) [3, 4].

Основной задачей ОФП является создание общей двигательной подготовленности, закладывается фундамент и «школа движений», которые и служат катализатором для специальной физической подготовки. Т.е. потенциал, набранный за счет общей физической подготовки, даёт в итоге больший потенциал в СФП, а от уровня СФП напрямую зависят соревновательные результаты практически во всех видах спорта. Несмотря на многофакторную зависимость уровня физического развития и функциональных возможностей юных спортсменов нами подчеркивается важность соответствия их уровня готовности минимальным требованиям федеральных стандартов спортивной подготовки по нормативам ОФП и СФП по видам спорта. Правильно выполненные соответствующие нормативы дают не просто формальные основания для перевода лица, проходящего спортивную подготовку, на следующий этап спортивной подготовки, но и отслеживать эффективность реализации утвержденных организациями, программ спортивной подготовки на всех этапах.

Методы

В рамках реализации проекта ФЭП «Разработка модели информационного взаимодействия между субъектами региональной системы подготовки спортивного резерва (на примере Республики Саха (Якутия))» нами разработана программа региональной информационной системы «Спортивный резерв Якутии». Одним из основных показателей системы являются нормативы по общей физической подготовке и специальной физической подготовке в соответствии с федеральными стандартами спортивной подготовки по избранным видам спорта на каждом этапе спортивной подготовки.

Качественное и технически правильное выполнение упражнений являются основными критериями приема контрольных нормативов. Как показывает практика, необходимость в методическом сопровождении при выполнении контрольных упражнений (тестов) является актуальной. Соблюдение правильности выполнения двигательных действий при сдаче контрольных нормативов гарантирует объективность определения уровня физической и функциональной готовности спортсменов на момент их выполнения.

Результаты

В целях качественной подготовки спортивного резерва ГБУ Республики Саха (Якутия) «Республиканский центр подготовки спортивного резерва» разработаны и апробированы методические рекомендации о порядке выполнения нормативов ОФП и СФП по 4 группам видов спорта:

- циклические виды;
- сложнокоординационные;
- игровые виды;
- единоборства.

В основе содержание методических рекомендаций вошло описание выполнения классификационных упражнений по 20 видам спорта, культивируемых в подведомственных спортивных школах Министерства по физической культуре и спорту Республики Саха (Якутия).

В циклических видах спорта были представлены: биатлон, легкая атлетика, лыжные гонки, плавание и шорт-трек. В сложнокоординационных видах - прыжки на батуте, пулевая стрельба, стрельба из лука, в единоборствах - бокс, дзюдо, кикбоксинг, самбо, спортивная борьба, тхэквондо. В группу по игровым видам спорта были включены: волейбол, настольный теннис, футбол, хоккей с шайбой, шахматы и шашки.



Основным требованием комплектования групп по этапам подготовки являются нормативы общей физической подготовки и специальной физической подготовки в соответствии с федеральными стандартами спортивной подготовки по видам спорта. В целях

качественной подготовки спортивного резерва Республиканским центром подготовки спортивного резерва создана комиссия по организации централизованного приема нормативов ОФП и СФП в спортивных школах, спортивных школ олимпийского резерва Республики Саха (Якутия).

Первый этап приема проводился в переходном периоде спортивных школ от реализации дополнительных предпрофессиональных программ в области физической культуры и спорта на программы спортивной подготовки. По итогам сдачи нормативов нами проведен анализ по каждому виду спорта. Всего было охвачено 9 143 спортсмена по 19 видам спорта.

На рис. 1-4 показано, что в процентном соотношении количество сдавших нормативы в соответствии с методическими рекомендациями увеличивалось от года к году на каждом этапе спортивной подготовки [1].

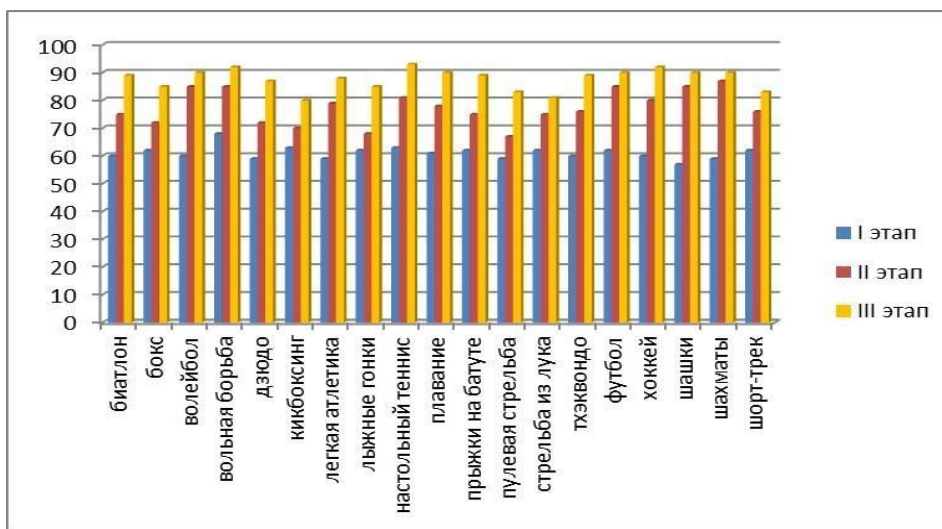


Рисунок 1 - Динамика сдачи нормативов на этапе начальной подготовки

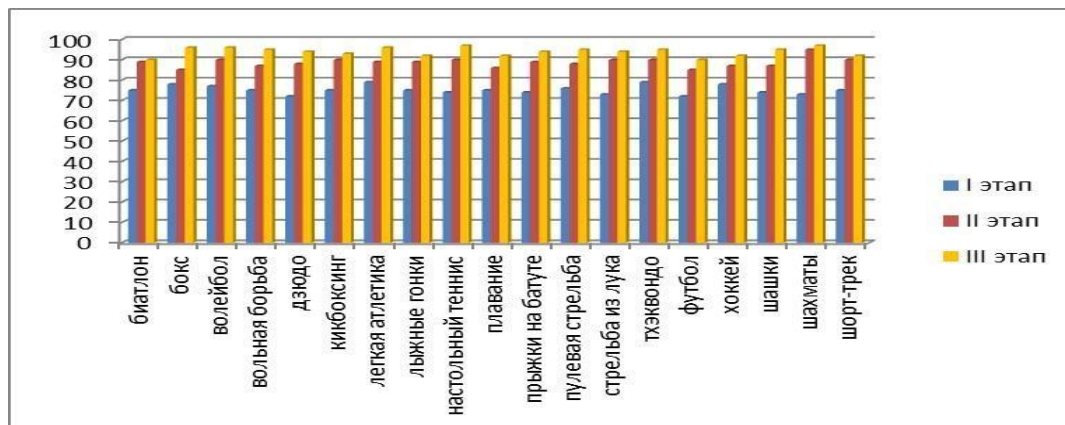


Рисунок 2 - Динамика сдачи нормативов на тренировочном этапе

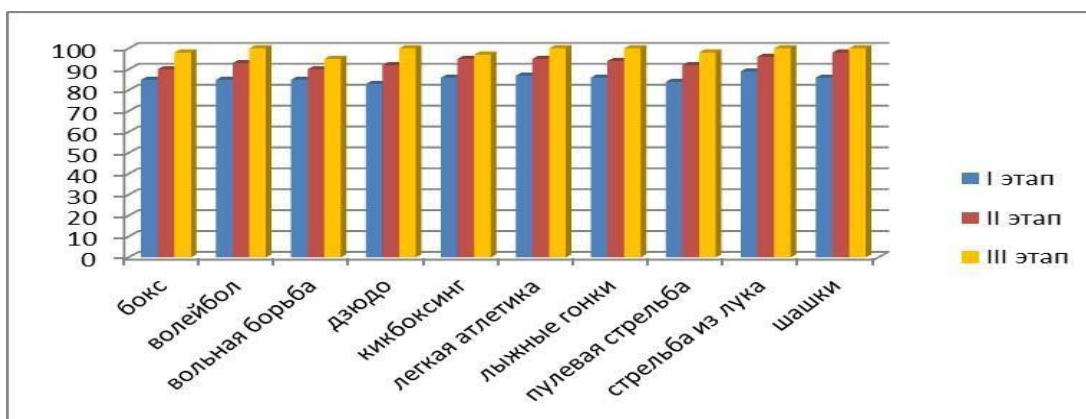


Рисунок 3 - Динамика сдачи нормативов на этапе совершенствования спортивного мастерства

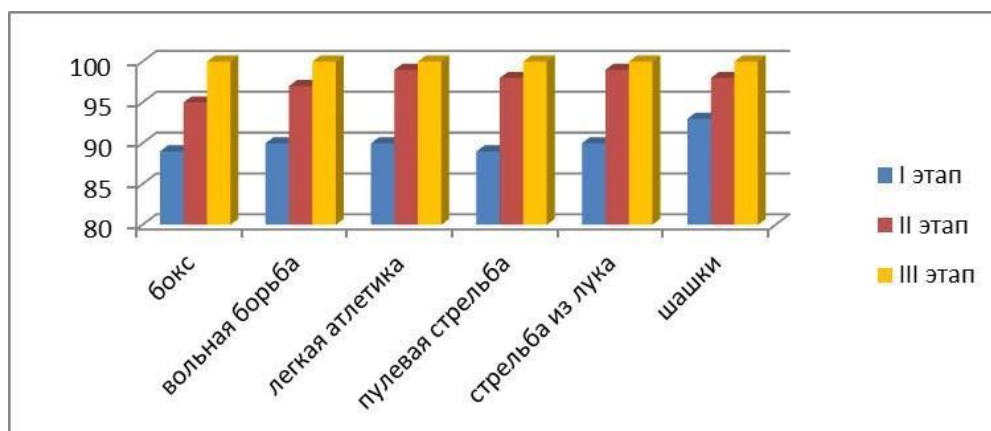


Рисунок 4 - Динамика сдачи нормативов на этапе высшего спортивного мастерства

Обсуждение результатов

Результаты сданных нормативов и данные всего контингента пилотных школ были внесены в региональную информационную систему «Спортивный резерв Якутии».

По итогам сдачи нормативов за 2018 год был проведен анализ показателей отдельно по видам спорта на всех этапах спортивной подготовки в следующих пилотных школах: ГБОУ Республики Саха (Якутия) «Чурапчинская республиканская спортивная средняя школа-интернат олимпийского резерва им. Д.П. Коркина», ГБУ Республики Саха (Якутия) «Республиканская специализированная спортивная школа олимпийского резерва в с. Бердигестях».

Всего было охвачено на 1 этапе 1155 человека, на 2 этапе - 962 юных спортсменов по 8 видам спорта.

Анализ показывает положительную динамику выполнения нормативов по общей физической и специальной физической подготовке. Если на 1 этапе двух пилотных школах выполнение требований федеральных стандартов по ОФП и СФП составляла 74,54 %, то на втором этапе соответствие увеличилось на 6,95%, что составляет 81,49 % от общего числа (рис. 5-8).

Несоответствие выполнению нормативов ОФП и СФП было зафиксировано в большей степени на начальном этапе по видам спорта вольная борьба, бокс, волейбол [2].

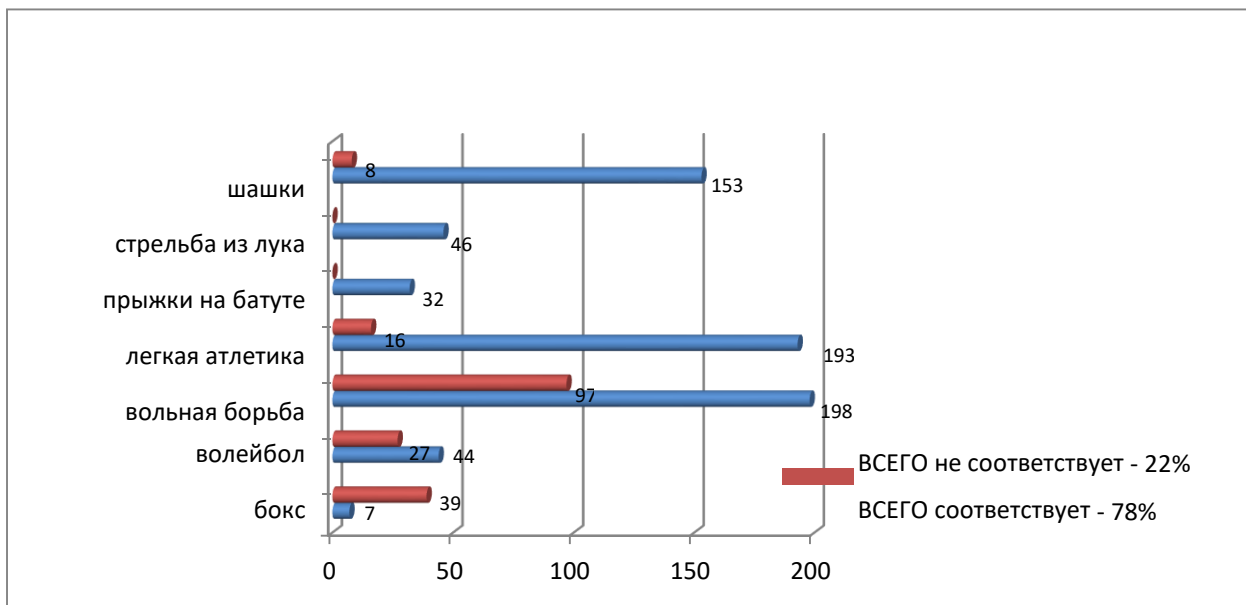


Рисунок 5 - Общий анализ сдачи ОФП и СФП (май 2018 г.) тпо видам спорта ГБОУ РС (Я) "ЧРССШИОР им. Д.П. Коркина"

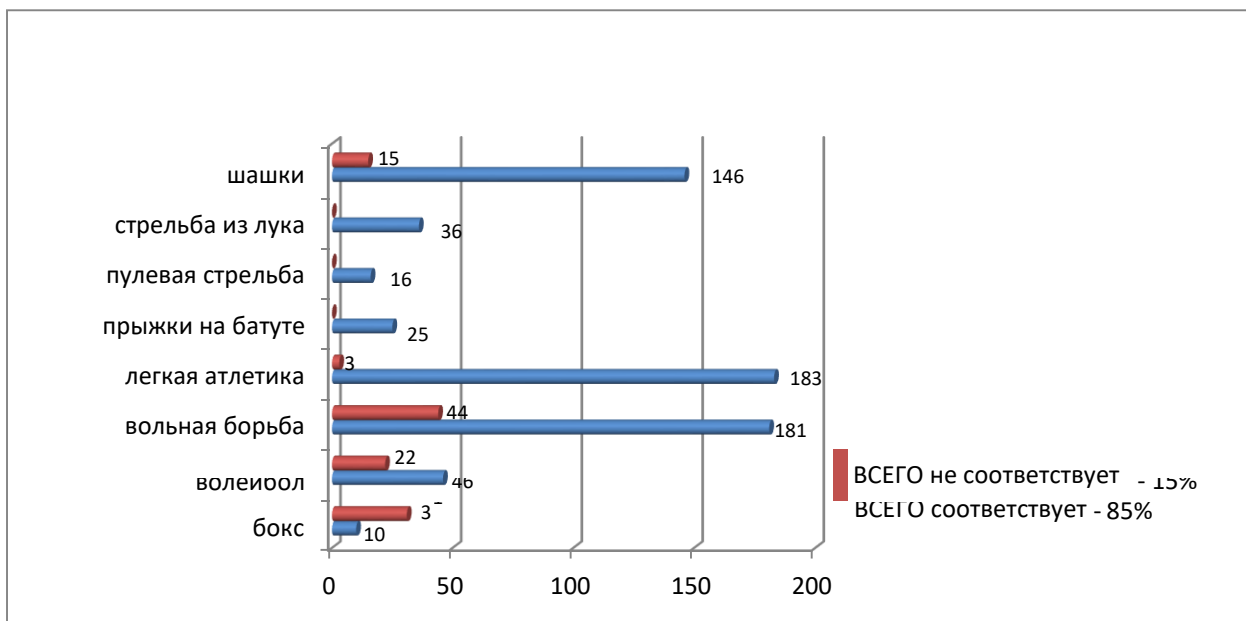


Рисунок 6 - Общий анализ сдачи ОФП и СФП (сентябрь 2018 г.) по видам спорта ГБОУ РС (Я) "ЧРССШИОР им. Д.П. Коркина"

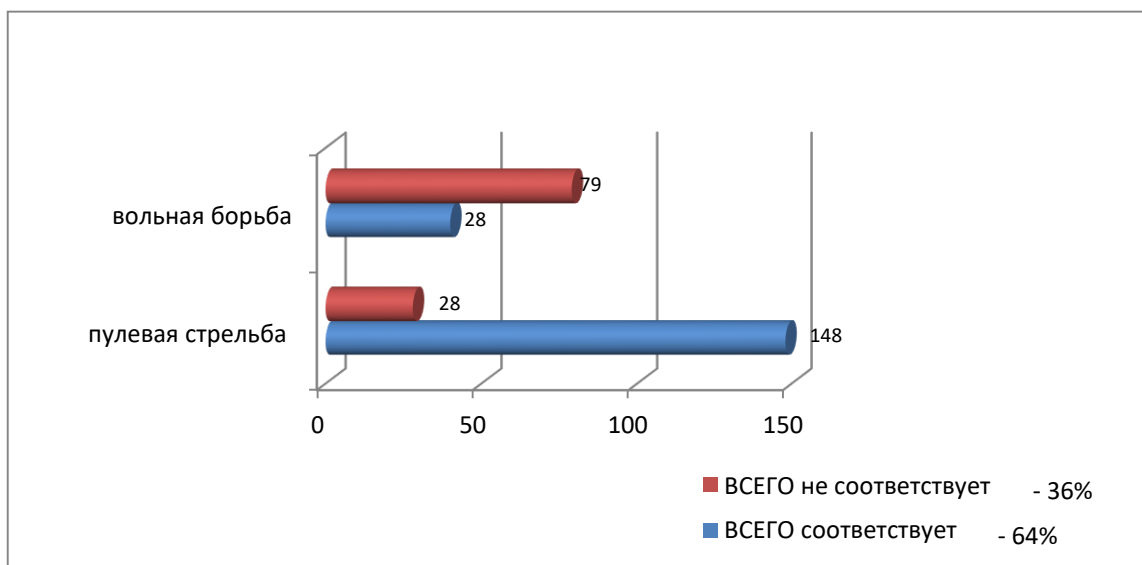


Рисунок 7 - Общий анализ сдачи ОФП и СФП (май 2018 г.) ГБУ РС (Я) "РССШОР в с. Бердигестях"

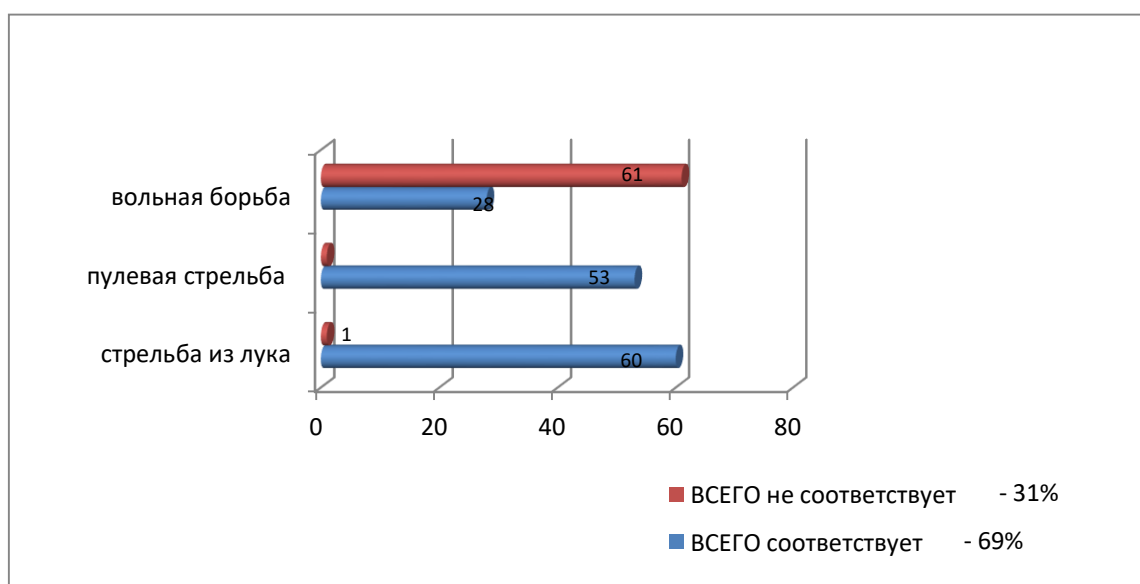


Рисунок 8 - Общий анализ сдачи ОФП и СФП за сентябрь 2018 года ГБУ РС (Я) "РССШОР в с. Бердигестях"

Исходя из этого, нужно отметить, что реализация программ спортивной подготовки по 5 видам спорта (пулевая стрельба, шашки, стрельба из лука, легкая атлетика, прыжки на батуте), утвержденных и реализуемых в пилотных спортивных школах в соответствии с требованиями федеральных стандартов спортивной подготовки по данным видам спорта положительно влияет на выполнение этапных требований ОФП и СПФ. Прослеживается положительная динамика при соблюдении нормативов по соотношению объемов тренировочного процесса, тренировочной нагрузки на этапах спортивной подготовки по видам спорта и доказывает эффективность перехода на программы спортивной подготовки. Вместе с тем, необходимо внесение изменений в содержание программ спортивной подготовки по вольной борьбе, боксу и волейболу с целью стимулирования индивидуальной траектории физического развития, функциональной готовности спортсмена, начиная с начального этапа спортивной подготовки и возможного перехода детей в другие виды спорта.

Выводы

Результаты тестирования, прием которых выполнен в соответствии с методическими рекомендациями и заложенные в базу данных региональной информационной системы «Спортивный резерв Якутии» являются наглядным и оперативным инструментом по выявлению спортивно одаренных детей, определению их предрасположенности к виду спорта и необходимости возможной корректировки содержания программ спортивной подготовки на разных этапах спортивной подготовки. Кроме того, новые возможности цифрового обеспечения спортивной подготовки с использованием региональной информационной системы «Спортивный резерв Якутии», внедренной в пилотных школах позволили оптимизировать процесс сбора данных (организация, спортсмен, тренер, нормативы, результаты и др.), систематизировать процесс перевода занимающихся на следующий этап спортивной подготовки, оценивать эффективность деятельности тренеров.

Таким образом, при приеме нормативов ОФП и СФП методическое сопровождение обеспечивает положительное влияние на качественное выполнение контрольных упражнений (тестов) показателей физических качеств спортсмена.

Список литературы

1. Поротова М.Н., Поротова А.Л, Готовцев И.И. Систематизация и централизация приема нормативов ОФП и СФП в рамках федеральной экспериментальной площадки на примере Республики Саха (Якутия)// Материалы Всероссийской научно-практ. конф. «Роль экспериментальной и инновационной деятельности в развитии системы подготовки спортивного резерва». - Омск, 2019, с 295-300.
2. Поротова М.Н., Колесова А.Л, Готовцев И.И. К вопросу общефизической и специально-физической подготовки занимающихся в модели информационного взаимодействия между субъектами региональной системы подготовки спортивного резерва Республики Саха (Якутия)//Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Экспериментальная и инновационная деятельность - потенциал развития отрасли физической культуры и спорта»-Чайковский, 2020, с.138-142.
3. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физического воспитания и спорта. 2-е издание, исправленное и дополненное, 2003;
4. Система подготовки спортивного резерва. Под общ. ред. В.Г. Никитушкина. М.: МГФСО, ВНИИФК, 1994;
5. Федеральные стандарты спортивной подготовки по видам спорта.

Оценка техники лыжных передвижений спортсменов по параметрам прилагаемых усилий при взаимодействии с опорой

Дорожко А.С., darozhka.aliaksandr@gmail.com

Белорусский государственный университет физической культуры, Минск

Аннотация. В работе представлен подход к оценке техники лыжных передвижений спортсменов по параметрам прилагаемых усилий в условиях ступенчатого нагрузочного тестирования на лыжероллерном тредбане. Анализу подверглись сила и мощность отталкиваний нижними конечностями с использованием одновременного одношажного конькового хода. Для регистрации силы и мощности отталкиваний применялись инновационные интеллектуальные сенсорные датчики, инструментированные непосредственно в лыжероллеры.

Ключевые слова: лыжные гонки; техника лыжного бега; измерение силы; тензометрия; интеллектуальные датчики; мощность.

Введение

Анализ современных взглядов, направленных на повышение специальной подготовленности лыжников-гонщиков показывает, что в фокусе внимания исследователей находятся вопросы развития физических качеств, совершенствования техники бега на лыжах, анализ результативности соревновательной деятельности и др. По мнению авторитетных исследователей, значимым фактором для достижения высоких спортивных результатов в современных лыжных гонках является контроль эффективности динамических параметров движений, определяющих в значительной степени уровень технической подготовленности спортсменов [1–4].

На сегодняшний день в арсенале тренеров-практиков по лыжным гонкам имеются два способа оценки и контроля двигательной деятельности спортсменов: визуальный и инструментальный. Визуальный способ контроля включает в себя экспертный метод оценки техники движений спортсменов. При этом, для принятия обоснованных решений необходимо опираться на опыт и интуицию специалистов, обладающих знаниями и способных высказать аргументированное мнение по изучаемому явлению. Данный способ достаточно субъективен и не всегда даёт возможность проводить объективную оценку технической подготовленности спортсменов. Для более точной, достоверной и объективной оценки технической подготовленности лыжников-гонщиков используются различные инструментальные методы.

Оптический метод регистрации данных является наиболее используемым методом для изучения особенностей и контроля техники движений спортсменов-лыжников, на основе которого определяются кинематические параметры движений. Осуществление видеозаписи в учебно-тренировочном процессе, либо непосредственно на соревнованиях, не представляет больших сложностей, а полученные материалы в виде файла могут быть перенесены в компьютер и использованы в процессе биомеханического анализа. Однако оптический метод регистрации данных не позволяет регистрировать развиваемые динамические параметры – результирующие и характеризующие пропульсивную способность спортсмена.

Контроль динамических параметров движений позволяет получить очень важную информацию о специальной гоночной подготовленности лыжников-гонщиков. Последние достижения в области сенсорных технологий позволяют регистрировать множество параметров, характеризующих беговые движения лыжников в режиме реального времени на трассе и лабораторных условиях [5]. Что же касается методов измерений, можно выделить следующие:

– с помощью динамометрических платформ. Метод достаточно прост и точен. Позволяет измерять силы, возникающие при взаимодействии спортсмена с опорной поверхностью в системе координат платформы (рис. 1) [6, 7]. Преимуществами метода является возможность измерять необходимые параметры в реальных условиях без каких-либо измерительных приборов, размещённых на инвентаре или спортсмене. Недостаток метода заключается в том, что силы, возникающие при взаимодействии спортсмена с опорной поверхностью, могут быть измерены только при передвижении на лыжах непосредственно по динамометрической платформе. В результате требуется большое количество платформ, которые либо дороги, либо крупногабаритны. Кроме того, стоит отметить, что смена места измерения требует больших усилий и времени;

– с помощью вкладываемых в обувь сенсорных стелек (педобарография). Накладывает гораздо меньшие пространственные двигательные ограничения. Однако, спортсмен на себе несет ряд проводов и требуемых для работы системы дополнительных устройств;

– измерения с помощью силовых сенсоров, которыми непосредственно оснащаются лыжи, лыжероллеры или лыжные палки. Несомненно, данный метод наиболее предпочтителен и удобен для биатлона или лыжных гонок с точки зрения более длительных по времени и неограниченных с точки зрения пространства измерений. Суть метода заключается в том, что на лыжном инвентаре размещаются силоизмерительные элементы, которые позволяют, например, регистрировать его упругие деформации. Как правило, их величина прямо пропорциональна приложенным спортсменом усилиям [8]. Использование инвентаря с тензорезистивными элементами считается специалистами как наиболее удобное средство для продолжительных измерений с высокой точностью [9-13]. К преимуществам подобных инструментов относится их возможность совокупного использования с другими средствами контроля различных сторон подготовленности лыжников-гонщиков при измерениях нескольких последовательных циклов движений без крепления на спортсмене каких-либо проводов и дополнительных конструктивно обособленных устройств.

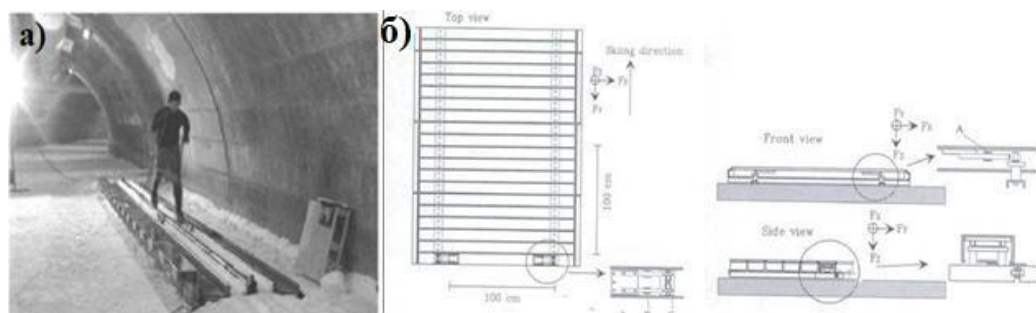


Рисунок 1 – Динамометрические платформы, на которых спортсмен может передвигаться на лыжах с помощью (а) классических техник [6] и (б) коньковых техник [7].

Одна из таких измерительных систем разработана в лаборатории спортивной биомеханики РИУП «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник», в основе которой лежит принцип тензометрических измерений [13]. Аппаратная часть данной системы включает в себя аналого-цифровой преобразователь, микропроцессор, цифровой интерфейс, модуль для беспроводной передачи данных. Программная часть представлена двумя составляющими: специализированное программное обеспечение для персонального компьютера, которое является также одной из составляющих элементов контура обратной связи, поскольку позволяет отображать кривые упругой деформации лыжных палок, лыж или лыжероллеров с учетом параметров настройки системы и индивидуальных характеристик спортсмена в режиме реального времени, а также специальное приложение для мобильного устройства.

В более ранних исследованиях определено, что современная лыжная техника лимитируется принципом рациональности, когда спортсмен должен проявлять наибольшую

скорость, но в то же время обязан сохранять силы для преодоления всех участков дистанции. У лыжников высокой квалификации техника передвижений сочетает в себе одновременно и мощность отталкиваний, и экономичность движений [14; 15]. Таким образом, важнейшим фактором для изучения техники лыжных локомоций является фиксация и определение уровня усилий, развиваемых спортсменом при передвижении на лыжах [2; 9; 16]. Однако, в лыжных гонках отсутствуют конкретные разработки, касающиеся методик оценки технической подготовленности относительно компонентов силы, создаваемой спортсменом при отталкивании лыжами и лыжными палками от опоры. В связи с этим возникла необходимость разработки методик, позволяющих оценивать техническую подготовленность лыжников-гонщиков по параметрам усилий при взаимодействии с опорной поверхностью.

Методы

Задачей исследования являлось изучение особенностей технической подготовленности спортсменов при выполнении лыжных передвижений, с целью разработки методики регистрации и оценки биомеханических параметров движений и внедрения современных высокоточных аппаратно-программных средств в систему научного сопровождения подготовки спортсменов.

Пилотный эксперимент проводился на базе Республиканского центра олимпийской подготовки по зимним видам спорта «Раубичи». В исследовании принимали участие два спортсмена (возраст 19 и 18 лет; вес 80 и 64 кг соответственно), входящих в юниорский состав сборной команды Республики Беларусь по лыжным гонкам.

Спортсмены выполняли стандартную разминку, включающую 15 минут бега на лыжероллерах свободным стилем по беговой дорожке-тредбану (ROMA, Maschinen- und Anlagenbau GmbH; Germany), после которой им предлагалось выполнить нагрузочный ступенчатый тест. Сведения из протокола тестирования, характеризующие величину и скорость изменения движения полотна тредбана, а также интервалы отдыха представлены в табл. 1. В процессе тестирования спортсмены должны были передвигаться исключительно с использованием коньковой одновременной одношажной техники лыжного бега.

Таблица 1. Протокол нагрузочного тестирования.

Ступень	Скорость, м/с	Угол наклона дорожки, град.	Время ступени, мин:сек
1	3	1	04:00
отдых	0	1	00:40
2	3	2	04:00
отдых	0	2	00:40
3	3	3	04:00
отдых	0	3	00:40

При передвижениях спортсменов регистрировались значения упругих деформаций лыжероллеров, характеризующих уровень прикладываемых усилий при отталкивании ногами. Для регистрации данных параметров использовались интеллектуальные сенсорные датчики [12], инструментированные в лыжероллеры. Зарегистрированные показатели подвергались дальнейшей обработке, по результатам которой были рассчитаны динамические параметры движений: сила отталкивания (Н), абсолютная (Вт) и относительная (Вт/кг) мощность отталкивания.

Для определения уровня метаболизма в паузе между ступенями проводился забор капиллярной крови для дальнейшего измерения уровня лактата. Для оценки уровня лактата крови использовался автоматический анализатор BIOSEN C-line (EKF - diagnostic GmbH, Германия).

Во время выполнения тестовых заданий на лыжероллерном тредбане оба спортсмена страховались при помощи ремня безопасности, подключённого к аварийному устройству, которое автоматически останавливало беговую дорожку в случае падения. Спортсмены заверили, что данное устройство не мешало и не стесняло их движения.

Результаты и обсуждение

Усреднённые показатели динамических характеристик выполнения отталкивания нижними конечностями, при выполнении спортсменами нагрузочного тестирования, а так же значения уровня лактата крови представлены в табл. 2.

Таблица 2. Динамические параметры отталкиваний нижними конечностями и значения уровня лактата крови при выполнении спортсменами нагрузочного тестирования.

Ступень	Спортсмен Л.Е.					Спортсмен К.А.				
	$F_{абс}$, Н	$F_{отн}$, Н/кг	$P_{абс}$, Вт	$P_{отн}$, Вт	Лактат, ммоль	$F_{абс}$, Н	$F_{отн}$, Н/кг	$P_{абс}$, Вт	$P_{отн}$, Вт	Лактат, ммоль
Ступень 1	1441,95	18,02	1490,57	18,63	1,52	825,03	12,13	840,70	13,14	2,10
Ступень 2	1533,97	19,17	1591,66	19,90	1,60	825,68	12,14	842,27	13,16	2,87
Ступень 3	1550,06	19,38	1610,25	20,13	2,45	999,90	14,70	1032,96	16,14	3,96

По полученным данным очевидна существенная разница между исследуемыми спортсменами по показателям силы и мощности отталкивания. Однако, при значительно меньшей зарегистрированной мощности отталкивания нижними конечностями у спортсмена К.А. значения уровня лактата крови выше, чем у спортсмена Л.Е. Для поиска причин таких различий нами были проанализированы зарегистрированные графики упругих деформаций лыжероллеров. Усреднённые графики упругих деформаций лыжероллеров, при выполнении спортсменами 3-ей ступени нагрузочного тестирования, представлены на рис. 2.

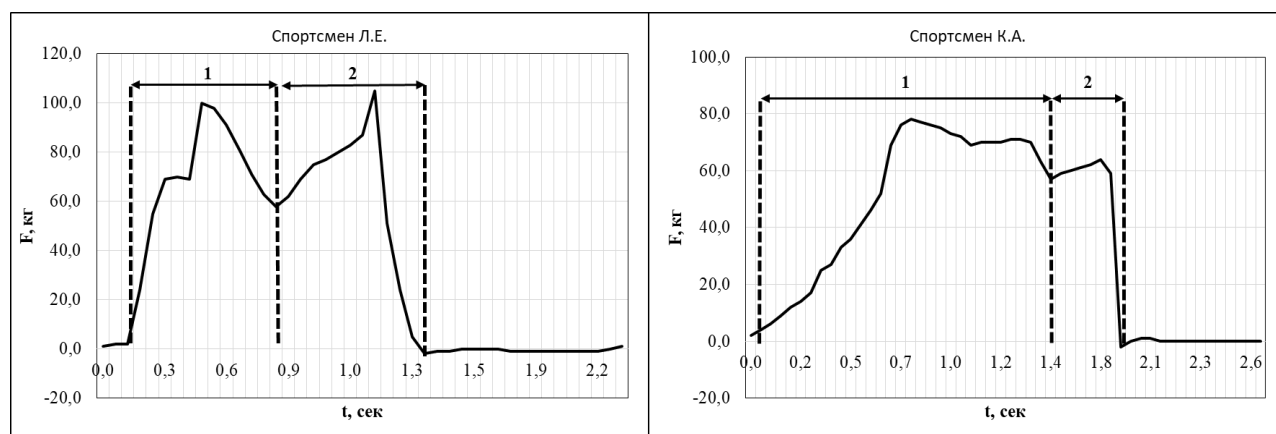


Рисунок 2 - Усреднённые графики упругих деформаций лыжероллеров, при выполнении спортсменами 3-ей ступени нагрузочного тестирования
1 – фаза свободного скольжения; 2 – фаза отталкивания

При анализе графиков упругих деформаций было выявлено, что у спортсмена К.А., в отличие от спортсмена Л.Е., нагрузка на лыжероллер в фазе отталкивания незначительно

возрастает, а затем резко снижается. Такая особенность возникает при допущении спортсменом технических ошибок, а именно ранним переносом веса тела на «маховую» ногу с «толчковой», тем самым происходит разгрузка лыжероллера, что снижает уровень прилагаемых усилий. Так же, опережающий перенос массы тела на «маховую ногу» приводит к ситуации, когда ОЦТ спортсмена находится над опорой, удаляющейся от точки приложения усилия. В такой ситуации чем дальше от точки приложения усилия будет находиться ОЦТ спортсмена, тем менее эффективно затраченная механическая энергия будет трансформироваться в пропульсивное действие. В данном случае, техника спортсмена Л.Е. будет более эффективной и экономичной, что подтверждается более низкими данными уровня лактата крови при одинаковых условиях выполнения предлагаемого упражнения.

Выводы

Техническая подготовленность в лыжных гонках является результатом целенаправленного овладения и совершенствования техники движений: способов передвижения на лыжах. Овладение рациональной техникой с учетом индивидуальных особенностей и физической подготовленности позволяет спортсменам достигнуть высоких результатов в избранном виде спорта. В лыжных локомоциях она важна с точки зрения реализации спортсменом оптимального сочетания мощности и экономичности движений.

На современном этапе развития лыжного спорта совершенно очевидно, что в учебно-тренировочном процессе при оценке технической подготовленности лыжников-гонщиков необходимо использовать мобильные (беспроводные) аппаратно-программные средства. С их помощью можно оценивать техническую подготовленность квалифицированных лыжников-гонщиков в структуре выполнения соответствующих упражнений, наиболее близких по своим биомеханическим и физиологическим параметрам к соревновательным, получая обратную связь по ряду значимых факторов, составляющих их основу.

С точки зрения поиска оптимальной биомеханической структуры движений спортсмена, тренеру необходимо знать и понимать закономерности взаимодействия атлета с инвентарем (палками, лыжами или лыжероллерами) и опорной поверхностью. В полевых условиях оценивать данные взаимодействия можно с помощью сенсорных систем, в составе которых имеются различного рода силоизмерительные элементы, позволяющие регистрировать величину усилий, генерируемых спортсменом в лыжных передвижениях.

Список литературы

1. Sandbakk Ø., Holmberg H. C. A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing //International journal of sports physiology and performance. – 2014. – Т. 9. – №. 1. – С. 117-121.
2. Holmberg H. C. et al. Biomechanical analysis of double poling in elite cross-country skiers //Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2005. – Т. 37. – №. 5. – С. 807-818.
3. Lindinger S. J. et al. Biomechanical pole and leg characteristics during uphill diagonal roller skiing //Sports Biomechanics. – 2009. – Т. 8. – №. 4. – С. 318-333.
4. Pellegrini B. et al. Biomechanical and energetic determinants of technique selection in classical cross-country skiing //Human movement science. – 2013. – Т. 32. – №. 6. – С. 1415-1429.
5. Дорожко, А. С. Оценка эффективности лыжных передвижений спортсменов с использованием методики мобильной тензодинамографии / А. С. Дорожко // II Европейские игры – 2019: психолого-педагогические и медико-биологические аспекты подготовки спортсменов: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 4–5 апреля 2019). – Минск, 2019. – С. 108–112.

6. Vähäsöyrinki P. et al. Effect of skiing speed on ski and pole forces in cross-country skiing //Medicine and science in sports and exercise. – 2008. – Т. 40. – №. 6. – С. 1111-1116.
7. Leppävuori A. P. et al. A new method of measuring 3-D ground reaction forces under the ski during skiing on snow //Journal of Applied Biomechanics. – 1993. – Т. 9. – №. 4. – С. 315-328.
8. Анцыперов В. Технология тензометрического измерения в спорте. – Litres, 2017.
9. Hoset M. et al. Construction of an instrumented roller ski and validation of three-dimensional forces in the skating technique //Sports engineering. – 2014. – Т. 17. – №. 1. – С. 23-32.
10. Street G. M., Frederick E. C. Measurement of skier-generated forces during roller-ski skating //Journal of applied Biomechanics. – 1995. – Т. 11. – №. 3. – С. 245-256.
11. Linnamo V. et al. Multi-dimensional force measurement binding used during skating in cross-country skiing //Science and skiing V. – 2012. – С. 540-548.
12. Васюк В. Е., Дорошко А. С. Оценка генерации продвигающих сил при взаимодействии спортсмена с опорой в лыжных локомоциях //Мир спорта. – 2019. – №. 3. – С. 91-96.
13. Vassiouk V., Darozhka A., Minchenya A. Testing of speed-strength readiness of skiing athletes using intelligent sensory-based systems //Sporto mokslas, 2019, nr. 2, p. 46-55. – 2019.
14. Andersson E. Physiological and biomechanical factors determining cross-country skiing performance : дис. – Mittuniversitets tryckeri Sundsvall, 2016.
15. Михалев В. И. и др. Современная лыжная техника: сочетание мощности и экономичности (по данным зарубежной литературы) //Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2015. – №. 4 (122).
16. Гурский А. В. Исследование динамических характеристик движений в классических и коньковых лыжных ходах //Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2014. – №. 12 (118).

Развитие скоростно-силовой выносливости ушу-саньдаистов методом круговой тренировки

Завиркин О.Н.¹, uiolegsanda@yandex.ru
Лушникова Е.В.², zendt@mail.ru

¹ МАОУ ДО «Центр детского творчества», г. Усть-Илимск

² МБУ «Спортивная школа «Лесохимик», г. Усть-Илимск

***Аннотация.** В статье описывается метод круговой тренировки, применяемый на тренировочных сборах при подготовке спортсменов к соревнованиям по ушу-саньда. Авторами описана методика исследования, составлен примерный комплекс упражнений, разработаны практические рекомендации по применению методики скоростно-силовой подготовки ушу-саньдаистов.*

***Ключевые слова:** скоростно-силовые качества, выносливость, ушу-саньда, круговая тренировка.*

Введение

Скоростно-силовая выносливость – это способность мышц производить максимальное усилие в течение длительного времени. Такую способность ещё называют «**взрывной силой**». Под взрывной силой понимают способность преодолевать сопротивление с высокой скоростью мышечного сокращения, а также – по ходу движения достигать больших показателей проявляемой силы в возможно меньшее время [8].

Во многих спортивных дисциплинах победа зависит от демонстрации максимальной выносливости, скорости или силы, поэтому выступающим спортсменам необходимо постоянно совершенствовать эти физические качества.

Развивается скоростно-силовая выносливость с помощью выполнения **плиометрических упражнений**. В этих упражнениях все движения выполняются во взрывной манере. Именно быстрая скорость выполнения задействует максимальное количество мышечных волокон, а работа максимального числа волокон стимулирует рост взрывной силы спортсмена.

При подборе специальных упражнений для воспитания «взрывной» силы следует учитывать, что эффективность многих технических действий зависит от способности спортсмена переключаться с одного режима работы мышц на другой. Учитывая, что физиологический эффект расслабления во многом зависит от режима выполнения применяемых упражнений, необходимо их подбирать таким образом, чтобы напряжение мышц сменялось активным расслаблением, и наоборот. Для совершенствования скоростно-силовой выносливости необходимо выполнять упражнения с различным весом отягощений и в темпе от малого до максимального.

Одной из рациональных форм организации спортивной подготовки являются круговые тренировки. Они дают возможность приблизить характер деятельности при выполнении подготовительных упражнений к режимам работы, свойственным соревновательным упражнениям, создавая тем самым благоприятные условия для переноса тренированности.

Круговая тренировка представляет собой комплексную организационно-методическую форму, включающую ряд частных методов использования физических упражнений. Основная задача использования метода круговой тренировки на занятии – эффективное развитие двигательных качеств в условиях ограниченного и жесткого лимита времени при строгой регламентации и индивидуальной дозировке выполняемых упражнений [11].

Упражнения обычно длятся не более 20 минут, отличаются повышенной интенсивностью. В программе комбинируются такие действия как: бег (спринтерские забеги),

гребля (на специальных тренажерах), прыжки (со скакалкой или на препятствия), лазание по канатам, работа с «железом» (гантели, гири, штанга), перенос вещей, упражнения на кольцах, переворачивание крышек и многие другие.

Методика и организация исследования

Свое исследование мы проводили на 4-недельных тренировочных сборах, когда спортсмены готовились к новому сезону. Для исследования были отобраны 14 спортсменов в возрасте 12-13 лет из группы 4 года обучения по программе «Ушу-саньда». Целью этих сборов было повышение уровня функциональной и скоростно-силовой подготовленности.

Известно, что чем выше интенсивность и длительность тренировки, тем эффект тренировочной нагрузки будет больше. Круговая тренировка проводилась один раз в день во время второй тренировки.

Метод круговой тренировки - это выполнение различных технических действий из арсенала ушу-саньда, например:

- удары рукой на боксерском мешке (связка 2 прямых удара);
- переход бросок («огнетушитель»);
- переход удары ногой на боксерском мешке (2 удара маваши);
- переход бросок (удар ногой - подножка или подсечка).

На выполнение упражнений отводилось 2 минуты, затем происходила смена спортсменов, каждый ушу-саньдаист проходил по 3 раунда. Соответственно время работы при выполнении приемов составляло столько же, сколько длится общее время 3-х раундов схватки в ушу-саньда.

Нами использовалось шесть станций (упражнений). Длительность работы на каждой станции составляла 30 секунд, и каждый спортсмен должен был выполнить по 5 подходов. На выполнение упражнений отводилось 20 секунд, оставшееся же время спортсмен использовал для отдыха и перехода к другому упражнению (станции). Соответственно время работы на шести станциях составляло столько же, сколько длится общее время 1 раунда в ушу-саньда.

Примерный комплекс упражнений:

- 1 станция - поворот автомобильной крышки;
- 2 станция - выбрасывание штанги вперед;
- 3 станция - лазание по канату;
- 4 станция - прыжки на скакалке: 1 прыжок 2 оборота;
- 5 станция - вращение блина вокруг головы;
- 6 станция - перенос тяжестей (блина или медбола).

Методы исследования

Наше исследование проводилось с помощью следующих методов.

1. Проба Штанге и проба Генчи – это пробы с задержкой дыхания для определения способности организма переносить кислородное голодание. Проба Штанге и проба Генчи позволяют оценить достаточность кровообращения и косвенно дать оценку здоровью сердца и сердечно-сосудистой системе.

2. Кистевая и станковая динамометрия. Кистевая динамометрия – метод определения сгибательной силы кисти. Станковая динамометрия – измерение силы мышечных групп, выпрямляющих туловище.

3. Поднимание туловища из положения лежа на спине (количество раз/30 сек).

4. Челночный бег 3*10 м. Выполняется с максимальной скоростью в спортивном зале на твердом покрытии и в спортивной обуви.

5. Время 20 ударов маваши правой и левой ногой по мешку.

Темп работы - максимальный. Такой режим организации скоростно-силовых тренировок на базовых этапах подготовки позволил повысить уровень специальной физической подготовленности юных спортсменов в соревновательном периоде. Об этом

свидетельствуют результаты контрольных упражнений в начале и в конце учебно-тренировочных сборов.

В результате проведенного педагогического эксперимента было установлено, что все исследуемые показатели постепенно возросли и наивысших значений достигли на 4-ой неделе сборов.

Результаты

Таблица 1. Результаты контрольных упражнений

Показатель		Спортсмен 1	Спортсмен 2	Спортсмен 3	Спортсмен 4	Среднее значение
Становая сила (кг)	Начало сборов	46	45	46	50	47,7
	Конец сборов	49	48	48	55	50,8
Проба Генчи (сек)	Начало сборов	10	15	10	11	12,6
	Конец сборов	12	19	16	19	18,2
Челночный бег (сек)	Начало сборов	8,3	8,4	8,2	8,6	8,4
	Конец сборов	8,1	8,1	7,8	7,6	7,9
Проба Штанге (сек)	Начало сборов	34	36	38	41	39,7
	Конец сборов	48	49	49	60	55,3
Кистевая сила рук, среднее значение (кг)	Начало сборов	9	8	9	11	10,3
	Конец сборов	12	10	12	13	13,1
Поднимание туловища (количество раз/30 сек)	Начало сборов	27	28	26	30	27,2
	Конец сборов	34	35	33	35	34,7
Время 20-ти ударов ногами (сек)	Начало сборов	24	24	23	24,7	24,7
	Конец сборов	21	20	21	20,8	20,8

Если обратиться к результатам тестирования (таблица 1), полученным в начале и конце исследования, то можно отметить, что практически у каждого спортсмена произошел рост уровня физической подготовленности, однако процент прироста неодинаков, так как исходный уровень готовности к тренировочным нагрузкам у спортсменов различен. Согласно полученным данным, проба Штанге в среднем увеличилась на 38,9%, проба Генчи на 44,4%. Показатели становой силы увеличились на 6,5%, показатели силы рук на 27%. Время 20 ударов ногой уменьшилось на 15,7%. Время выполнения теста подъем туловища из положения лежа на спине за 30 секунд улучшилось на 27,3%, время выполнения теста «челночный бег 3*10 м» - на 5,9%.

В сравнении с результатами тестирования за 2017-2019 гг. в таких же условиях тренировочных сборов включение метода круговой тренировки позволило получить более высокие результаты (таблица 2).

Таблица 2. Данные результатов тестирования за период 2017-2019 гг.

Контрольные испытания	Прирост показателей уровня физической подготовленности, %		
	Сборы 2017	Сборы 2018	Сборы 2019
Время 20 ударов правой и левой ногами	8,2	7,4	15,7
Челночный бег 3*10 м	2,3	2,0	5,9
Подъем туловища из положения лежа на спине за 30 секунд	10,9	10,7	27,3

Выводы

По результатам исследования сформулированы рекомендации:

1. Направленность методики совершенствования скоростно-силовой подготовленности юных ушу-саньдаистов должна соответствовать особенностям соревновательной деятельности. Следует выделить наиболее перспективные атакующие технические действия для спортсменов и определить эффективные для них программы скоростно-силовой подготовки. При разработке эффективной методики подбора направленности средств скоростно-силовой подготовки необходимо учитывать индивидуальный арсенал атакующих и защитных действий того или иного спортсмена, с помощью которого он добился определенного уровня спортивных результатов.

2. Для каждого спортсмена рекомендуется подобрать такие упражнения или комплексы упражнений, которые бы в большей степени по своим внешним проявлениям были схожи с его «коронными» излюбленными приемами. В связи с этим для конкретного спортсмена необходимо разработать тренировочную программу по скоростно-силовой подготовке для тех групп мышц, которые в большей мере задействованы в проведении приемов. При повышении уровня скоростно-силовых качеств рекомендуется стремиться к индивидуальному разнообразию выбора эффективных тренировочных средств.

3. Анализ научно-методической литературы, опыта ведущих тренеров и результатов собственных исследований позволяет сделать вывод о том, что кратковременное использование метода круговой тренировки (1-2 недели) не приносит значительного эффекта, не приводит к существенному повышению скоростно-силовых качеств. Это время является недостаточным для включения адаптационных возможностей организма спортсмена. Период в 4 недели позволяет достигнуть наибольших результатов тестирующих показателей скоростно-силовых качеств.

4. Применение метода круговой тренировки позволяет существенно повысить уровень скоростно-силовой выносливости ушу-саньдаистов. Необходимо помнить, что такую нагрузку можно использовать спортсменам не ниже первого разряда, имеющим стаж занятий не менее 4 лет, так как их организм способен переносить длительную нагрузку повышенной интенсивности.

Список литературы

1. Ашмарин Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании. - М.: Физкультура и спорт, 1978. - 223 с.
2. Вайцеховский С.М. Управление процессом тренировки: Книга тренера. - М.: Физкультура и спорт, 1971. - 311 с.
3. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсмена. - М.: Физкультура и спорт, 1988. - 331 с.
4. Кадочников А.А. Динамика ударов ногами. Серия «Мастера боевых искусств». Р-н/дону; «Феникс», 2003. – 352 с.
5. Ли Б. Боевая школа Брюса Ли. Книга 1, 2, 3. Серия «Мастера боевых искусств». Р-н/дону; «Феникс», 2003. - 480 с.
6. Музруков Г.Н. Основы ушу: Учебник для спортивных школ. - М.: «Издательский Дом «Городец», 2006. - 576 с.
7. Озолин Н.Г. Настольная книга тренера. - М.: Издательство АСТ, 2003. - 863 с.
8. Рябинин С.П., Шумилин А.П. Скоростно-силовая подготовка в спортивных единоборствах: Учебное пособие. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, Институт естественных и гуманитарных наук, 2007. – 153 с.
9. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта Спортивная физиология. - М.: «Владос-Пресс», 2002.- 608 с.
10. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физического воспитания и спорта. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 480 с.
11. Шолих М. Круговая тренировка: теоретическая, методическая и организационная основы одной из современных форм использования физических упражнений в школе и спортивной тренировке. – М.: Физкультура и спорт, 1966. – 165 с.

Планирование тренировочных нагрузок биатлонисток-юниорок на основе данных, полученных в ходе проведения полевого теста на лыжероллерах со ступенчато возрастающей нагрузкой

Загурский Н.С.¹, канд. пед. наук, профессор, n.zagurskiy@mail.ru

Романова Я.С.², канд. пед. наук, romanova8383@mail.ru

1
2

СибГУФК, Омск

СибГУФК, Омск

***Аннотация.** В статье приведены данные тестирования биатлонисток-юниорок квалификации МС в полевом тесте на лыжероллерах, показаны групповые и индивидуальные расчетные значения ключевых показателей. Представлен пример индивидуального расчета зон интенсивности. В ходе исследований установлено, что распределение нагрузки по зонам интенсивности у успешно выступающих биатлонисток-юниорок квалификации МС в зимнем спортивном сезоне следующее: 1 зона – 32%, 2-я – 28%, 3-я – 20%, 4-я – 13%, 5-я – 7%.*

***Ключевые слова.** Биатлон, тест со ступенчато возрастающей нагрузкой, биатлонистки-юниорки, индивидуальный расчет зон интенсивности.*

Введение

Высокоинформативным тестом, позволяющим оценить уровень специальной подготовленности, является полевой тест на лыжероллерах со ступенчато возрастающей скоростью передвижения. Проведение такого теста позволяет определить состояние и возможности организма спортсменов во время физической нагрузки в аэробной, смешанной и гликолитической зоне энергообеспечения. Кроме того, этот тест дает важную информацию об уровне специальной подготовленности в специальных средствах тренировки. Анализ зависимости «ЧСС-лактат-скорость передвижения» на всех ступенях работы позволяет сделать расчет значений показателей ЧСС и лактата на уровне ПАО и ПАНО. На основе полученных данных тренер составляет обоснованную тренировочную программу.

Методы

Для выполнения теста рекомендовано выбирать круг таким образом, чтобы преодоление последней ступени занимало по времени не менее 2 минут, а на второй половине круга был пологий подъем. Длина круга при тестировании зависит от предпочтения тренера и возможностей трассы, и в среднем составляет 1- 2 км.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 представлены результаты тестирования биатлонисток-юниорок квалификации МС, полученные в полевом тесте на лыжероллерах на различных этапах подготовительного периода. В ходе таких тестирований определяют значения средней скорости передвижения и средние значения величины лактата на каждой ступени. Анализ зависимости «ЧСС-лактат-скорость передвижения» позволяет оценить реакцию организма на стандартных ступенях работы и соответствие достигнутой скорости прогнозируемым значениям. Построение лактатных кривых зависимости «лактат-скорость передвижения» позволяет наглядно оценить реакцию организма по величине лактата на ступенях работы и оценить индивидуальную и общегрупповую динамику за определенный период. В работе с

высококвалифицированными спортсменами важно оценивать индивидуальную динамику показателей (таблица 2,3).

Динамика скорости передвижения во взаимосвязи со значениями ЧСС и лактата на ступенях работы отражает прирост показателей на протяжении всего подготовительного периода (таблица 1). По показателям тестирований, проведенных в июле и в сентябре, видно, что произошло повышение скорости в аэробной смешанной и анаэробной зоне интенсивности. При этом скорость передвижения возросла, значения ЧСС и лактата на этих ступенях снизились.

Проведение теста позволяет оценивать индивидуальные значения скорости ЧСС и лактата (таблица 2). На основании расчетных значений скорости, величин ЧСС и лактата на ПАО, ПАНО (таблица 3) тренер составляет тренировочную программу или корректирует ее.

Таблица 1. Значения скорости, величин ЧСС и лактата в полевом тесте на лыжероллерах «Марве 6» у биатлонисток-юниорок квалификации МС (n=8), $\bar{x} \pm \sigma$

Показатели	Круги дистанции (1285 м)				
	1	2	3	4	5
Начало подготовительного периода (июнь)					
La, ммоль/л	1,04±0,2	1,17±0,3	2,42±0,6	4,98±0,8	10,1±1,2
V, м/с	3,93±0,5	4,59±0,2	5,46±0,2	6,29±0,2	6,79±0,3
ЧСС, уд/мин	146,1±7,2	158,4±7,6	175,8±7,9	190,5±7,1	197,8±9,2
Начало подготовительного периода (июль)					
La, ммоль/л	1,54±0,6	1,98±0,9	3,33±0,8	5,56±0,7	9,31±1,5
V, м/с	4,03±0,3	4,62±0,4	5,44±0,3	6,14±0,2	6,67±0,2
ЧСС, уд/мин	148,1±2,7	161,6±4,4	178,8±3,9	188,8±4,7	196,6±7,2
Конец подготовительного периода (сентябрь)					
La, ммоль/л	1,62±0,2	1,87±0,4	2,83±0,8	4,62±1,1	7,36±1,7
V, м/с	4,21±0,5	4,9±0,4	5,68±0,3	6,32±0,2	6,76±0,2
ЧСС, уд/мин	150,1±12	164,0±9,8	174,5±6,9	189,8±6,6	196,4±8,7

Примечания: 1 La, ммоль/л – лактат, 2 V, м/с – скорость, 3 ЧСС, уд/мин – частота сердечных сокращений.

Таблица 2. Индивидуальные значения скорости, ЧСС и лактата в полевом тесте на лыжероллерах «Марве 6» у биатлонистки-юниорки квалификации МС

Время на кругу	Длина круга, м	V, м/с	V, км/час	La, мМ	ЧСС, уд/мин
5:47,0	1285	3,7	13,3	1,3	149
4:58,0	1285	4,3	15,5	1,7	164
4:12,0	1285	5,1	18,4	2,1	179
3:32,0	1285	6,1	21,8	4,3	192
3:13,0	1285	6,7	24	7,5	199

Примечания: ПАО – порог аэробного обмена; ПАНО – порог анаэробного обмена La, ммоль/л – лактат в ммоль/л; V, м/с – скорость в м/с; V, км/час – скорость в км/час; ЧСС, уд/мин – частота сердечных сокращений

Таблица 3. Расчетные значения скорости, величин ЧСС и лактата на ПАО, ПАНО и при максимальной скорости передвижения в полевом тесте на лыжероллерах «Марве б» у биатлонистки-юниорки квалификации МС

Показатели	Лактат, мМ	ЧСС, уд/мин	Скорость, м/с	Скорость, км/час	% от макс.
ПАО	2,0	172	4,7	17,0	70
ПАНО	4,0	192	6,0	21,8	90
Макс	5,5	204	6,7	24,0	100

Примечания: ПАО – порог аэробного обмена; ПАНО – порог анаэробного обмена; La, ммоль/л – лактат в ммоль/л; V, м/с – скорость в м/с; V, км/час – скорость в км/час; ЧСС, уд/мин – частота сердечных сокращений; % от макс. - интенсивность нагрузки от максимальных значений.

При анализе выполнения нагрузок в определенных зонах интенсивности необходимо знать индивидуальные границы зон ЧСС и соответствующие им показатели лактата. После проведения теста со ступенчато возрастающей нагрузкой тренер получает такую информацию (таблица 4).

Таблица 4. Индивидуальные расчетные значения показателей по 5-ти зонной шкале интенсивности в полевом тесте на лыжероллерах «Марве б» у биатлонистки-юниорки квалификации МС

Показатели	Зоны интенсивности				
	1 зона (50-60 %)	2 зона (60-70 %)	3 зона (70-80 %)	4 зона (80-90 %)	5 зона (90-100 %)
La, мМ	1,1-1,4	1,4-2,1	2,1-3,3	3,3-4,8	4,8-7,5
ЧСС, уд/мин	130-156	156-170	170-182	182-191	191-199
V, м/с	3,3-4,0	4,0-4,6	4,6-5,3	5,3-6,0	6,0-6,6
V, км/час	11,9-14,3	14,3-16,7	16,7-19,1	19,1-21,4	21,4-23,8
V на 1км, мин,с	5.02-4.11	4.11-3.35	3.35-3.08	3.08-2.47	2.47-2.31

Примечания: ПАО – порог аэробного обмена; ПАНО – порог анаэробного обмена; La, ммоль/л – лактат в ммоль/л; V, м/с – скорость в м/с; V, км/час – скорость в км/час; ЧСС, уд/мин – частота сердечных сокращений; % от макс. - интенсивность нагрузки от максимальных значений

Анализ динамики показателей, получаемых при проведении теста с возрастающей нагрузкой на лыжероллерах позволяет своевременно вносить коррективы в тренировочную программу и оценивать оптимальность соотношения выполнения нагрузок в аэробной, смешанной или анаэробной зонах интенсивности.

Выводы

1. Регулярное проведение полевых тестов на лыжероллерах со ступенчато возрастающей нагрузкой позволяет определить индивидуальные границы зон интенсивности,

оптимально планировать тренировочную программу, соотношение циклической нагрузки в аэробной, смешанной и анаэробной зонах интенсивности.

2. Распределение нагрузки по зонам интенсивности у биатлонисток-юниорок квалификации МС, успешно выступающих в зимнем спортивном сезоне следующее: 1 зона – 32%, 2-я – 28%, 3-я – 20%, 4-я – 13%, 5-я – 7%.

Список литературы

1. Попов Д.В, Виноградова О.Л. Сопоставление аэробных возможностей мышц ног и мышц плечевого пояса у спортсменов-лыжников // Физиология человека. – 2012. – Т. 38, No 5. – С. 67–72.

2. Попов Д.В, Грушин А.А, Виноградова О.Л. Физиологические основы оценки аэробных возможностей и подбора тренировочных нагрузок в лыжном спорте и биатлоне // Советский спорт. – 2014. – 78 с.

3. Van Hall, G. Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise / G.Van Hall, M. Jensen-Urstad, H.Rosdahl // Am J Physiol Endocrinol Metab. – 2003, №1.- P. 193-205.

Значение показателей variability сердечного ритма для оценки адаптационного потенциала у гимнасток высокой квалификации, занимающихся эстетической гимнастикой

Захарьева Н.Н.¹, доктор мед. наук, zakharyeva.natalia@mail.ru

¹ *Центр спортивной медицины НИИ спорта и спортивной медицины ФГБОУ ВПО РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), Москва*

***Аннотация.** В статье представлены результаты физиологического тестирования гимнасток высокой квалификации, занимающихся эстетической гимнастикой и занимавшихся классической художественной гимнастикой. В группах сравнения выявлены типологические отличия автономной нервной регуляции variability ритма сердца с выделением преобладания центрального и автономного контуров регуляции. Дана оценка состояния адаптационного потенциала организма гимнасток по показателям variability ритма сердца и структуры взаимосвязей по данным корреляционного анализа, различий напряжения межсистемных отношений выделением показателей плотности и жесткости. Выявленные данные показывают выраженное напряжение регуляторных механизмов и большие способности к мобилизации у гимнасток, занимающихся эстетической гимнастикой, что во многом обуславливает их высокую спортивную результативность.*

***Ключевые слова:** variability ритма сердца, гимнастки высокой квалификации, эстетическая гимнастика, художественная гимнастика, центральный и автономный контуры регуляции, корреляционный анализ.*

Введение

В настоящее время технологической основой подготовки гимнастов России стала концепция интегральной подготовки, которая включает в себя все виды подготовки: техническую, физическую, функциональную, тактическую и теоретическую подготовку [1,14]. На современном этапе занятия различными видами гимнастики предъявляют высокие требования к психике и функциональному состоянию спортсменок [16,8], так как происходит постоянное усложнение соревновательных программ из-за изменений международных правил по этому виду спорта [11]. Вышеизложенное диктует необходимость углубленного изучения вопроса с точки зрения спортивной физиологии, так как позволяет понять физиологические механизмы расширения функциональных резервов организма тренирующегося гимнаста под направленным воздействием различных сложнокоординационных нагрузок [5] и способности гимнастов к двигательной экстраполяции. С точки зрения физиологических характеристик функционального состояния недостаточно изученным видом гимнастики является эстетическая гимнастика (ЭГ), командный вид спорта, основанный на гармоничных, динамических и ритмических движениях, которые выполняются с наименьшими энергозатратами и эргономичным и естественным использованием мышечной силы.

В современной физиологии существует довольно много физиологических классификаторов, раскрывающих особенности функционального состояния спортсменов и успешность человека в конкретных видах спорта. Это различные типы конституции человека (фенотип, генотип, соматотип и др.), в том числе принадлежность к определенному типу variability ритма сердца [18,6,7,12,19,20,21]. Установлено, что определенному типу автономной нервной регуляции variability ритма сердца соответствуют различной степени выраженности проявления напряжения функциональных систем, отражающих адаптивные возможности человека при занятиях спортом [13,10]. Исследование

вариабельности ритма сердца гимнасток высокой квалификации, занимающихся эстетической гимнастикой, позволит расширить современные представления о физиологических механизмах адаптации гимнасток к физическим нагрузкам.

Методы

В исследовании на добровольной основе приняли участие 26 гимнасток высокой квалификации, имеющих различную специализацию в гимнастике: 1-ая группа (ЭГ), ранее спортсменки имели высокие спортивные разряды по художественной гимнастике (ХГ), но последние 2 года занимались только эстетической гимнастикой; 2-ая группа (СПС), спортсменки имеют высокие спортивные разряды по художественной гимнастике, однако в настоящее время не занимаются ею, обучаются в РГУФКСМиТ и занимаются специализированной спортивной подготовкой СПС. Возраст 17-21 год, средний возраст $18,84 \pm 0,59$ года. Стаж занятий гимнастикой в среднем составил $13,89 \pm 1,61$ год. У гимнасток 1-ой группы (ЭГ) количество тренировочных часов в неделю колеблется от 15 до 18 часов. Гимнастки 2-ой группы (СПС) в настоящее время не занимаются активно ХГ и количество тренировочных часов на специализации СПС составляет 6 часов в неделю. База для исследования спортсменок – лаборатория медико-биологического обеспечения спортивных команд Центра Спортивной медицины Научно-исследовательского института Спорта и Спортивной медицины РГУФКСМиТ. Исследование проводилось в подготовительном периоде спортивной подготовки.

Использовались методы: 1. Анализ научной литературы; 2. Физиологическое наблюдение; 3. Анкетирование и интервьюирование гимнасток. 4. Оценка вариабельности ритма сердца проведена на приборе «Варикард 2.51. Аксион» производства компании ООО Экомед+, разработанный совместно сотрудниками МГАФК и ООО Экомедгорода Рязань. 5. Состояние вентиляционной функции легких гимнасток-художниц проведено электронным спирометром «Спиро С-100» ООО «Альтоника» г. Москва. 6. Компьютерная стабилметрия (стабилоплатформа с биологической обратной связью ОКБ «Ритм» «Стабилан 01-2»); 7. Психофизиологические характеристика гимнасток проведены с использованием компьютерной программы ИВПС 2.1. (Ю.В. Корякина (2001-2003); Ю.В. Корякина, Ногин (2003)), тестирование включает в себя 10 тестов, позволяющих судить о восприятии пространственно-временных стимулов; об особенностях организации рефлекторной деятельности испытуемых и косвенно об уровне ловкости; 8. Физическая работоспособность спортсменок оценивалась по результатам двухступенчатого теста PWC_{170} с субмаксимальной нагрузкой; 9. Методы математической статистики в программе Microsoft Excel, с анализом параметров среднее арифметическое и стандартное отклонение; для проверки достоверности применялись двухвыбросный F-тест для дисперсий, двухвыбросный t-тест для одинаковых или различных дисперсий.

Результаты

Проведено обследование 26-ти гимнасток в возрасте 17-21 год. Спортсменок разделили по видам художественной гимнастики: 1-ая группа – спортсменки, занимающиеся эстетической гимнастикой (ЭГ), члены сборной России РГУФКСМиТ по эстетической гимнастике, 9 чел. (36,6%) и 2-ая группа – 17 чел. (63,4%), спортсменки мастера спорта (МС) по художественной гимнастике, в настоящее время не тренируются по программе и занимаются СПС.

Для спортивной физиологии при оценке функционального состояния спортсменов важно, что отклонения, возникающие в регуляторных системах организма, задолго предшествуют энергетическим, метаболическим, функциональным нарушениям органов и систем организма. Такие изменения могут быть предикторами развития заболеваний, опережая клиничко-лабораторные и инструментальные изменения, поэтому особое значение оценки АНРВРС (автономной нервной регуляции вариабельности ритма сердца) лежит в

основе донозологической диагностики [15,23]. При анализе особенностей variability ритма сердца (BPC) по данным прибора «Варикард» регистрировались показатели кардиоинтервалограммы (КИГ), в 11-ом стандартном отведении количеством 128 длины RR-интервалов, в состоянии покоя и в положении сидя. В кардиологии результаты анализа RR-интервалов используются как основной прогностический показатель при исследовании аритмий, оценке риска и при оценке риска внезапной смерти, в том числе и в спорте, чему имеются многочисленные примеры и т.д. [21,22]. Характер типов вегетативной регуляции у гимнасток обеих групп определен по Р.И. Баевскому (1986, 2001; 2003)) с оценкой показателей: ИН (индекс напряжения), который отражает степень централизации управления сердечным циклом и позволяет определить принадлежность к конкретному типу АНРВРС; Мо – моды, Амо – амплитуды моды, ПАПР – показателя адекватности процессов реагирования и других показателей. Согласно значениям ИН гимнастки 1-ой гр. (ЭГ) в большинстве случаев – 60% (5 чел.) имеют *ваготонический тип АНРВРС* (ИН=58,55±11,71 усл. ед.). Полученные данные согласуются с данными других специалистов, работающих со спортсменами высокой квалификации, занимающихся сложнокоординационными видами спорта [18,13,9]. У 20 % (2 чел.) гимнасток 1-ой группы отмечена *нормотония* (ИН=114±21,65 усл. ед.) и у 20% (2 чел.) – *симпатикотония* (ИН=288±42,11 усл. ед.), причем у одной гимнастки гиперсимпатикотония (ИН=437 усл. ед.).

У гимнасток 2-ой группы по значениям та же структура распределения по типам АНРВРС, что и в 1-ой группе, а именно: в 60% случаев (13 чел.) определена *ваготония* (ИН=39,41±12,02 усл. ед.); у 30% (3 чел.) *нормотония* (ИН=112,66±24,45 усл. ед.); у одной гимнастки *симпатикотония* 10% (ИН=212 усл. ед.).

В современной спортивной физиологии Шлык Н.И. (2009) рассматривает двухконтурную модель управления сердечным ритмом в типе АНРВРС и выделяет принадлежность к преобладанию центрального и автономного контура регуляции, который может быть представлен в различной степени выраженности: *выраженное* и *умеренное*. Важными критериями для экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции по данным анализа BCP являются показатели **SI** и **VLF**.

Показатель **SI** отражает степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными), а компонент **VLF** спектра BCP характеризует активность симпатического отдела ВНС, также отражает влияние надсегментарного уровня регуляции, психоэмоционального и функционального состояния коры головного мозга, и является чувствительным индикатором управления энерго-метаболическими процессами, хорошо отражает энергодефицитные состояния [17]. Исходя из результатов исследований BCP, этот показатель в норме, в состоянии покоя, менее подвержен колебаниям по сравнению с другими составляющими спектра (HF и LF).

Согласно классификации *Н.И.Шлык (2009-2016)* выделяется принадлежность гимнасток к типу АНРВРС по преобладанию центрального и автономного контуров регуляции по показателям: **ИН; SI, VLF: TP**.

У гимнасток 1-ой группы (ЭГ) в 100% (9 чел.) отмечено выраженное преобладание автономного контура регуляции (**IV тип**) – **SI** =3,07±0,76 усл. ед., **VLF** =650,27±87,56 мс²; **TP**=2883±698,76 мс², что является отражением неустойчивого типа регуляции и выраженных дисрегуляторных проявлений. Кроме того, в 100% случаев отмечено резкое уменьшение **SI** <10 и резкое увеличение **TP** (мс²), что возможно связано перенапряжением регуляторных механизмов под воздействием тяжелых физических нагрузки обуславливает необходимость проведения консультации кардиолога с дополнительным обследованием (ЭКГ, УЗД, функциональные пробы).

Характер распределения по типам АНРВРС у 2-ой группы (СПС) *неоднороден* и выглядит следующим образом: 1. **76,47** % (13 чел.), т.е. большинство гимнасток имеют благоприятный, с точки зрения физиологической целесообразности процессов регуляции, тип АНРВРС, умеренное преобладание автономного контура регуляции (**III тип**) – **SI** =39,41±9,21

усл. ед., $VLF=244 \pm 51,01$ мс²; 2. 23,53 % (4 чел) гимнасток имеют выраженное преобладание центрального контура регуляции (**II тип**) – $SI=137 \pm 72,05$ усл. ед., $VLF=47,49 \pm 12,45$ мс². Гимнасток с выраженным преобладанием автономного контура регуляции (**IV тип**) во 2-ой группе не отмечено. Как нет в этой группе гимнасток с низкими значениями $SI < 10$ и резким увеличением TP (мс²), что связано с отсутствием тренировок.

Анализ волновой структуры спектра гимнасток выявил преимущества вклада **LF** в волновую структуру спектра у гимнасток 1-ой группы в 1,5 раза больше, чем у гимнасток 2-ой группы, что является отражением большего напряжения регуляторных систем в ответ на интенсивную физическую нагрузку при занятиях ЭГ.

Такие же особенности констатированы при анализе средних показателей волновой структуры спектра. У гимнасток 1-ой группы (ЭГ) доля вклада **LF** в волновую структуру спектра в 1,75 раза больше и доля вклада **HF** волн в 1,3 раза больше, а доля вклада **VLF** волн в 1,2 раза меньше в сравнении со 2-ой группой, что говорит о большем напряжении регуляторных систем в 1-ой группе (ЭГ).

Анализ структуры взаимосвязей показателей гимнасток в 2-х группах сравнения проведен на основе вычисления коэффициентов ранговой корреляции Спирмена (Spearman's correlation coefficient). Статистическая связь двух переменных (показателей) может указывать на соответствие большему значению одной величины большему значению другой величины (прямая или положительная связь) или ее меньшему значению (отрицательная или обратная связь). Направление и силу связи определяет коэффициент корреляции, который может принимать значение от -1 до $+1$. Анализ процесса адаптации проведен при рассмотрении «плотности» (количества межсистемных связей) и «жесткости» межсистемных отношений параметров ведущих функциональных систем гимнасток. У гимнасток 1-ой группы (ЭГ) при анализе внутрисистемных отношений параметров теппинг-теста и параметров теста «Мишень» выявлено 17 сильных корреляционных взаимосвязей: 2 прямые и 15 обратного знака и 16 связей средней силы; жесткость равна 1,0. Во 2-ой группе сравнения (СПС) сильных связей нет – только средней силы – 18 взаимосвязей, 1 прямая, остальные 17 обратного знака, жесткость в этой группе не определима.

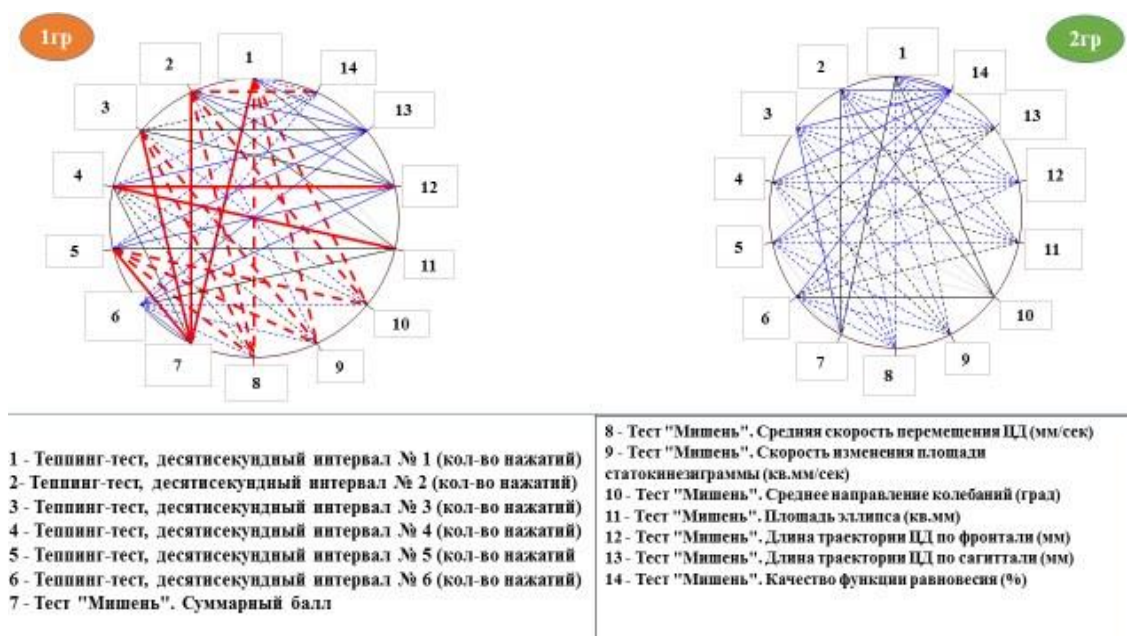


Рисунок 1 - Корреляционные внутрисистемные взаимосвязи показателей теппинг-теста и стабилOMETрического тестирования.

При анализе «плотности» (количества сильных связей) корреляционных взаимосвязей отмечено различие характеравзаимодействия параметров вегетативного баланса с ведущими

параметрами функциональных систем в группах сравнения. В 1-ой группе (ЭГ) отмечено значительное напряжение функциональных систем организма гимнасток в состоянии покоя. Установлены взаимосвязи с показателями ИИ с показателями: стаж занятий (в годах), физической работоспособности в 2-х ступенчатом тесте PWC₁₇₀, качеством функции равновесия, длиной траектории по сагиттали; показателями психофизиологического тестирования (тест время реакции на свет (в с.) ($r=0,88$); тест отмеривание отрезков (в %) ($r=0,70$); ПЗРМ на 7-ой попытке ($r=-0,71$); теппинг-тест (ЧДК – частота движения кистью) 6-я попытка ($r=-0,72$); прямая сильная корреляционная связь с показателем скорости выполнения второго этапа теста URA– на 8-ой попытке и 10-ой попытке ($r=0,77$), ($r=0,82$), и третьего этапа теста URA на 8-ой попытке ($r=-0,77$). Кроме того, имеется прямая сильная связь со скоростью выполнения 3-его этапа ($r=-0,96$), обратные корреляционные связи с показателями систем внешнего дыхания РОвыд ($r=0,70$) и ДАД ($r=-0,79$). Выявленные корреляции носят преимущественно положительный характер и отражают сильное взаимодействие ведущих функциональных систем организма гимнасток 1-ой группы, что является отражением тренированности и высокого потенциала гимнасток, занимающихся эстетической гимнастикой. Во 2-ой группе отмечено минимальное напряжение функциональных систем организма гимнасток в состоянии покоя. Параметры вегетативного баланса взаимодействуют с показателем индивидуальной минуты, что отражает взаимодействия с корково–подкорковыми структурами, это не является отражением тренированности. Сильные корреляционные взаимосвязи показателя ИИ с параметрами физической работоспособности и стабиллометрического тестирования отсутствуют.

Обсуждение результатов

Во всех видах гимнастики в 21 веке происходит усложнение большинства элементов за счет повышения амплитуды и высокой координации движений, увеличения количества вращений, слияния изолированных элементов в соединения повышенной технической сложности, в связи с чем необходим поиск новых физиологических критериев, подтверждающих эффективность выбранного тренером педагогического воздействия [4]. Перспективным для физиологического обоснования тренировочного процесса и выявления особенностей адаптации человека к физическим нагрузкам является популярный в России вид гимнастики – эстетическая гимнастика, групповой вид спорта, где команды от 6 до 12 человек соревнуются в выполнении упражнения без предмета с определенным набором обязательных элементов под музыку.

Анализ вариабельности ритма сердца гимнасток, занимающихся различными видами гимнастики, позволяет разрабатывать новые педагогические подходы, совершенствовать спортивную подготовку, проводить донозологическую диагностику заболеваний, определять состояние спортивной формы, оценивать уровень развития стресса при занятиях спортом. Актуальность его применения поддерживается возможностью простоты, надежности, точности и диагностической ценности методики.

Согласно полученным данным, по типологической принадлежности к типу АНРВРС [2,3] обе группы гимнасток имеют одинаковую ситуацию, в 80% и 90% случаев отмечен ваго- и нормотонические типы АНРВРС, что отражает высокую тренированность при занятиях сложнокоординационными видами спорта. Единичные случаи гиперсимпатикотонии могут отражать перетренированность, или в случаях симпатикотонии, вариант индивидуальной нормы адаптации организма к физической нагрузке и особенности поддержания гомеостаза регуляторными системами.

У гимнасток 1-ой и 2-ой групп выявлены отличия типов автономной нервной регуляции по принадлежности к преобладанию центрального и автономного контура регуляции [18,9]. У 1-ой группы (ЭГ) в 100% (9 чел.) отмечено выраженное преобладание автономного контура регуляции (**IV тип**), на фоне резкого уменьшения SI<10 и резкого увеличения TP (мс²), что возможно связано с перенапряжением работы регуляторных систем под воздействием тяжелых физических нагрузок и является отражением неустойчивого типа регуляции с

выраженными дисрегуляторными проявлениями. При выявлении таких показателей существует необходимость проведения консультации кардиолога, с углубленным обследованием (ЭКГ, УЗД, функциональные пробы). Однако, принадлежность спортсменок к преобладанию автономного контура регуляции, по мнению ведущих специалистов России (Н.И.Шлык (2006-2016)), отражает большие способности к мобилизации, что находит отражение в высоких спортивных результатах гимнасток, занимающиеся эстетической гимнастикой – это действующие чемпионки Мира и Европы.

Гимнастки 2-ой группы в большинстве (**76,47%**, 13 чел.), имеют умеренное преобладание автономного контура регуляции (**III тип**) – $SI = 39,4 \pm 9,21$ усл. ед., $VLF > 244 \pm 51,01$ мс²; что отражает оптимальный вариант целесообразности процессов регуляции. **В23,53 %** (4 чел.) чел. гимнасток имеют выраженное преобладание центрального контура регуляции (**II тип**), что возможно говорит о перетренированности и снижении возможности организма к мобилизации функциональных резервов. При наличии стойкого устойчивого сохранения преобладания в процессе регуляции влияния центрального контура регуляции (**II типа**) у спортсменок-гимнасток. Эти данные можно расценить как предикторы формирования заболеваний сердечно-сосудистой системы в отдаленном анамнезе при отягощенном генном анамнезе [22].

В волновой структуре спектра гимнасток отмечены преимущества вклада **LF** в волновую структуру спектра у гимнасток 1-ой группы в 1,5 раза больше, чем у гимнасток 2-ой группы, что является отражением большего напряжения регуляторных систем в ответ на интенсивную физическую нагрузку при занятиях ЭГ.

На основании анализа полученных данных выявлены различия автономной нервной регуляции в группах сравнения. Отмеченное выраженное напряжение регуляторных механизмов у гимнасток 1-ой гр. (ЭГ) диктует необходимость использования в тренировочном процессе гимнастокоценки ВРС, тщательный контроль за процессом восстановления, использование медико-биологических средств восстановления: *массаж; БАДы, ФТЛ*, подобранных индивидуально; проведение контроля показателей производительности работы сердечно-сосудистой системы (ЧСС, СО, МОК, АД, ВРС) после тренировок в течении 10 минут (ежеминутно); и индивидуализацию в подборе физической нагрузки на тренировках.

Установлены различия адаптационных возможностей гимнасток, занимающихся различными видами гимнастики. По данным корреляционного анализа характер внутри- и межсистемных отношений параметров ведущих функциональных систем у гимнасток 1-ой группы (ЭГ) отмечена высокая «плотность» и «жесткость» межсистемных отношений, что, по нашему мнению, связано с развитием феномена мобилизации, который способствует высокому адаптационному потенциалу и объясняется высокой тренированностью и мотивацией спортсменок (по данным анкетирования). Характер взаимосвязей гимнасток 2-ой группы (СПС) имеет минимальное напряжение межсистемных отношений, что возможно объясняется детренированностью гимнасток.

Учет индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем гимнасток позволит своевременно оценивать состояние регуляторных систем организма спортсменок, оценить их адаптационный потенциал, выявить ранее формирование перетренированности организма, оптимизировать и индивидуализировать тренировочную нагрузку, контролировать состояние спортивной формы, проводить донологическую диагностику развития заболеваний.

Выводы

1. Оценка вариабельности ритма сердца в эстетической гимнастике должна учитываться тренерами как эффективная методика оценки функционального состояния гимнасток в тренировочном процессе и быть одной из методик, определяющих допуск к соревнованиям.

2. Гимнастки, занимающиеся эстетической гимнастикой и гимнастки, занимавшиеся классической художественной гимнастикой, имеют различия в функциональном состоянии различных звеньев регуляторных механизмов адаптации. Гимнастки, занимающиеся эстетической гимнастикой, в 100% случаев имеют выраженное напряжение регуляторных систем организма с преобладанием автономного контура регуляции (**IV тип**) – $SI=3,07\pm 0,76$ усл. ед., $VLF=650,27\pm 87,56$ мс²; $TP=2883\pm 698,76$ мс². и в 100% случаев резкое уменьшение $SI<10$ и резкое увеличение TP (мс²), что возможно связано в тяжелыми физическим нагрузками и требует проведение дополнительной консультации кардиолога и дополнительного обследования (ЭКГ,УЗД, функциональных проб).

3. У гимнасток 2-ой группы выявленные типы автономной нервной регуляции variability ритма сердца отличаются неоднородностью: 76,47 % спортсменок имеют умеренное преобладание автономного контура регуляции (**III тип**) – $SI=39,41\pm 9,21$ усл. ед., $VLF> 244\pm 51,01$ мс², что отражает оптимальное состояние процессов регуляции и 23,53 % гимнасток имеют выраженное преобладание центрального контура регуляции (**II тип**) – $SI=137\pm 72,05$ усл. ед., $VLF=47,49\pm 12,45$ мс², что отражает дисрегуляцию процессов адаптации и при длительном сохранении в катамнезе может быть расценено как один из предикторов формирования заболеваний сердечно-сосудистой системы при отягощенном генном анамнезе.

4. Корреляционный анализ показал, что гимнастки, занимающиеся эстетической гимнастикой имеют высокую плотность и жесткость корреляционных взаимосвязей, что объясняется высокой мобилизацией всех вегетативных функций в данной группе спортсменок. У гимнасток 2-ой группы выявлена низкая плотность и жесткость корреляционных взаимосвязей, что отражает детренированность.

Список литературы

1. Аркаев, Л.Я., Интегральная подготовка гимнастов (на примере сборной команды страны): автореферат...диссерт. канд. пед. наук. СПб. -1994.-С.4.3.
2. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. - №3. - С. 108-127.
3. Баевский, Р.М. Концепция физиологической нормы и критерий здоровья / Р.М. Баевский // Российский физиологический журнал им. Сеченова. - 2003. - Т. 89. - № 4. - С. 473–487.
4. Беклемишева, Е. В. Структура бросковых действий с мячом в художественной гимнастике и методика их совершенствования: дис.... канд. пед. наук : 13.00.04 / Е. В. Беклемишева. -М., 2002. - 203 с.
5. Бердичевская, Е. М. Функциональная межполушарная асимметрия и спорт / Е. М. Бердичевская, А. С. Тройская /Функциональная межполушарная асимметрия. Хрестоматия. М.: Научный мир. - 2004. - С. 636-671.
6. Ботова, Л.Н. Вариабельность ритма сердца у юных гимнасток в тренировочном процессе.- 2011/Л.Н. Ботова, [Электронный ресурс].
7. Викулов, А.Д. Вариабельность сердечного ритма у лиц с повышенным режимом двигательной активности и спортсменов / А.Д. Викулов, А.Д. Немиров, Е.Л. Ларионова, А.Ю. Шевченко // Физиология человека. – 2005. – Т.31. - № 6. - С. 54-59.
8. Виннер, И.А. Медико–биологическое сопровождение в системе интегральной подготовки гимнасток высокого класса. // И.А. Виннер, Р.Н. Терехина, Н.К. Першина В Журнале «Ученые записки университета П.К. Лесгафта .-2009.- № 12 (58) С..23-26.
9. Гаврилова Е. А. Спорт, стресс, вариабельность: монография. – М.: Спорт, 2015. – 168 с.

10. Голухова, Е.З. Вариабельность сердечного ритма и методы ее оценки / Е. З. Голухова, А. М. Алиева, Т. Т. Какучая, В. М. Воеводина, Г. Г. Аракелян, Д. В. Мрикаев // Креативная кардиология. – 2009. - №1. – С. 76-82.
11. Горохова, В. Е. Специальная физическая подготовка гимнасток к выполнению серий из элементов повышенной трудности: автореф. дис канд. пед. наук : 13.00.04 / В. Е. Горохова; РГАФК. - М., 2002. - 26 с.
12. Захарьева, Н.Н. Параметры спектральных характеристик респираторно-гемодинамической системы у девочек-художественных гимнасток 7 – 8 лет./ Захарьева Н.Н., Мосунова Ю.А. В Сб. Материалы VI всероссийской с международным участием конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности: «Системные и клеточные механизмы в физиологии двигательной системы и мышечной деятельности» Факультета Фундаментальной Медицины МГУ. имени М.В. Ломоносова Москва, Россия 1-4 февраля 2011г.- С. 114.
13. Захарьева, Н.Н. Прогностическое значение параметров функционального состояния гимнасток высокой квалификации с различными типами конституции и автономной нервной регуляцией ритмов сердца, артериального давления и дыхания/ Н.Н. Захарьева Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.- 2016. - №12 -1. С. 54-59. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view>
14. Медведева, Е.Н. Коррекция нагрузок в ударном микроцикле на основе оперативного контроля функционального состояния гимнасток высокой квалификации //Е.Н. Медведева, Р.Н.Терехина, Т.К. Сахарова, А.С. Малынина;. М.В.. Петракова В Журнале: «Записки Ученого».-№5. (111) -2014.-С.102-106.
15. Михайлова, А.В. Перенапряжение сердечно – сосудистой системы у спортсменов/ А.В. Михайлова, А.В. Смоленский.- М.2019.-с.283.
16. Стрижкова, О.Ю. Предикторы успешности и эффективности курса нейробиоуправления у высоко квалифицированных спортсменок гимнасток// О.Ю. Стрижкова, Л.П. Черапкина, Т.Ю. Стрижкова, И.Г. Таламова В Журнале Лечебная физическая культура и спортивная медицина № 3. М.: 2012.- 22 – 26.
17. Флейшман, А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Новосибирск, -1999. –214с.
18. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов./ Н.И.Шлык,- Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009 - 259 с.
19. Aubert, A.E. Heart Rate Variability in Athletes / A.E. Aubert, B. Seps and F. Beckers; Laboratory of Experimental Cardiology, School of Medicine, K.U. Leuven, Leuven, Belgium // Sports Med. – 2003. –Vol. 33 (12). – p. 889–919
20. Blásquez, J. C. C. Heart-rate variability and precompetitive anxiety in swimmers / J. C. C. Blásquez, G. R. Font, L. C. Ortís // Psicothema. - 2009. - Vol. 21. - № 4. – p. 531-536.
21. Bigger, J. T. RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction / J. T. Bigger, J. L. Fleiss, R. C. Steinman et al. //Circulation. – 1995 – Vol. 7 – P. 1936–1943.
22. Kleiger, R. E. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction / R. E. Kleiger, J. P. Miller, J. T. Bigger, A. J. Moss and the Multicenter Post-Infarction Research Group. // Am. J. Cardiol. – 1987 – Vol. 59 – p. 256–262.
23. Schlyk N.I, Sapoznikova E.N., Kirillova T.G. Type of Autonomic Regulation and Risk of Cardiac Event in Athletes (Based on the Results of Dynamic Study of Heart Rate Variability and Dispersed ESG Mapping) // International Multidisciplinary Journal. European Researcher. 2012. Vol. 24, № 6. P. 942-946.

Особенности регуляции сердечного ритма у депривированных по слуху спортсменов 13–15 лет

Зубовский Д.К., канд. мед. наук, zubovskid@mail.ru

Агафонова М.Е., канд. биол. наук, margaritaagafonova1972@gmail.com

Ильютик А.В., канд. биол. наук, доцент, anna-iluytik@yandex.ru

УО «Белорусский государственный университет физической культуры», Республика Беларусь, Минск

Аннотация. Проведен анализ показателей вариабельности сердечного ритма у депривированных по слуху и здоровых спортсменов 13-15 лет. Здоровые спортсмены характеризуются более оптимальным состоянием механизмов регуляции сердечного ритма с преобладанием парасимпатических модулирующих влияний на ритм сердца, т. е. адекватным сочетанием централизации и автономности систем регуляции. Достоверно установлено, что слуховая депривация определяет специфику реакций адаптации к физическим нагрузкам и напряжению регуляторных механизмов.

Ключевые слова: регуляторные системы; сердечный ритм; индекс напряжения; слабослышащие спортсмены.

Введение

Как показывает опыт, для многих депривированных по слуху детей (далее – ДСД) характерна высокая мотивация достижения развития в обществе за счет такого фактора, как спорт. Основной проблемой, препятствующей формированию у ДСД навыков в физическом воспитании и спорте, являются следующие общие характерные закономерности их физического развития [1-3]:

недостаточное развитие физических качеств и, прежде всего, двигательных, а также функций равновесия и координации;

недоразвитие кинестетической чувствительности из-за нарушения сенсомоторной интеграции;

снижение полимодального запоминания, сохранения и воспроизведения движений; аномальные приспособительные моторные реакции (неустойчивая походка с широкой постановкой ног, асимметричность шагов, малая амплитуда движений рук и др.);

встречающиеся практически у всех плоскостопие, нарушение осанки и сколиоз, крыловидные лопатки и др., ведущие к нарушениям функций систем кровообращения и дыхания.

Важная проблема связана с вегетативным обеспечением мышечной деятельности, ибо двигательные акты, как и все физическое развитие человека, находятся в прямой зависимости от состояния вегетативной нервной системы (далее – ВНС) и системы моторно-висцеральных и висцеро-моторных рефлексов.

В детском возрасте для сохранения работоспособности при занятиях спортом организм затрачивает постоянно больше усилий. Адаптация же депривированных по слуху детей к любым условиям проходит с бóльшим напряжением ВНС, чем нормально слышащих, что повышает риск развития дезадаптации и патологических состояний.

В связи с тем, что отклонения, возникающие в регуляторных системах, предшествуют появлению метаболических и энергетических изменений, функциональных нарушений органов и систем, анализ меняющейся длительности интервалов последовательных сердечных сокращений, т.е. вариабельности сердечного ритма (далее – ВСР), позволяет оценить резервы организма [4 – 7], что особенно актуально для ДСД. Поэтому целью данного исследования

было изучение особенностей состояния вегетативной регуляции сердечного ритма у депривированных по слуху и здоровых легкоатлетов в возрасте от 13 до 15 лет.

Методика и организация исследования

В исследовании приняли участие спортсмены в возрасте 13–15 лет (юноши): дети-инвалиды по слуху, легкоатлеты ДЮСШ «Буревестник» (n=24, группа 1) и здоровые легкоатлеты УО «Минская областная средняя школа-училище олимпийского резерва» (n=42, группа 2). Все ДСД-спортсмены имели № степень тугоухости по классификации Л.В. Неймана (1961). Показатели ВСР регистрировались в покое и при проведении активной ортостатической пробы (АОП) с использованием компьютерного комплекса «Нейрон-Спектр». Состояние вегетативного тонуса оценивалось по величине индекса напряжения ИН (у.е.). Статистический анализ данных производили с помощью пакета программ «MicrosoftOfficeExcel» и «IBMSPSSStatistics 20». Использовались: критерии Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова; U-критерий Манна-Уитни (критическое значение уровня значимости 0,05). Количественные данные представлены в виде медианы значений (Me) и интерквартильного размаха с описанием значений 25 и 75 перцентилей: Me (25%; 75%).

Результаты и их обсуждение

Умеренная парасимпатическая активность, отмеченная у обследованных спортсменов, свидетельствовала о рабочем состоянии регуляторных систем и экономизации функций сердечно-сосудистой системы (далее – ССС), что являлось результатом адаптивной перестройки деятельности ВНС и центральных структур регуляции в ответ на физические нагрузки. Однако у 13–15-летних тренирующихся ДИС по сравнению со здоровыми сверстниками был выявлен ряд особенностей регуляции сердечного ритма. Так было отмечено, что в состоянии покоя (фоновая запись в положении лежа) и в ортостазе глухие спортсмены отличались от здоровых сверстников более высокими показателями индекса напряжения (далее – ИН) ($P < 0,05$). Среднегрупповые величины ИН в покое составили 112,7 (85,8; 157,2) у.е. у слабослышащих и 35,9 (22,3; 81,4) у.е. у здоровых легкоатлетов. При проведении АОП значения ИН составили 280,2 (208,7; 437,2) у.е. и 159,7 (64,3; 227,4) у.е. соответственно у легкоатлетов 1 и 2 групп.

Значение ИН характеризует состояние вегетативного тонуса, степень централизации в контроле деятельности ССС. При оптимальной регулирующей функции ВНС управление происходит с участием автономного контура регуляции (синусовый узел, блуждающие нервы и их ядра в продолговатом мозгу). При предъявлении высоких требований к организму, например, при интенсивных физических нагрузках, происходит активация высших, центральных уровней управления (подкорковые центры, кора головного мозга) [2], что сопровождается ростом ИН. Именно такой эффект отмечен у спортсменов со слуховой депривацией. Значимо более высокие показатели ИН у спортсменов 1 группы ($P < 0,05$) указывают на напряжение механизмов регуляции сердечного ритма.

В ортостазе величина ИН значимо повышается как у ДСД, так и у здоровых легкоатлетов. При этом, так же, как и в состоянии покоя, величины ИН у спортсменов 1 группы значимо выше по сравнению со спортсменами 2 группы ($P < 0,05$). Следует отметить, что у ДСД-легкоатлетов величина ИН в ортостазе превышала верхнюю границу нормы, что отражает чрезмерное напряжение регуляторных механизмов и характеризует снижение показателей адапционных резервов организма. Таким образом, адаптация системы кровообращения к смене положения тела в пространстве у спортсменов со слуховой депривацией достигается более высокой ценой и напряжением регуляторных механизмов по сравнению со здоровыми спортсменами.

Отмечено, что в состоянии покоя ДСД-спортсмены отличаются от здоровых сверстников низкими показателями M_0 , вариационного размаха (далее – ВР) (различия значимы, $P < 0,05$). M_0 – наиболее часто встречающаяся длина кардиоцикла, указывает на наиболее вероятный уровень функционирования синусового узла. У глухих легкоатлетов

значения данного показателя составили 0,72 (0,64; 0,79) с, у здоровых легкоатлетов – 0,88 (0,78; 1,03) с. Значимо более высокие величины M_o в группах здоровых спортсменов по сравнению со слабослышащими ($P < 0,05$) свидетельствуют о возрастании активности автономного контура регуляции сердечного ритма. Снижение M_o у спортсменов со слуховой депривацией характеризует умеренные отклонения в функционировании ССС.

Величина ВР отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов. Выявлено значимо более высокое значение ВР у спортсменов 2 группы (0,41 (0,28; 0,50) с) относительно слабослышащих легкоатлетов (0,24 (0,21; 0,28) с, $P < 0,05$), что указывает на повышение активности парасимпатических модулирующих влияний на ритм сердца. Сокращение вариативности кардиоинтервалов у спортсменов с глухотой характеризует снижение вагусной регуляции, повышение активности симпатического звена и усиление централизации управления сердечным ритмом.

Заключение

Проведенный анализ показателей ВСР свидетельствует о росте вариабельности, усилении парасимпатической составляющей и автономного контура регуляции у здоровых легкоатлетов 13–15 лет по сравнению с детьми-инвалидами по слуху, для которых характерно снижение лабильности и увеличение ригидности регуляторных систем.

У здоровых спортсменов в состоянии покоя превалируют парасимпатические модулирующие влияния на ритм сердца, т.е. оптимальное сочетание централизации и автономности систем регуляции. Слуховая депривация определяет специфику реакций адаптации к физическим нагрузкам. У глухих спортсменов адаптационные ресурсы ССС ниже, что подтверждается увеличением активности центрального контура регуляции, снижением показателей M_o и ВР.

Динамика показателей ВСР в ортостазе указывает на большее напряжение регуляторных механизмов и снижение устойчивости ССС и организма в целом к физиологическому стрессу в виде АОП у легкоатлетов со слуховой депривацией по сравнению со здоровыми спортсменами. Таким образом, достоверно установлено, что функциональное состояние ССС и низкий уровень ВР у 13-15-летних глухих легкоатлетов характеризуется угрозой появления дезадаптивных реакций организма.

Практическая значимость

Таким образом, для осуществления комплексного подхода по обеспечению эффективной и безопасной учебно-тренировочной и соревновательной деятельности легкоатлетов со слуховой депривацией необходимы индивидуальная коррекция тренировочного процесса, организация медицинского контроля и профилактическое применение немедикаментозных восстановительных технологий. Выполнение данных условий предоставляет следующие возможности:

- оперативно контролировать и своевременно корректировать тренировочный процесс на основании индивидуальных особенностей функционального состояния каждого ДСД-спортсмена;
- профилактировать возникновение спортивных травм и жизнеугрожающих состояний при выполнении тренировочной и соревновательной нагрузок;
- обеспечить условия для многолетней результативной соревновательной деятельности спортсменов - паралимпийцев.

Список литературы

1. Акулина М. В. Оценка адаптационных возможностей депривированных по слуху школьников подросткового периода //Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2011. – Т. 13. – №. 2.
2. Курамин С. А. Возрастные особенности психофизиологических функций у детей 7-10 лет с нарушением слуха : дис. – Челябинский государственный педагогический университет, 2008.

3. Белова О. А. Состояние опорно-двигательного аппарата у учащихся с нарушением слуховой сенсорной системы и школьников общеобразовательных школ //Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. – 2013. – Т. 15. – №. 1. – С. 3-13.

4. Баевский Р. М., Иванов Г. Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения //Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – №. 3. – С. 108-127.

5. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – 2009.

6. Шаханова А. В., Коблев Я. К., Гречишкина С. С. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов разных видов спорта по данным вариабельности ритма сердца //Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2010. – №. 1.

7. Makivic B., Bauer P. Heart rate variability analysis in sport //Sports Medicine. – 2017. – Т. 6. – С. 326-331.

***Abstract.** Analysis of heart rate variability indicators in hearing-impaired and healthy athletes aged 13-15 years old has been carried out. Healthy athletes are characterized by a more optimal state of regulation mechanisms of cardiac rhythm with a predominance of parasympathetic effects on the heart rate, i.e. an appropriate combination of centralization and autonomy of regulation systems. It has been reliably established that auditory deprivation determines the specifics of the reactions of adaptation to physical performances and tension of regulatory mechanisms.*

***Keywords:** regulatory systems; heart rate; stress index; hearing-impaired athletes.*

Влияние поведенческих паттернов теннисисток на эффективность соревновательной деятельности

Кабанов Д.Ю., dmitrykabanov00@mail.ru

ЦСТуСК Москомспорта, Москва

***Аннотация.** В статье приводятся описание исследования, демонстрирующего взаимосвязь поведенческих паттернов теннисисток и результативности соревновательной деятельности. Выявлено существование паттернов, положительно, нейтрально и деструктивно влияющих на успешность игры.*

***Ключевые слова:** теннис, поведенческие паттерны*

Введение

Сложности с реализацией психологической подготовки спортсменов, вероятно, во многом могут быть связаны с нехваткой специфических методов диагностики, в частности, оценки поведения спортсменов в ходе выполнения сугубо спортивной деятельности.

Прибегая к оценке соревновательной деятельности в теннисе, специалисты, в основном концентрируются на анализе непосредственной игры наблюдаемых ими спортсменов, то есть самих розыгрышах (чистом времени). При этом, анализируя теннис с психологической точки зрения, необходимо уделять особое внимание феномену, так называемого, “мёртвого времени” – меж-игровым интервалам, в которых игра отсутствует вовсе. В этом психологически значимом временном промежутке происходит оценка сложившейся ситуации, переживание только что сложившегося результата, регуляция текущего состояния, а также планирование следующего розыгрыша [1, 2].

Ранее, изучая теннисные матчи, Whittaker и др. [3] выделили ряд видов проигрышного и выигрышного поведения теннисистов. Развивая это направление исследований, мы предположили, что различные поведенческие паттерны могут приводить к сохранению, улучшению или ухудшению соревновательного результата.

У хорошо психологически подготовленных теннисистов в “мёртвое время”, за короткие 20-25 секунд, отведенных правилами, игрок может сохранять концентрацию внимания на значимых объектах (противник, мяч, собственное состояние, план), проявлять конструктивные стратегии самоподдержки, использовать техники саморегуляции, управлять собственными мыслями и внутренним диалогом, планировать следующий розыгрыш. Однако, зачастую, в этом значимом временном промежутке, на фоне переживаний несоответствия между происходящим и желаемым, спортсмены могут проявлять деструктивные паттерны: неконтролируемо расплёскивать эмоции, коря себя за допущенную ошибку, концентрироваться на нерелевантных объектах (погодные условия, световые вспышки, поведение зрителей и т.д.), конфликтовать с участниками соревнования (судья, противник, тренер, родитель) и т.д. [2].

Рассматривая проблему в контексте спортивной психологии, большое значение имеет способность выявлять у спортсменов их личностный репертуар поведенческих паттернов, проявляющихся в сугубо спортивных стрессовых ситуациях. Учитывая всё вышеперечисленное, было принято решение о создании метода оценки поведенческих паттернов теннисистов и их эффективности в рамках тренировочно-соревновательной деятельности.

Методы

В текущем исследовании приняли участие 9 женщин, входящих в 120 WTA от 18 до 29 лет, у которых в общей сложности было проанализировано 30 соревновательных матчей в

рамках турниров WTA International и WTA Premier, то есть, в среднем, было изучено по 3,3 матча на каждую исследуемую спортсменку.

Следует отметить, что все полученные данные в настоящем исследовании собраны в рамках игр одиночного разряда (матчи 1 на 1 при непосредственном присутствии на турнире) при помощи метода стороннего наблюдения соревновательных матчей с параллельной фиксацией демонстрируемых поведенческих паттернов игроков и соотношения их со спортивной результативностью.

Протокол фиксации данных формировался и отработывался заблаговременно в рамках анализа онлайн матчей теннисистов-профессионалов, в рамках непосредственного присутствия на матчах ATP, ITF и WTA туров и в ходе проведения тренировочных сборов в общей сложности в течение одного года.

Результаты

В результате проведённой работы стало понятно, что поведенческие паттерны игроков влияют на соревновательную успешность. Одни и те же паттерны могут приводить к различным соревновательным исходам как у разных игроков, так и у одного конкретного игрока в различных текущих состояниях и стадиях матча, но, в целом, представляется возможным выделить конструктивные, деструктивные и нейтрально влияющие паттерны.

При этом, было выявлено, что некоторые поведенческие паттерны имеют не только краткосрочный эффект, но также и пролонгированный эффект, длящийся иногда по несколько геймов, что, кстати, представляет особый интерес для дальнейшей психологической работы со спортсменом.

Обсуждение результатов

Следует отметить, что, по всей видимости, существуют паттерны поведения, влияющие, на большинство представителей вида спорта примерно одинаково. Например, регулярное самоодобрение благосклонно влияет на соревновательную результативность игрока. С другой стороны, в свою очередь, поведение, при котором у игроков происходило уменьшение временного ритуализированного интервала – в большинстве случаев приводило к неудачам. Данный паттерн заключается в укорочении временного интервала подготовки игрока к следующему розыгрышу по сравнению с обычно затраченным временем. Также деструктивные последствия фиксировались после паттернов: “отвлечение”, “махание головой в горизонтальной плоскости”, “удар мяча” и др.

Стоит также обратить внимание, что в рамках соревновательных матчей были выявлены паттерны с различным уровнем внутреннего контроля, проявляемого самим игроком. В тех случаях, когда проявляемые паттерны были некими автоматическими реакциями на сложившуюся ситуацию, не предполагая внутри себя контролируемый компонент, применение конкретной стратегии для выполнения определённых текущих/будущих задач – происходило, зачастую, понижение спортивной результативности. В свою очередь, паттерны, имеющие контролируемый компонент – обычно, приводили к более стабильному и осознанному внутреннему состоянию, меньшим скачкам уровня возбуждения и более чёткому алгоритму дальнейших подготовительных действий, что в конечном счёте приводило в итоге к увеличению результативности.

Выводы

1. С опорой на теоретические данные и проведённую практическую работу, видится чрезвычайно важным аспект психологической подготовки, связанный с постановкой акцента на поведенческом аспекте тренировочно-соревновательной деятельности у игроков;
2. Необходимо подбирать, обучать и закреплять положительные поведенческие паттерны спортсмена на различные стрессовые соревновательные события;

3. Победное поведение закрепляет успех и увеличивает вероятность его повторения;
4. Превращение спонтанных неконтролируемых поведенческих реакций в осознанные стратегии позволяет достигать более эффективного соревновательного результата.

Список литературы

1. Гиссен, Л. Д. Психология и психогигиена в спорте / Л.Д. Гиссен - М. : ФиС, 1973.
2. Гушин, В.И., Эти ключевые 20 секунд. Поведенческие аспекты и их влияние на результат теннисиста / В.И. Гушин, Д.Ю. Кабанов // Теннис. – 2018. - № 10 (80), С. 54-55.
3. Whittaker S.A. Nonverbal Communication of Winning and Losing in Tennis. University of Washington 1980.

Стабилометрические и электромиографические характеристики равновесия и устойчивости у занимающихся зимним футболом

Капилевич Л.В.^{1,2,3}, доктор мед.наук, профессор, kapil@eandex.ru

Ильин А.А.³, канд.пед.наук, доцент, sport@tusur.ru

Гаевая Ю.А.¹, аспирант, gaevaya_01.01@mail.ru

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет

³Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Томск

Аннотация. Изучены стабилометрические и электромиографические характеристики равновесия и координации у студентов, занимающихся зимним футболом. Показано, что у игроков различных специализаций («футбол» и «зимний футбол») сформированы различные, в значительной степени противоположные двигательные стереотипы межмышечной координации при выполнении удара по мячу в привычных им условиях. При повторении данного действия в непривычных условиях мы наблюдаем искажение стереотипа, при чем если у игроков специализации «футбол» оно лишь частичное, то у игроков специализации «зимний футбол» на обычной поверхности двигательный стереотип дезорганизуется практически полностью. Тренировка студентов двух изученных специализаций должна проводиться в различных условиях и реализовывать различные стратегии, в частности – должна быть направлена на развитие различных мышечных групп. Так же с осторожностью нужно применять в учебно-тренировочном процессе выполнение ударов в непривычных условиях, так как это может сопровождаться отрицательным переносом навыков и снижать эффективность игровой деятельности спортсменов.

Ключевые слова: студенты, зимний футбол, стабилометрия, электромиография, координация.

Введение

Игра в зимний футбол получила большую популярность в России сравнительно недавно, поэтому научному анализу еще не была подвергнута [2]. Более того, как самостоятельный вид спорта зимний футбол не рассматривался, хотя этот вопрос неоднократно обсуждался. Поэтому характеристики, условия проведения, особенности обучения зимнему футболу можно получить только на основании мониторинга информации об организационном, игровом и педагогическом опыте в России и за рубежом.

В научной литературе, к сожалению, нет теоретических, методических разработок или исследований по зимнему футболу. Анализ имеющейся информации о современном состоянии зимнего футбола позволил нам сделать следующие обобщения [1, 3].

Во-первых, наблюдается значительный разброс в терминологии, характеризующей это понятие: зимний футбол, футбол на снегу, снежный футбол, большой футбол на снегу, мини-футбол на снегу, большой футбол на синтетической поверхности, мини-футбол на синтетической поверхности, пляжный футбол на снегу.

Во-вторых, важной характеристикой, которая была выявлена в ходе проведенного нами мониторинга, является массовость этого вида спорта в России. Кроме профессиональных игроков в футбол, наиболее многочисленными субъектами зимнего футбола являются непрофессионалы. Особого внимания заслуживает анализ развития зимнего футбола среди студентов, вузов, учебных заведений. Зимний футбол в этой среде широко распространен, но пока только как внеучебная форма работы со студентами.

В-третьих, анализ проводимых соревнований по зимнему футболу позволил выявить

тот факт, что в России уже практически сформировалась целостная система соревнований различного уровня. Обобщение данных о числе команд – участников соревнований – позволило нам дать приблизительную оценку их общего количества в России – около 2000 команд различного уровня и состава.

Кроме того, в данном виде спорта еще окончательно не установлены основные его характеристики, такие, как состав команд, время матча, размеры поля, правила игры и т.д. Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что зимний футбол получил широкое распространение в России и оформился в самостоятельную ветвь футбола [2].

Несмотря на популярность зимнего футбола, дальнейшее его развитие в России, а также выделение в отдельный вид спорта пока не определено. Так, в 90-е под эгидой популярных печатных изданий пытались создать Лигу футбола на снегу. Был даже женский Чемпионат России, но это не получило поддержки Федерации. Хотя, возможно, тот факт, что с 2005 года зимний футбол стали развивать в других странах с подобными климатическими условиями, может способствовать его дальнейшему развитию и в России. В Дании, Норвегии и Швеции создана в этих целях Королевская лига. Матчи лиги восемь раз собирали более 10 тысяч зрителей, а это свидетельствует о том, что турнир любители спорта приняли с большим интересом и в Скандинавии есть спрос на "зимний" футбол [2].

Наряду с традиционными подходами к организации учебно-тренировочного процесса зимний футбол предъявляет особые требования к развитию физических качеств и игровых навыков [3, 14]. Выполнение сложных технических действий на скользкой поверхности предъявляет повышенные требования к координации движений [9, 10, 11]. Следовательно, актуальным является физиологический анализ двигательных актов в зимнем футболе [5, 12, 19]. В этом аспекте многие исследователи указывают на стабิโลграфию и электромиографию (ЭМГ) как на информативные и удобные методы [13, 15, 18]. ЭМГ исследование позволяет оценить степень вовлеченности отдельных мышц и мышечных групп в выполнение двигательных действий, характер взаимодействия агонистов и антагонистов, временное распределение мышечной активности [4, 16, 17]. На основе электромиографической характеристики двигательного акта возможно выделить группы мышц, в наибольшей степени вовлекаемые в его выполнение и определить эффективные подходы к организации тренировочного процесса [6, 7, 8].

Цель исследования – изучить стабิโลметрические и электромиографические характеристики равновесия и координации у студентов, занимающихся зимним футболом.

Материалы и методы

Было обследовано 30 мужчин в возрасте 21-25 лет – студентов 3-4 курса: контрольная группа составила 15 человек, занимающихся на специализации футбол; основная группа – 15 человек, занимающиеся на специализации зимний футбол. Стабิโลграфические исследования проводились с использованием компьютерного стабילוанализатора с биологической обратной связью «Стабилан-01-2». Выполнялись тест Ромберга, тест лимита стабильности, опто-кинетический и сенсорно-вестибулярный тесты, а так же тест с ударом по мячу. Последний тест выполнялся дважды – на обычной и скользкой поверхности.

Имитация скользкой поверхности производилась с помощью Слайд-доски GYMSTICK Power Slider 61131-PRO, испытуемые были обуты в кроссовки с гладкой подошвой. При выполнении теста «удар по мячу на скользкой поверхности» испытуемый ставил одну ногу на слайд-доску и выполнял удар по мячу диаметром 10 см, ногой, которой ему более комфортно выполнять данное упражнение. Далее ставил ногу рядом с опорной ногой. Время реализации задания 7 секунд. Тест «удар по мячу на обычной поверхности» выполнялся аналогично на ворсистом покрытии, обеспечивающим хорошее сцепление с обувью.

Для регистрации биоэлектрической активности мышц использовался многофункциональный компьютерный комплекс «Нейро-МВП-4» (производство НПО Нейрософт, г. Иваново, Россия). Исследовалась биоэлектрическая активность икроножных

мышц (медиальная латеральная головка икроножной мышцы), прямой мышцы бедра, длинной приводящей мышцы бедра. Использовались электроды площадью 1 см² и межэлектродным расстоянием 20 мм. Заземляющий электрод располагается на противоположной конечности. Регистрировались максимальная и средняя амплитуда биоэлектрической активности (мкВ), средняя частота (Гц).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета статистического анализа STATISTICA 10.0. Уровень значимости при проверке гипотезы принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности оценивался по Kruskal-Wallis ANOVA test. Данные представлены в виде $X_{cp} \pm SE$.

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом биологического института ТГУ (протокол № 33 от 02 декабря 2019 года).

Результаты

При выполнении теста Ромберга было выявлено, что коэффициент Ромберга у футболистов, занимающихся зимним футболом на 7.6 % выше, чем в контрольной группе. Показатель стабильности в основной группе был на 0,656 % меньше, чем в контрольной группе при закрытых глазах и на 1,1 % выше при открытых глазах. В оптокинетическом тесте было установлено, что длина статокинезиограммы в трёх фазах выше в основной группе на 26,3 % в сравнении с контролем. В то же время в контрольной группе данный показатель был выше на 28,5 мм в фазе движения в горизонтальном положении полос сверху вниз.

В тесте лимита стабильности было показано, что способность удерживать равновесие при наклоне вперёд на 3,9 % выше у студентов контрольной группы, назад и в стороны – выше 1,2% и на 3,9% соответственно у студентов основной группы. Скорость движения общего центра давления выше на 8,3 мм/с у студентов, занимающихся на специализации зимний футбол. Полученные результаты позволяют заключить, что функциональные резервы постуральной системы выше у студентов, занимающихся зимним футболом.

Тест с ударом по мячу выполнялся следующим образом: в центр платформы устанавливался мяч, испытуемый заранее ставил маховую ногу на платформу, ведущая нога находилась вне зоны чувствительности платформы. Далее испытуемый производил отведение ведущей ноги назад и удар по мячу с последующей постановкой ноги на платформу. Результаты тестирования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели стабилотографического теста с ударом по мячу, $\bar{X} \pm se$

Показатели стабилотограммы	Удар по мячу на обычной поверхности		Удар по мячу на скользкой поверхности	
	Студенты специализации «Зимний футбол»	Студенты специализации «Футбол»	Студенты специализации «Зимний футбол»	Студенты специализации «Футбол»
Площадь статокинезиограммы, мм ²	5317,2±418,2	2846,9±217,8 p₁ = 0,0018	15049,8±712,9 p₂ = 0,00027	13178,8±519,7 p₁ = 0,023 p₂ = 0,00021
Длина эллипса, мм	78,7±5,7	45,7±4,9 p₁ = 0,0052	300,4±15,8 p₂ = 0,00073	403,5±17,3 p₁ = 0,012 p₂ = 0,00052
Отношение длины статокинезиограммы к ее площади, 1/мм	0,064±0,012	0,250±0,072 p₁ = 0,0034	0,033±0,009 p₂ = 0,009	0,046±0,007 p₁ = 0,027 p₂ = 0,00017
Показатель стабильности, %	60,6±5,3	78,4±3,8 p₁ = 0,032	26,6±2,7 p₂ = 0,0057	32,2±3,5 p₁ = 0,024 p₂ = 0,0044

Ширина эллипса , мм	147,8±11,2	112,9±9,7 p₁ = 0,036	341,4±21,5 p₂ = 0,0017	439,7±32,9 p₁ = 0,041 p₂ = 0,0011
---------------------	------------	---	---	---

Примечание: Достоверность различий между группами: p₁ – между показателями выполнения одного типа удара студентами разных специализаций; p₂ – между показателями выполнения удара на обычной и скользкой поверхности студентами одной специализации.

Результаты ЭМГ исследований представлены в таблице 2. Максимальная амплитуда ЭМГ длинной приводящей мышцы бедра при выполнении удара по мячу была выше на 56% в случае обычной поверхности в сравнении со скользкой в группе «зимний футбол» и, напротив, ниже на 42% в группе «футбол». Кроме того, длинная приводящая мышца бедра в группе «зимний футбол» задействована практически вдвое меньше, чем у спортсменов группы «футбол».

Средняя амплитуда ЭМГ длинной приводящей мышцы бедра у спортсменов группы «зимний футбол» на скользкой поверхности была ниже на 68% в сравнении с обычной поверхностью, в группе «футбол» полученные значения также были ниже на скользкой поверхности на 12%. Также достоверные различия были получены и между исследуемыми группами: в группе «футбол» значения амплитуды на скользкой поверхности были выше на 55,5%, чем в группе «зимний футбол», а на не скользкой поверхности, наоборот, ниже на 17,4%.

В группе «зимний футбол» средняя частота ЭМГ длинной приводящей мышцы бедра на скользкой поверхности почти втрое превышала аналогичный показатель на обычной, в группе «футбол» значения средней частоты ЭМГ при выполнении удара на скользкой поверхности были вдвое выше, чем на обычной.

Таким образом, можно сделать вывод, что в группе «футбол» интенсивность сокращения длинной приводящей мышцы бедра намного выше, чем у спортсменов группы «зимний футбол», и зависит от условий выполнения удара по мячу – скользкая поверхность вызывает значительное повышение напряжения в исследуемой мышце.

Максимальная и средняя амплитуда ЭМГ прямой мышцы бедра у спортсменов, занимающихся зимним футболом, были достоверно выше (на 18-20% и 40-55% соответственно), чем в группе игроков в футбол при выполнении удара как на скользкой, так и на обычной поверхности. Также в обеих группах было отмечено, что на скользкой поверхности величины максимальной и средней амплитуды ЭМГ прямой мышцы бедра достоверно выше, чем на не скользкой.

Результаты анализа средней частоты биоэлектрической активности прямой мышцы бедра у спортсменов групп «футбол» и «зимний футбол» показали, что в группе «зимний футбол» частота ЭМГ практически не различается при выполнении ударов на скользкой и не скользкой поверхностях, зато в группе «футбол» средняя частота на скользкой поверхности значительно ниже, чем на не скользкой. При этом достоверные различия были выявлены между группами: в группе «футбол» на скользкой поверхности средняя частота была значительно ниже, чем в группе «зимний футбол» (на 31,2%), а на не скользкой, наоборот, на 19,4% выше.

Следует отметить, что у спортсменов группы «футбол» на обычной поверхности прямая мышца бедра почти не вовлечена в процесс удара по мячу, а скользкая поверхность в этом случае является для них дестабилизирующим фактором.

Далее оценивалась биоэлектрическая активность икроножной мышцы у спортсменов групп «футбол» и «зимний футбол» при выполнении удара по мячу на скользкой и на обычной поверхностях. Максимальная амплитуда сокращения медиальной головки икроножной мышцы в обеих группах на скользкой поверхности была примерно в два раза выше, чем на обычной. Достоверные различия между группами были отмечены только на скользкой поверхности. Аналогичные закономерности отмечались и в значениях средних амплитуд ЭМГ.

Средняя частота биоэлектрической активности медиальной головки икроножной мышцы бедра у спортсменов также имела следующие закономерности в исследуемых группах: в группе «зимний футбол» на скользкой поверхности ее значения были на 20% выше, чем на не скользкой; в группе «футбол» наблюдалась обратная закономерность: на скользкой поверхности средняя частота ниже на 30%, чем на не скользкой.

Таблица 2. Показатели биоэлектрической активности мышц при выполнении ударов по мячу $X_m \pm SE$

Показатели электромиограммы	Удар по мячу на обычной поверхности		Удар по мячу на скользкой поверхности	
	Студенты специализации «Зимний футбол»	Студенты специализации «Футбол»	Студенты специализации «Зимний футбол»	Студенты специализации «Футбол»
Максимальная амплитуда биоэлектрической активности, мкВ				
Длинная приводящая мышца бедра	9483,3±57,9	16509,1±549,7 <i>p₁ < 0,01</i>	7981,8±112,79 <i>p₂ < 0,05</i>	18111,8±266,2 <i>p₁ < 0,001</i>
прямая мышца бедра	11857,5±372,6	9448,8±83,14	12683,8±205,7	10587,8±157,9
медиальная головка икроножной мышцы	7830,8±56,3	7768,8±105,4	14518,5±72,2 <i>p₂ < 0,001</i>	13505,6±89,9 <i>p₂ < 0,001</i>
латеральная головка икроножной мышцы	9575,5±245,1	26410,0±747,4 <i>p₁ < 0,01</i>	11564,8±112,0	20177,1±551,8 <i>p₁ < 0,05</i>
Средняя амплитуда биоэлектрической активности, мкВ				
Длинная приводящая мышца бедра	2483,1±49,9	2050,6±17,6 <i>p₁ < 0,05</i>	795,3±22,1 <i>p₂ < 0,001</i>	1789,1±32,9 <i>p₁ < 0,01 p₂ < 0,01</i>
прямая мышца бедра	2238,0±25,9	571,8±13,7 <i>p₁ < 0,001</i>	2288,5±27,5	1348,1±22,1 <i>p₁ < 0,001</i>
медиальная головка икроножной мышцы	2634,5±29,2	492,6±27,1 <i>p₁ < 0,001</i>	1399,5±14,0 <i>p₂ < 0,001</i>	619,0±13,5 <i>p₁ < 0,001</i> <i>p₂ < 0,01</i>
латеральная головка икроножной мышцы	2361,5±33,4	2892,8±42,3 <i>p₁ < 0,05</i>	995,1±19,5 <i>p₂ < 0,001</i>	879,1±21,8 <i>p₁ < 0,05</i> <i>p₂ < 0,001</i>
Средняя частота биоэлектрической активности, Гц				
Длинная приводящая мышца бедра	14,6±0,5	68,7±3,2 <i>p₁ < 0,001</i>	41,9±2,2 <i>p₂ < 0,001</i>	112,4±12,4 <i>p₁ < 0,001 p₂ < 0,001</i>
прямая мышца бедра	79,4±5,1	98,5±9,4 <i>p₁ < 0,01</i>	75,7±7,8	52,1±1,4 <i>p₁ < 0,01 p₂ < 0,01</i>

медиальная головка икроножной мышцы	51,4±3,1	68,8±2,2 <i>p₁ < 0,01</i>	65,5±5,7 <i>p₂ < 0,05</i>	40,0±7,8 <i>p₁ < 0,001</i> <i>p₂ < 0,05</i>
латеральная головка икроножной мышцы	315,4±17,4	102,1±18,5 <i>p₁ < 0,001</i>	117,8±21,4 <i>p₂ < 0,001</i>	220,3±12,9 <i>p₁ < 0,001</i> <i>p₂ < 0,001</i>

Примечание: Достоверность различий между группами: p_1 – между показателями выполнения одного типа удара студентами разных специализаций; p_2 – между показателями выполнения удара на обычной и скользкой поверхности студентами одной специализации.

Обсуждение результатов

Из представленных стабиллографических данных видно, что на обычной поверхности студенты специализации «Футбол» выполняют удар более скоординировано в сравнении с основной группой, лучше удерживают равновесие. При ударе на скользкой поверхности мы видим противоположную тенденцию – в этом случае студенты основной группы оказываются более приспособленными к условиям выполнения двигательного действия, что отражается в характеристиках стабиллограммы.

В нестабильных условиях скользкой поверхности при выполнении спортсменами удара по мячу медиальная головка икроножной мышцы подвержена повышенной нагрузке и испытывает значительное напряжение.

Максимальная амплитуда биоэлектрической активности латеральной головки икроножной мышцы в обеих группах не различались при выполнении ударов на скользкой и на обычной поверхности. При этом в группе «футбол» данный показатель в 2 - 2,5 раза выше в обоих типах ударов в сравнении с группой «зимний футбол». В то же время средняя амплитуда латеральной головки икроножной мышцы у спортсменов группы обеих групп при выполнении удара на скользкой поверхности была в 2,5-3 раза ниже, чем на обычной.

При выполнении удара по мячу средняя частота биоэлектрической активности латеральной головки икроножной мышцы бедра у спортсменов группы «зимний футбол» на не скользкой была в три раза выше, чем на скользкой. При этом в группе «футбол» мы наблюдали противоположную закономерность на скользкой поверхности частота ЭМГ была вдвое выше, чем на не скользкой. Полученные результаты свидетельствуют о большем вовлечении в процесс выполнения удара по мячу латеральной головки икроножной мышцы у спортсменов, занимающихся футболом.

Полученные результаты свидетельствуют, что навыки выполнения сложно координированных двигательных действий на скользкой поверхности связаны с формированием специфических двигательных стереотипов и не переносятся на удары, выполняемые на стандартной поверхности. Для формирования точности выполнения ударов в зимнем футболе требуются специальные тренировочные программы.

Полученные результаты позволяют определить основные закономерности организации работы мышц ударной ноги при выполнении ударов по мячу футболистами в зависимости от специализации и условий реализации двигательного действия.

У игроков специализации «футбол» при выполнении удара по мячу внутренней стороной стопы в обычных условиях наблюдается выраженная дифференциация активности мышц ноги – преимущественно в выполнение движения вовлекаются длинная приводящая мышца бедра и латеральная головка икроножной мышцы. На скользкой поверхности данная закономерность сохраняется, однако дифференциация становится менее выраженной – активность прямой мышцы бедра и медиальной головки икроножной мышцы возрастают в сравнении с обычной поверхностью.

У игроков специализации «зимний футбол» закономерность распределения мышечной активности принципиально иная. При выполнении удара на скользкой поверхности преимущественно вовлекаются прямая мышца бедра и медиальная головка икроножной мышцы, тогда как при выполнении удара на обычной поверхности различия в активности всех исследуемых мышц практически полностью сглаживаются.

Выводы

1. У игроков различных специализаций («футбол» и «зимний футбол») сформированы различные, в значительной степени противоположные двигательные стереотипы межмышечной координации при выполнении удара по мячу в привычных им условиях. При повторении данного действия в непривычных условиях мы наблюдаем искажение стереотипа, при чем если у игроков специализации «футбол» оно лишь частичное, то у игроков специализации «зимний футбол» на обычной поверхности двигательный стереотип дезорганизуется практически полностью.

2. Тренировка студентов двух изученных специализаций должна проводиться в различных условиях и реализовывать различные стратегии, в частности – должна быть направлена на развитие различных мышечных групп. Так же с осторожностью нужно применять в учебно-тренировочном процессе выполнение ударов в непривычных условиях, так как это может сопровождаться отрицательным переносом навыков и снижать эффективность игровой деятельности спортсменов.

Список литературы

1. Ильин А.А., Андреев В.И., Исакова Г.С. Зимний футбол как средство физического воспитания студентов технического вуза // Теория и практика физической культуры. 2008. №7. С. 24–28.
2. Ильин А.А., Марченко К.А., Капилевич Л.В. Состояние и перспективы развития зимнего футбола в регионах России // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 369. С. 151-153.
3. Исмиянов В.В, Рыбина Л.Д. Зимний мини-футбол как средство физического воспитания студентов / Учебное пособие для тренеров, преподавателей и студентов всех специальностей – Иркутск, 2012. – 81с.
4. Прянишникова О.А., Городничев Р.М. Спортивная электронейромиография // Теория и практика физической культуры. –2005. – № 9 – С. 6-12.
5. Behan, F.P., Willis, S., Pain, M.T.G., Folland, J.P. Effects of football simulated fatigue on neuromuscular function and whole-body response to disturbances in balance // Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 2018, 28(12), P. 2547-2557.
6. Campa, F., Piras, A., Raffi, M., Toselli, S. Functional Movement Patterns and Body Composition of High-Level Volleyball, Soccer, and Rugby Players // Journal of sport rehabilitation/ 2019, 28(7), p. 740-745.
7. Del Bel, M.J., Fairfax, A.K., Jones, M.L., Steele, K., Landry, S.C. Effect of limb dominance and sex on neuromuscular activation patterns in athletes under 12 performing unanticipated side-cuts // Journal of Electromyography and Kinesiology. 2017, 36, P. 65-72.
8. Hammami, M., Gaamouri, N., Shephard, R.J., Chelly, M.S. Effects of Contrast Strength vs. Plyometric Training on Lower-Limb Explosive Performance, Ability to Change Direction and Neuromuscular Adaptation in Soccer Players // Journal of strength and conditioning research. 2019, 33(8), P. 2094-2103.
9. Kapilevich L.V., Guzhov F.A., Bredikhina Yu.P., Il'in A.A. Physiological mechanisms to ensure accuracy and coordination of movements under conditions of unstable equilibrium and moving target (the case of strikes in sports karate) // Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury. 2014, 12, P.22-24.

10. Kapilevich L.V., Koshelskaya E.V., Krivoschekov S.G. Physiological basis of the improvement of movement accuracy on the basis of stabilographic training with biological feedback. *Human Physiology*. 2015, V.41, 4, P.404-411
11. Kapilevich, L.V. Physiological mechanisms of motor coordination in athletes in unsupported position // *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. 2012, 7, P. 45-48.
12. Kapilevich, L.V., Guzhov, F.A., Bredikhina, Yu.P., Il'in, A.A. Physiological mechanisms to ensure accuracy and coordination of movements under conditions of unstable equilibrium and moving target (the case of strikes in sports karate) // *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. 2014, 12, P. 22-24.
13. Montini, M., Felici, F., Nicolò, A., Sacchetti, M., Bazzucchi, I. Neuromuscular demand in a soccer match assessed by a continuous electromyographic recording // *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2017, 57(4), P. 345-352.
14. Murtagh, C.F., Nulty, C., Vanrenterghem, J. et.all. The neuromuscular determinants of unilateral jump performance in soccer players are direction-specific // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2018, 13(5), P. 604-611.
15. Nagornov M.S., Davlet'yarova K.V., Il'in A.A., L.V. Kapilevich. Physiological features of shot technique of football players with musculoskeletal disorders // *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*, 2015, 7, P.8–10.
16. Oliver, J.L., De Ste Croix, M.B.A., Lloyd, R.S., Williams, C.A. Altered neuromuscular control of leg stiffness following soccer-specific exercise // *European Journal of Applied Physiology*. 2014, 114(11), P. 2241-2249.
17. Roth, R., Donath, L., Zahner, L., Faude, O. Muscle activation and performance during trunk strength testing in high-level female and male football players // *Journal of Applied Biomechanics*. 2016, 32(3), P. 241-247.
18. Schuermans, J., Danneels, L., Van Tiggelen, D., Palmans, T., Witvrouw, E. Proximal Neuromuscular Control Protects Against Hamstring Injuries in Male Soccer Players: A Prospective Study with Electromyography Time-Series Analysis during Maximal Sprinting // *American Journal of Sports Medicine*. 2017, 45(6), P. 1315-1325.
19. Thierfelder, K.M., Gerhardt, J.S., Gemescu, I.N. e.a. Imaging of hip and thigh muscle injury: a pictorial review // *Insights into Imaging*. 2019, 10(1), P. 20-27.

Исследование базовых двигательных стереотипов и моторного контроля движения в подготовке юных спортсменов

Касаткин В.Н.^{1,2}, доктор мед. наук, проф., kasatkinv@bk.ru

Андреева А.М.¹, канд. биол. наук, moymio@yandex.ru

Худякова М.В.³, mariya.kh@gmail.com

¹ГКУ «ЦСТуСК» Москомспорта, Россия, Москва

²ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» ЛРНЦ «Русское поле», Россия, Москва

³НИУ ВШЭ, Россия, Москва

***Аннотация.** В исследовании представлена классификация видов спорта относительно сложности моторного контроля, учитывающая характер движений и взаимодействие со средой спортсмена в конкретном виде спорта. Соотнесение качества сформированности базовых двигательных стереотипов юных спортсменов и сложности двигательных задач в конкретном виде спорта, вероятно, важно для повышения качества моторного контроля и скорости автоматизации движений юных спортсменов.*

***Ключевые слова:** базовые двигательные стереотипы, моторный контроль, юные спортсмены, классификация видов спорта, онтогенез*

Введение

Эволюционно базовые двигательные стереотипы формировались при взаимодействии организма со средой. Наиболее подходящим термином для определения себя в контексте цели и среды представляется термин «аффорданс», введенный американским психологом Джеймсом Гибсоном, для описания жизнедеятельности животных и людей в заданных экологических условиях [1].

Развитие в ходе онтогенеза движений человека идет с усложнением баланса (праксиса позы) и локомоции. Онтогенез, как известно, есть краткое повторение филогенеза, т.е. человек в процессе индивидуального развития кратко проходит стадии эволюционного развития своих эволюционных предшественников, в частности – развития, усложнения движений, двигательных программ [4]. Базовой функцией двигательной системы человека является праксис позы, постуральный контроль [5]. На сформированный праксис позы надстраиваются однотипные ритмичные локомоции. Следующей вехой усложнения являются сложно-координированные движения, затем – программируемые прерывистые движения.

В ходе эволюции развитие движений соотнесено с ростом сложности взаимодействия человек-среда [4], сначала с помощью предметов и в одиночку, затем в тандеме с соплеменником, позже – в более сложных командных коммуникациях.

Все, что требовалось людям и их предшественникам на охоте, в защите территориальных анклавов, при освоении новых ареалов обитания, находит свое отражение в базовых, эволюционно сформированных моделях двигательного поведения, на которых затем «надстраивается» специальное спортивное поведение. Двигательные стереотипы созданы для адаптивных отношений со средой обитания и, на их основе, как элемент человеческой культуры возникли модели, имитирующие различные формы конкурентного взаимодействия, обобщенно называемые спортом [2,3,6,7].

Методы

Методы исследования – библиографический поиск, сбор и анализ информации. Анализировалась отечественная и зарубежная литература, научные статьи из периодических изданий, охватывающие вопросы базовых двигательных стереотипов и онтогенеза моторного контроля юных спортсменов.

Результаты

На основе анализа литературы нами разработана классификация видов спорта относительно сложности моторного контроля. Классификация учитывает две характеристики. Первая характеристика: «Характер позы, движений и локомоций» демонстрирует усложнение моторного контроля движения - от однотипной позы – к программируемым прерывистым движениям. Вторая характеристика: «Взаимодействие со средой» показывает усложнение характера стимулов, поступающих из внешней среды - от однотипных условий, требующих минимального внимания – к сложной предметно-социальной среде, обладающей разнообразными манипулятивными свойствами (имитация, обманные движения) и высоким требованиям к наличию групповой стратегии. Обе характеристики соотнесены в единой координатной плоскости, с двумя осями, на пересечении которых выбран ряд видов спорта, в которых в большей степени сочетаются две характеристики из разных осей.

Обсуждение результатов

Исследователи стремились к тому, чтобы внутри классификации в одной клетке не оказалось два похожих вида спорта и получаемый массив данных был бы, с одной стороны, максимально разнообразным, с другой стороны, мог бы продемонстрировать взаимосвязь психо-физических характеристик спортсменов с базовыми двигательными стереотипами в усложняющихся средовых условиях.

Выводы

1. Классификация видов спорта относительно сложности моторного контроля должна учитывать характер движений и взаимодействие со средой спортсмена в конкретном виде спорта.
2. Актуален анализ взаимосвязи психо-физических характеристик спортсмена с базовыми двигательными стереотипами в контексте спортсмен – среда.

Список литературы

1. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию //Пер. с англ. М.: Прогресс. – 1988.
2. Barnett L. M., Ridgers N. D., Salmon J. Associations between young children's perceived and actual ball skill competence and physical activity //Journal of Science and Medicine in Sport. – 2015. – Т. 18. – №. 2. – С. 167-171.
3. Kokstejn J., Musalek M. The relationship between fundamental motor skills and game specific skills in elite young soccer players //Journal of Physical Education and Sport. – 2019. – Т. 19. – С. 249-254.
4. Latash M. L. Neurophysiological basis of movement. – Human Kinetics, 2008.
5. Hulteen R. M. et al. Development of foundational movement skills: A conceptual model for physical activity across the lifespan //Sports Medicine. – 2018. – Т. 48. – №. 7. – С. 1533-1540.
6. Ochi S., Campbell M. J. The progressive physical development of a high-performance tennis player //Strength & Conditioning Journal. – 2009. – Т. 31. – №. 4. – С. 59-68.
7. Wibowo R., Nugraha E., Sultoni K. Fundamental Movement Skills and Game Performance in Invasion Game Activities. – 2018.

Базовый рацион питания и включение в него специализированных пищевых продуктов для спортсменов юниоров в парном фигурном катании

Кобелькова И.В.¹, канд. мед. наук, irinavit66@mail.ru

Кешабянц Э.Э.¹, канд. мед. наук, evk1410@mail.ru

Денисова Н.Н.¹, канд. мед. наук, denisova-55@yandex.ru

Кобелькова М.С.¹, kobelkovams@gmail.com

Кумар Н.А.², nayana97@mail.ru

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи, лаборатория спортивной антропологии и нутрициологии, г. Москва, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский Государственный Аграрный Университет - МСХА имени К.А.Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье приводятся данные, показавшие, что не сбалансированный по основным пищевым веществам (белкам, жирам и углеводам) и недостаточный по энергетической ценности рацион питания, несмотря на удовлетворительное удельное потребление белка и высокое – витаминов группы В, не позволяет достигать оптимальной спортивной работоспособности и адекватного восстановления после физических нагрузок. Спортсменке, выступающей в парном фигурном катании, даны рекомендации по оптимизации питания. Коррекция рациона проводится с подбором блюд согласно индивидуальным пищевым предпочтениям.

Ключевые слова: парное фигурное катание, юниоры, девушки, спорт, фактическое питание, специализированные пищевые продукты, биологически активные добавки.

Введение

Данные исследований свидетельствуют о том, что спортсменки сложнокоординационных видов спорта, таких как парное фигурное катание, подвержены риску дефицита макро- и микронутриентов в организме на фоне рациона низкой энергетической ценности [1]. Использование специализированных пищевых продуктов (СПП) и биологически активных добавок (БАД) для спортсменов является одной из мер восполнения возникающих дефицитов витаминов, минеральных веществ и минорных биологически активных веществ, включая флавоноиды. Анализ литературы показал, что результаты исследования фактического питания и включения в него СПП и БАД с конкретными примерами в Российской Федерации не представлены.

Цель исследования

Провести оценку фактического питания, включая потребление СПП и БАД для питания спортсменов, и пищевого статуса по антропометрическим показателям спортсменки, выступающей в молодежной сборной команде России в парном фигурном катании.

Материалы, методы и организация исследования

Анализ фактического питания фигуристки-парницы 17 лет (квалификация - мастер спорта) проведен в предсоревновательный период (сентябрь-октябрь 2020 г.). Данные для сравнения взяты по результатам обследования фигуристок аналогичного возраста и квалификации в апреле 2018 года на сборах в УТЦ «Новогорск», Московская область. Оценку

фактического питания и пищевого статуса проводили согласно разработанным в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» Методическим рекомендациям «Способ диагностики обеспеченности организма человека пищевыми веществами», Москва, 2016 г. [2] Изучение фактического питания проводилось методом 24-часового воспроизведения питания и частотным методом [3, 4, 5]. Исследование антропометрических показателей проводили по стандартной методике. Длину тела (ДТ) определяли с помощью антропометра «Мартина» с точностью до 1 мм; массу тела (МТ) измеряли с помощью электронных медицинских весов ВЭМ-150 (Масса-К, Россия) с точностью до 0,05 кг. Оценку состава тела спортсменов проводили методом биоимпедансометрии (БИА) с помощью программного обеспечения «Looking'Body» на анализаторе «InBody 720» (Южная Корея). Законные представители всех участников исследований были устно проинформированы о программе предстоящего обследования, после чего каждый подписал информированное согласие на добровольное проведение обследования. В соответствии с законом о персональных данных сведения были деперсонифицированы. Исследование проводилось в соответствии со стандартами и было одобрено комитетом по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программ MS Excel.

Результаты

Антропометрические измерения показали, что при массе тела 49,4 кг спортсменка имела индекс массы тела (ИМТ), равный 20,3 кг/м², мышечную массу тела – 21,8 кг, жировую массу тела 9,6 кг (19,6%).

Исследование фактического питания двумя методами показало существенное различие при оценке химического состава (табл. 1).

Таблица 1. Некоторые показатели фактического питания фигуристок по данным 24-часового и частотного методов исследования

Показатель, ед. изм./сутки	24-часовой метод	Частотный метод	Дополнительное потребление с БАД	Фигуристки парницы, М, мин-макс («Новогорск, 2018»)
Энергетическая ценность, ккал	1108	628	62-93	1830 1089-3269-
Белки, г	64	30		83,28 44,7-133,4
Жиры, г	64	26		86,65 43,0-158,7
НЖК, г	23	11		
Холестерин, мг	474	205		
Углеводы, г	63	69	13,6-20,4*	160,39 70,7-277,7
Пищевые волокна, г	5,75	2		
Макро- и микроэлементы				
Na, мг	2507	640	300	
K, мг	1748	1108		
Ca, мг	411	436	51,3	
Mg, мг	199	112	145+5**	
P, мг	858	534	47	
Fe, мг	9,9	5,8	1,25	
Cu, мг			0,1	

Zn, мг			0,5	
Mo, мг			0,1	
Витамины				
А, мкг. рет. экв.	2703	325		
Витамин Е, мг	5,26		10	
В ₁ , мг	0,56	0,29	20	
В ₂ , мг	1,09	0,74	5	
РР, мг	15,7	3,1	50	
С, мг	66,8	51,5	150	
В ₆ , мг	1,5		10	
В ₁₂ , мкг	5,2		5	
Биотин, мкг	38,3		250	
Пантотенат кальция, мг	3,0		11,6	
Фолаты, мг	61		1	
Таурин, мг			200-300*	
L-Аланин, мг			100-150*	
L-Карнитин, мг			100-150*	
Витамин Д ₃ , МЕ			400 +500**	
Флавоноиды: Диосмин, мг			450	
Гесперидин, мг			50	

* Потребление с 2-3 порциями СПП

**Потребление из двух БАД

Обсуждение результатов

Энергетическая ценность рациона фигуристки, выступающей в парном катании, как по данным частотного анализа за предшествующий опросу месяц (включая БАД – 727 ккал/сут.), так и полученная методом 24-часового воспроизведения (1201 ккал/сут.), была крайне невысокой даже с учетом дополнительного потребления специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов. При сравнении с данными аналогичных спортсменок можно видеть, что они сопоставимы с минимальными показателями из полученных ранее (спортсменка с массой тела 33 кг).

Потребление белков при анализе методом 24-часового воспроизведения составило 23,1%, а 24-часового воспроизведения - 18,8%, жиров – 52,2% и 37,3% и углеводов – 22,7% и 43,8% соответственно, тогда как для спортсменов сложно-координационных видов спорта рекомендуется соотношение 15%, 20-25% и 60-65% по калорийности соответственно [1, 6]. В структуре рациона отмечается потребление выше рекомендуемых величин белка и жира у всех обследованных спортсменок. В группе, условно названной «Новогорск» распределение по калорийности рациона белков, жиров и углеводов составило 18,2%, 35,1% и 42,6%, что так же было не оптимальным. При этом удельное потребление белка было на уровне 1,3 г/кг массы тела в сутки, что является достаточным для поддержания мышечной массы спортсменки.

Отмечено крайне низкое поступление с рационом пищевых волокон (2-5,8 г/сутки), и отсутствие их в составе потребляемых СПП и БАД.

Анализ потребления с базовым рационом микронутриентов показал низкий уровень кальция, магния и железа, по сравнению с рекомендуемыми величинами для спортсменов сложно-координационных видов спорта [1, 6]. Соотношение в рационе Са:Р составило 1:1,6 и 1:2, что во втором случае неблагоприятно с точки зрения риска развития остеопороза.

Изучение потребления макро-, микроэлементов и витаминов с биологически активными добавками к пище показало не высокий уровень кальция, железа и магния (несмотря на 4 таблетки магния оротата по 500 мг/сут., где фактическое содержание чистого магния составляет 36,25 мг/табл.), меди, цинка, фолиевой кислоты [7]. Следует отметить высокий уровень потребления с БАД молибдена, витаминов С, В₂, В₁₂, РР (ниацина), Д₃ и крайне высокий – В₁, биотина.

На фоне низкоуглеводного и низкоэнергетического рациона при высоком потреблении витаминов группы В спортсменка отмечает недостаточное восстановление после физических нагрузок.

Выводы

Таким образом, показано, что не сбалансированный по основным пищевым веществам (белкам, жирам и углеводам) и недостаточный по энергетической ценности рацион питания, несмотря на удовлетворительное удельное потребление белка и высокое – витаминов группы В, не позволяет достигать оптимальной спортивной работоспособности и адекватного восстановления после физических нагрузок.

Спортсменке даны рекомендации по оптимизации питания.

Коррекция рациона проводится с подбором блюд согласно индивидуальным пищевым предпочтениям.

Список литературы

1. Питание юных спортсменов. Гольберг Н.Д., Дондуковская Р.Р. - Москва: Советский спорт, 2007.- 236 с. - ISBN 978-5-9718-0235-8.
2. Методические рекомендации «Способ диагностики обеспеченности организма человека пищевыми веществами», Москва, 2016 г. 25 с. <http://www.ion.ru/index.php/2017-06-01-14-20-10/2017-06-01-14-24-14/2016>
3. Методические рекомендации «Способ оценки индивидуального потребления пищи методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания». Москва, 2016 г. 36 с. <http://www.ion.ru/index.php/2017-06-01-14-20-10/2017-06-01-14-24-14/2016>
4. Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Баева В.С. и др. Альбом порций продуктов и блюд. М.: Институт питания РАМН, 1995. 64 с.
5. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. / М. ДеЛи принт, 2002. - 236 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28428487>
6. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации: учеб.-метод. пособие. - М.: Советский спорт, 2007. - 132 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=13602567>
7. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации", М., 2008. – 32 с. <http://docs.cntd.ru/document/1200076084>

Подходы к изучению эмоциональных реакций спортсменов и их влияния на качество выполнения ритмического действия

Ковалева А.В.^{1,2}, канд. биол. наук, a.kovaleva@nphys.ru

Турнаев В.М.², психолог, vtmsportpsy@gmail.com

Касаткин В.Н.², доктор мед. наук, проф., kasatkinv@bk.ru

¹ ФГБНУ «НИИ Нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва

² ГКУ «ЦСТиСК Москомспорта», Москва

Аннотация. Исследование посвящено разработке подхода к моделированию сбивающего воздействия звуковых эмоциональных стимулов на результативность выполнения автоматизированного ритмического действия спортсменами. В процессе эксперимента спортсмены выполняли задание на слухомоторную синхронизацию (удары ладонью под звуки метронома с частотой 60 уд/мин), при этом у них регистрировались вегетативные показатели состояния организма. На этом фоне спортсмены периодически слышали посторонние звуковые стимулы, имеющие либо положительный, либо отрицательный знак эмоциональной окраски. Спортсмены разделились на тех, для кого помеха в виде эмоциональных стимулов оказала выраженное влияние на устойчивость удержания ритма, и на тех, кто был более помехоустойчивым. Низкая помехоустойчивость оказалась связанной с высоким уровнем психоэмоционального напряжения в процессе деятельности.

Ключевые слова: спортсмены, слухомоторная синхронизация, эмоции, вегетативные показатели, психоэмоциональное напряжение.

Введение

В спорте эмоции постоянно сопровождают спортсменов, которые испытывают «мышечную радость», «спортивную злость», «горечь поражения» и «радость победы». Эмоции ярко проявляются в предстартовом состоянии, во время спортивной борьбы, являются важным компонентом в процессе тактического мышления. Эмоции являются одним из механизмов регуляции интенсивности движений, вызывая мобилизацию функциональных резервов организма в экстремальных ситуациях. Это особенно наглядно проявляется в соревновательных условиях, когда результативность выступлений спортсмена превышает его достижения на тренировочных занятиях. Переживание эмоций, нахождение в эмоциональном состоянии, приписывание эмоций другим людям вовлекает разные процессы в головном мозге. Наблюдения за поведением, нейробиологические измерения и субъективные оценки – все это включается в определение эмоционального состояния. В 80-е годы XX века наметился переход от изучения физиологических и психофизиологических механизмов (индикаторов, признаков) отдельных базовых эмоций к рассмотрению эмоций в контексте уровня активации, или силы эмоциональной реакции (arousal) и знака (valence). То есть, эмоции можно представить в виде двухмерной шкалы, на одной из осей координат – знак эмоции (валентность, valence), а на другой – уровень активации (arousal) (Venkatraman et al., 2015; Barrett et al., 2007). Рассел (Russell, 1980; Posner, Russell, Peterson, 2005) показал, что каждую эмоциональную реакцию можно оценить по этим двум категориям. Так, например, страх вызывает высокий уровень активации и негативный знак эмоциональной реакции, удовлетворение – низкий уровень активации и положительный знак. данная модель позволяет уйти от несовершенной и культурно зависимой теории дифференциальных эмоций, однако необходимо учитывать упрощенность такого подхода.

Физиологическая активация, вызванная эмоциями, играет важную роль в подготовке к действиям путем регуляции внутреннего состояния организма, подготавливая его в

специфической ответной реакции на стимул (Mella, Couty, Pouthas, 2010). Показатели активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы используются в психофизиологических исследованиях как индикаторы эмоциональной вовлеченности человека в демонстрируемый материал, степени его психоэмоционального напряжения, уровня активации (arousal). Они позволяют зарегистрировать неосознаваемые процессы и эмоции (Potter, Bolls, 2012). Чаще всего применяются показатели работы сердечно-сосудистой системы, кожная проводимость, частота и амплитуда дыхательных движений.

Эмоциональные переживания и эмоциональная окраска действующих стимулов может значительно изменять субъективное восприятие времени человеком. Люди и некоторые животные способны довольно точно оценивать время в интервалах от миллисекунд до минут. Эта способность сильно зависит от контекста, и в недавних исследованиях было показано влияние эмоций на оценку времени. Более конкретно можно сказать, что эмоционально окрашенное событие обычно расценивается как более длительное, чем нейтральное. Это нарушение в чувстве времени, видимо, связано с колебаниями уровня физиологической активации (Droit-Volet et al., 2004; Droit-Volet&Meck, 2007; Noulhiane et al., 2007).

Таким образом, цель настоящего исследования заключалась в разработке подхода к оценке степени влияния эмоциогенных стимулов как на результат выполнения автоматизированного ритмического действия, так и на функциональное состояние молодых спортсменов.

Методы

В большинстве проанализированных работ в области изучения эмоций, в тех случаях, когда за основу берется теория ключевого аффекта или осевая модель Рассела, используются зрительные и звуковые стимулы из стандартных международных баз (IAPS и IADS). Эти базы содержат большое число стимулов, ранжированных по двум основным категориям: знаку (валентности) и силе (arousal), которые эти стимулы должны вызывать. В качестве стимулов, вызывающих эмоциональные реакции, в настоящей работе предполагается использовать звуковые стимулы. В отличие от зрения, слуховая чувствительность позволяет организмам получать информацию от удаленных источников и из любого направления без необходимости фокусироваться на стимуле. Стимулы выбирались в соответствии с их силой (arousal) и знаком (valence) из международной базы звуковых эмоциогенных стимулов IADS (Bradley& Lang, 2007).

Было отобрано семь стимулов из базы: один нейтральный, который предъявлялся всегда первым, три позитивных и три негативных с высокой силой, которые предъявлялись по очереди.

Субъективная оценка знака и силы воздействия эмоциогенных стимулов производилась при помощи «Шаблона для самоотчета» (Self-Assessment Manikin - SAM) (рис.1). Он был предложен еще в 80-е годы для измерения субъективных оценок (реакций) респондентов (J. Lang 1993), относящийся к осевой модели аффекта, включающей шкалы знака и силы эмоции (J. Russel, 1980).

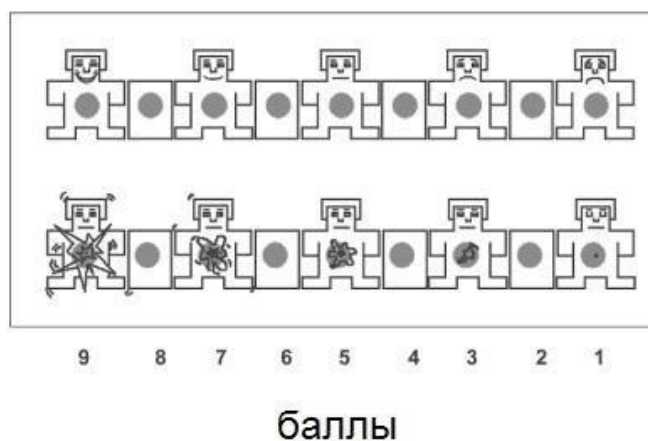


Рисунок 1 - Бланк для субъективной оценки уровня знака эмоции (верхний ряд картинок) и уровня активации (нижний ряд картинок) после просмотра различных изображений (Bradley et al., 1994).

После прослушивания каждого звука спортсмен на бланке отмечал в верхнем ряду изображений тот знак (валентность) эмоции, который вызвал у него данный стимул, а в нижнем ряду – тот уровень активации, который возникал при прослушивании. Отметку (крестик, галочку) респондент мог поставить либо на самой картинке, либо между ними. Затем эта оценка переводилась в 9-тибалльную систему.

Для объективной оценки эмоциональной реакции на выбранные стимулы использовались следующие физиологические показатели:

- Амплитуда пульсовой волны (по фотоплетизмограмме)
- Частота сердечных сокращений (по фотоплетизмограмме)
- Кожная проводимость и число кожно-гальванических реакций
- Амплитуда дыхания
- Частота дыхания
- Периферическая температура.

Одновременная регистрация этих показателей осуществлялась при помощи полиграфа ThoughtTechnology и соответствующего программного обеспечения BiographInfinity.

Исследование процессов тайминга и ритмического праксиса проводилось при помощи программно-аппаратного комплекса сенсомоторной ритмографии (Ковалева и др., 2019). В качестве задания было выбрано удержание ритма 60 уд/мин под звук метронома. Во время выполнения данного задания спортсмену периодически через наушники подавались звуковые эмоциогенные стимулы из базы IADS. Результативность выполнения ритмического действия оценивалась по показателям точности и устойчивости удержания заданного ритма без каких-либо воздействий, а также в условиях помехи в виде звукового эмоциогенного стимула.

Исследование проведено с участием 18 спортсменов разного уровня квалификации (1-й взрослый – 9 человек, кандидат в мастера спорта – 7 человек, мастер спорта – 2 человека) и разных видов спорта (легкая атлетика – 5 человек, плавание – 11 человек, теннис – 2 человека). Средний возраст – 15.76 ± 2.25 лет (от 13 до 21 года), 10 девушек и 8 юношей.

Результаты

Полученные в исследованной выборке спортсменов субъективные оценки знака и силы воздействия эмоциогенных стимулов показывают, что в целом спортсмены склонны переоценивать знак негативных стимулов и недооценивать знак позитивных стимулов, при этом они недооценивают силу воздействия всех стимулов, если сопоставлять их оценки со стандартными из базы IADS.

При воздействии эмоциогенных стимулов вариация длительности интервалов значимо увеличивается (рис. 2). В промежутках между стимулами этот показатель восстанавливается,

но исходного уровня не достигает. Фоновые показатели точности у спортсменов высоки, значение ошибки практически не отличаются от нуля. Воздействие посторонних, эмоционально нагруженных звуков приводит к нарушению точности попадания.

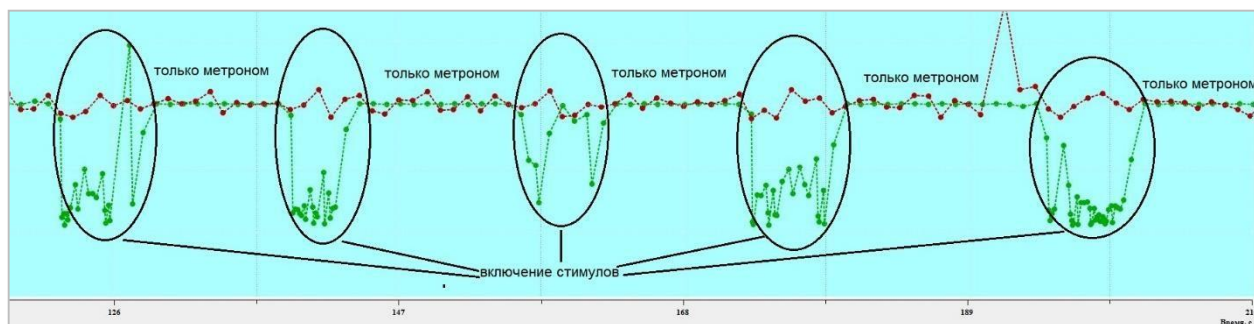


Рисунок 2 - Пример индивидуальной записи спортсмена в процессе выполнения задания на удержание заданного ритма при воздействии сбивающих эмоциогенных стимулов (красным показаны интервалы между ударами спортсмена, зеленым – интервалы между звуками стимула).

На рис. 3 представлен пример вегетативной реакции конкретного спортсмена на некоторые стимулы из тех, которые предъявлялись в процессе выполнения ритмического действия.

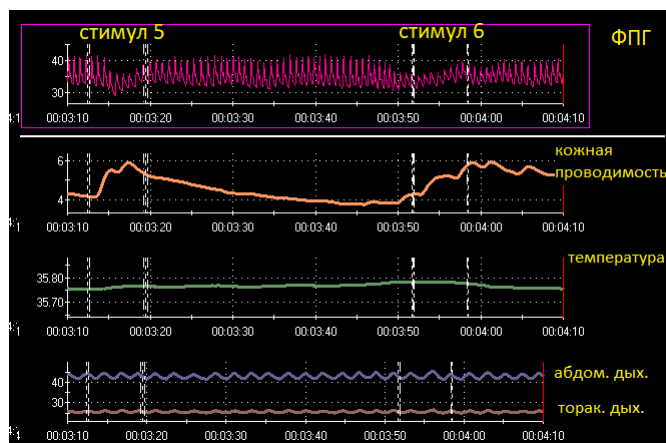


Рисунок 3 - Пример индивидуальной реактивности спортсмена (Пер-ц) на два стимула из набора (стимул 5 и стимул 6).

Хорошо визуально заметные изменения в амплитуде пульсовой волны и кожной проводимости реакции на стимулы оказались не значимы статистически при групповом сравнении. При этом, незаметные изменения амплитуды дыхательных движений продемонстрировали связь с устойчивостью удержания ритма. Вероятно, причиной тому являются значительные межиндивидуальные разбросы значений показателей. Для того, чтобы можно было сравнивать изменения, произошедшие с разными показателями (измеряемыми в разных единицах), полученные данные были нормализованы на фон, то есть было вычислена доля прироста или снижения каждого показателя в момент действия стимула по сравнению с предыдущим состоянием, то есть со значением без воздействия стимулов (стимул/фон).

По динамике отклонения от исходного (фоновое) значения во время действия стимула вариация растет в 2-2.5 раза, а амплитуда обеих составляющих дыхания (брюшного и грудного) снижается. Однако можно отметить, что сбивающий эффект звуковых стимулов был выражен по-разному у разных спортсменов. Спортсмены были разделены на две группы в соответствии с тем, насколько у них сильно растет вариация интервалов между ударами при действии стимулов: группа 1 – менее, чем в два раза ($n=9$), группа 2 – более, чем в два раза ($n=8$).

Анализ ANOVA показал, что фактор «группа» значимо связан с показателем вариабельности ритма сердца SDRR ($F=30.56$, $p<0.001$), кожной проводимости ($F=131.47$, $p<0.001$), амплитудой абдоминального (брюшного) дыхания ($F=5.26$, $p=0.023$). Итак, в группе с выраженным ростом вариации (более, чем в два раза по сравнению с исходным, фоновым значением) во время воздействия стимулов ниже вариабельность ритма сердца, выше показатель кожной проводимости и ниже амплитуда абдоминального дыхания.

Обсуждение результатов

Предложенный подход к оценке влияния эмоциогенного воздействия посторонних стимулов на точность и устойчивость удержания заданного ритма позволяет успешно моделировать ситуацию помехи в результате как чисто сенсорного воздействия, так и в результате изменения внутреннего психоэмоционального состояния спортсмена. Физиологические реакции на действие отвлекающего стимула существенно различаются внутри группы, в результате чего даже визуально заметные на индивидуальных записях изменения (скачки кожной проводимости, прессорные реакции в отношении периферических сосудов (проявляющиеся в виде снижения амплитуды пульсовой волны) нивелируются при статистическом анализе в группе. С связи с этим для выявления связи между устойчивостью удержания ритма и физиологическими проявлениями психоэмоционального напряжения спортсмены были разделены на группы по выраженности сбивающего эффекта от стимула. Оказалось, что более отвлекаемы спортсмены демонстрируют как во время действия стимулов, так и в исходном фоне более выраженные признаки симпатической активации, психоэмоционального напряжения.

Выводы

Результаты представленного исследования демонстрируют эффективность примененного подхода, который позволил смоделировать выполнение спортсменом ритмического автоматизированного действия с одновременным предъявлением ему сбивающих посторонних стимулов, вызывающих эмоциональные реакции. Спортсмены, для которых помеха оказалась более значимой, имели более высокий тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы и связанный с этим уровень психоэмоционального напряжения. В дальнейших исследованиях закономерно применить тренировки с биологической обратной связью для коррекции симпатической активации и стресса с целью повышения помехоустойчивости и результативности спортсменов.

Список литературы

1. Ковалева А.В. и др. Точная количественная оценка слухомоторной синхронизации у детей и взрослых с помощью программно-аппаратного комплекса сенсомоторной ритмографии / А. В. Ковалева, В. Н. Анисимов, А. В. Красноперов и др. // Лечебная физкультура и спортивная медицина. — 2019. — Т. 153, № 3. — С. 24–31
2. Barrett L. F. et al. The experience of emotion // *Annu. Rev. Psychol.* – 2007. – Т. 58. – С. 373-403.
3. Bradley M. M., Lang P. J. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential // *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry.* – 1994. – Т. 25. – №. 1. – С. 49-59
4. Bradley M. M., Lang P. J. The International Affective Digitized Sounds (IADS-2): Affective ratings of sounds and instruction manual // University of Florida, Gainesville, FL, Tech. Rep. B-3. – 2007
5. Droit-Volet S., Brunot S., Niedenthal P. Brief report: Perception of the duration of emotional events // *Cognition and Emotion.* 2004. Vol. 18. № 6. P. 849–858. DOI:10.1080/02699930341000194;

6. Droit-Volet S., Meck W.H. How emotions colour our perception of time // Trends in cognitive sciences. 2007. Vol. 11. № 12. P. 504–513. DOI:10.1016/j.tics.2007.09.008;
7. Lang P. J. et al. Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions //Psychophysiology. – 1993. – T. 30. – №. 3. – C. 261-273;
8. Mella N., Conty L., Pouthas V. The role of physiological arousal in time perception: psychophysiological evidence from an emotion regulation paradigm //Brain and cognition. – 2011. – T. 75. – №. 2. – C. 182-187
9. Noulhiane M. et al. How emotional auditory stimuli modulate time perception //Emotion. – 2007. – T. 7. – №. 4. – C. 697
10. Posner J., Russell J. A., Peterson B. S. The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology //Development and psychopathology. – 2005. – T. 17. – №. 3. – C. 715-734
11. Potter R. F., Bolls P. Psychophysiological measurement and meaning: Cognitive and emotional processing of media. – Routledge, 2012
12. Russell J.A. A circumplex model of affect //J of personality and social psychology. – Vol. 39. – N.6. – pp.1161-1178. – 1980.
13. Venkatraman V. et al. Predicting advertising success beyond traditional measures: New insights from neurophysiological methods and market response modeling //Journal of Marketing Research. – 2015. – T. 52. – №. 4. – C. 436-452.

Механизмы нарушения эффективности взрослых атлетов

Кожевникова Е.А., Заслуженный мастер спорта по фристайлу, спортивный психолог, схемный терапевт, член ISST. Приглашенный преподаватель Российского Международного олимпийского Университета, Москва, lisaski@mail.ru

Аннотация. Применение допинга и потеря эффективности атлетов может являться результатом раннего форсирования подготовки. Несоответствующая возрасту нагрузка и эмоциональное насилие, как в семье, так и в спорте, влекут за собой формирование у спортсмена дезадаптивных убеждений, комплексного посттравматического синдрома и формирования черт личностных расстройств. Подобные нарушения возможно корректировать методами схемной терапии и развитием осознанности.

Ключевые слова. Ранние дезадаптивные схемы, нагрузка, посттравматическое стрессовое расстройство, избегание, функциональное выступление, элита и почти-элита.

Введение

Проблема неэффективности, элита/почти элита. О системной дисфункции российского спорта свидетельствуют количество допинговых дисквалификаций с 2014г. и общее снижение результативности российских атлетов. Между тем, профессиональное психологическое сообщество предприняло успешные попытки, чтобы понять, спрогнозировать и усовершенствовать процесс эффективного выступления, превратив его в технологический протокол. Были выделены две категории атлетов: элита и почти элита. Элитарный атлет обладает характеристиками, позволяющими получать высокие результаты стабильно, долго и в дискомфортных условиях. Этим он отличается от «просто талантливого» (Gardner & Moore, 2007).

Факторы эффективности. В современном мире с его повышенными требованиями к доходности и эффективности, на спортсменов усилилось давление. Обнаружилось, что просто хорошего технического навыка и высокой функциональной формы недостаточно, для эффективного выступления. Высокий уровень стресса заставляет атлета реагировать защитно и избегательно. Если мы хотим смоделировать оптимальное выступление, нам важно понимать, какие факторы на него влияют:

- достаточный технический навык и функциональная форма;
- соревновательные требования и требования среды;
- личностные характеристики атлета (ранние дезадаптивные схемы атлета и его копинг-стратегии);
- поведенческая саморегуляция (сочетание когнитивных и аффективных, конструктивно/деструктивно влияющих на целенаправленное поведение) (Gardner & Moore, 2007).

Поток. Лучшее выступление – потоковое выступление. Многие авторы (Hardy, Jones, & Gould, 1996; Csikszentmihalyi, 1975; Gould & Udry 1994; Hanin 1978) описывают факторы оптимального выступления в похожих терминах. Ключевые факторы потокового выступления: осознанность, развитый навык, парадокс контроля, передача исполнения телу, полный фокус на процессе, задача самоценна. Преимущества потока: оптимальный фокусный ресурс (Wickens 1980); активация левого «интуитивного» полушария, ответственного за автоматическое исполнение (Pates, Cummings & Maynard 2002); снижение тревоги (Wiggins & Freeman, 2000). Факторы разрушающие поток: дефицит навыка и подготовки, чрезмерное воздействие внешней среды, недостаток мотивации, неоптимальное соревновательное возбуждение, ошибки в выступлении, неадекватный фокус, сомнения, нехватка уверенности в себе и дисфункциональные убеждения, проблемы во внутрикомандном взаимодействии

(Jackson, 1995). Все эти факторы имеют прямое отношение к личностным характеристикам атлета и его поведенческой саморегуляции. И то и другое формируется на протяжении детского и подросткового периодов развития.

Нарушение потребностей, формирование ранних дезадаптивных схем и посттравматического синдрома

Наблюдение за атлетами в тренировочных и соревновательных условиях позволили выявить ряд феноменов, деструктивно влияющих на профессиональную функциональность. Повышенная тревога, страх причинения вреда, избегание стресс-ситуаций, дисфункциональные убеждения о себе, коммуникативные проблемы и дисрегуляция эмоций. Подобные проявления, регистрируемые массово у атлетов разного уровня квалификации, дают основания предполагать наличие пост-травматического фактора и фактора личностных расстройств. Для таких атлетов присущи жесткие ментальные схемы. Это устойчивые когнитивно-аффективные шаблоны, активирующиеся в момент стресса, искажающие восприятие атлета, вызывающие сильные негативные мысли, аффект и избегающее поведение. Они называются Ранними дезадаптивными схемами (Янг и др., 2003), и формируются в условиях нарушения базовых потребностей атлета, при применении к нему эмоционального и физического насилия. Таким образом дисфункциональные личностные и поведенческие паттерны разрушительно влияют на весь цикл спортивной подготовки.

Особенности подготовительной фазы

Сформировать устойчивый навык и обеспечить прирост функциональной формы возможно при последовательном и длительном выполнении тренировочной программы. Атлеты с травматическим опытом и жесткими когнитивными схемами воспринимают здоровую ситуацию как угрожающую и пытаются отрегулировать свои сильные эмоции путем манипуляций с нагрузкой. Избегательные паттерны срабатывают по большей части бессознательно, но это приводит к формированию недостаточности навыка.

Особенности соревновательной фазы

У хорошо тренированного атлета движения регулируются мета-когнитивно. Препятствовать этому процессу может сильный аффект. Любое важное соревнование вызывает тревогу и повышает возбуждение. Для атлет с жесткими когнитивными схемами здоровая соревновательная ситуация видится угрожающей и активирует в нем защитные реакции бей/беги/замри. Сильный аффект и негативное мышление удерживают фокус на внутренних переживаниях, в то время, как внимание должно сконцентрировано на процессе. Стресс-ответ нарушает моторную активность. Атлет может диссоциироваться, потерять ориентацию, может испытывать сильное напряжение или телесное сопротивление. Когда спортсмену страшно, он склонен сознательно гипер-контролировать движение. Во всех случаях нарушаются условия оптимального исполнения – потока.

Особенности пост-соревновательной фазы

Атлет, проиграв, воспринимает это как информацию о навыке, вносит корректировки и сразу возвращается к тренировочному процессу. Атлеты с жесткими схемами для переработки своих сильных переживаний они используют нездоровые копинги: самоизоляцию, переедание, алкоголь, снотворные; стремительно теряют форму и мотивацию им тяжело вернуться к прежним кондициям. Исследования поведенческих проблем (Hayes et al., 1996), подтвердили тотальность и устойчивость избегания, как рефлекса. Часто оно приводит к профессиональной дисфункции и завершению карьеры.

Психологическая поддержка таких атлетов имеет ряд особенностей. Атлеты с опытом физического и эмоционального насилия и выраженной эмоциональной дисрегуляцией боятся идти на контакт, не удерживаются в альянсе и испытывают сильный страх перед эмоциями. По мнению автора, работа по психологической коррекции стоит разделить на два этапа. Вначале атлет устраняет базовую «психологическую безграмотность», решает проблему регуляции эмоций и избегания стресс-нагрузок. Он развивает навыки, относящиеся к сфере осознанности: однонаправленное безоценочное внимание, нереактивность, приверженность. Длительность блока 6-10 недель. На втором этапе атлету предлагается регулярное консультирование, мишенью которого являются ранние дезадаптивные схемы, деструктивно влияющие на мотивацию, тревожность, отношение к себе и к другим, поддерживающих дисфункциональное поведение. Длительность блока 1-1.5 лет в зависимости от степени тяжести характерологических акцентуаций или личностных расстройств.

Выводы

В современном спорте повысился уровень давления на всех системных участников, особенно атлетов. Наблюдения реакциями атлетов в зонах повышенного тренировочного и соревновательного стресса указывают на выраженные признаки эмоциональной дисрегуляции. В основе таких реакций часто лежат ранние-дезадаптивные схемы, сформированные под влиянием психо-травмирующих факторов: эмоционального и физического насилия, тем более вероятного, чем раньше ребенок начал подвергаться высоким нагрузкам. Под влиянием избегающего паттерна атлету трудно выработать требуемые навыки и ментальную прочность. Это снижает результативность и мотивацию, приводит к профессиональной стагнации и преждевременному прерыванию карьеры.

Профилактика профессиональных искажений видится в соблюдении возрастных и гендерных потребностей, отказа от физического и эмоционального насилия на ранних этапах подготовки (до 12 лет), обучении тренеров соответствующим навыкам. Атлеты с выраженным пост-травматическим синдромом и чертами личностных расстройств нуждаются как в специфической поддерживающей коммуникации, способствующей совладанию с трудными состояниями, так и в обучении психо-поведенческим навыкам.

Список литературы

1. Gardner F. L., Moore Z. E. The psychology of enhancing human performance: The mindfulness-acceptance-commitment (MAC) approach. – Springer Publishing Company, 2007.
2. Янг Дж., Вайсхаар М., Клоско Дж. Схема-терапия. Практическое руководство. – Вильямс. 2003.
3. Hardy L., Jones J. G., Gould D. Understanding psychological preparation for sport: Theory and practice of elite performers. – John Wiley & Sons Inc, 1996.
4. Csikszentmihalyi M. a: 1975. Beyond Boredom and Anxiety //San Francisco: Jossey-Bass. – 1980. – Т. 2. – №. 3. – С. 1.
5. Gould D., Udry E. Psychological skills for enhancing performance: Arousal regulation strategies //Medicine & Science in Sports & Exercise. – 1994. № 26. С. 478-485.
6. Hanin, Y. A study of anxiety in sports. In W.F. Straub (Ed.), Sport Psychology: An analysis of athlete behavior. Movement Publications: Ithaca, NY. 1978. С. 236 - 249.
7. Wickens C. D. The Structure of attentional resources. In R. S. Nickerson (Ed.), Attention and performance VIII. Hillsdale, N.J: Erlbaum, 1980. С. 239-257.
8. Pates J., Cummings A., Maynard I. The effects of hypnosis on flow states and three-point shooting performance in basketball players //The Sport Psychologist. – 2002. – Т. 16. – №. 1. – С. 34-47.

9. Wiggins M. S., Freeman P. Anxiety and flow: An examination of anxiety direction and the flow experience //International Sports Journal. – 2000. – T. 4. – №. 2. – C. 78-87.
10. Jackson S. A. Factors influencing the occurrence of flow state in elite athletes //Journal of applied sport psychology. – 1995. – T. 7. – №. 2. – C. 138-166.
11. Hayes S. C. et al. Experiential avoidance and behavioral disorders: A functional dimensional approach to diagnosis and treatment //Journal of consulting and clinical psychology. – 1996. – T. 64. – №. 6. – C. 1152.

Показатели интенсивности физиологических затрат и анаэробного вклада в суммарное энергообеспечение упражнения, рассчитанные по пульсовым суммам работы и восстановления

Козлов А. В.¹, *зл. специалист, 89165363085a@mail.ru*

Якушкин А.В.², *канд. биол. наук, yakushkin.andrey@yandex.ru*

Лаптев А. И.², *канд. пед. наук, laptaleksej@yandex.ru*

Ваваев А. В.¹, *канд. биол. наук, vavaev@sportmedicine.ru*

Юриков Р. В.², *магистр ФК, 89161030020@mail.ru*

Сонькин В. Д.^{1,2,3} *доктор биол. наук, sonkin@mail.ru*

¹ГКУ Центр спортивных инновационных технологий и сборных команд Москомспорта, Россия, Москва

²ФГБОУВО Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Россия, Москва

³ФГБНУ Институт возрастной физиологии РАО, Россия, Москва

Аннотация. 9 спортсменов - велосипедистов (1 разряд, КМС, $18,3 \pm 1,5$ лет), выполнили серию упражнений с предельной мощностью и фиксированной продолжительностью 10, 30, 60, 120 и 360 с. Цель исследования – поиск пульсометрических критериев структуры энергозатрат при напряженной циклической работе.

Ключевые слова: интенсивность упражнения, анаэробный вклад, энергообеспечение работы, энергозатраты.

Введение

Для оценки реальной интенсивности нагрузки (в том числе и нагрузки, которую нельзя измерить эргометрическими методами) необходимы показатели, позволяющие измерять физиологическое напряжение организма при выполнении работы как аэробного, так и анаэробного характера [1].

Один из таких методов оценки интенсивности упражнения - относительная интенсивность энергозатрат, выраженная в единицах максимального метаболического уровня (MMR) [2].

Для определения структуры энергопродукции оценивают вклад анаэробных источников в общее энергообеспечение работы, который рассчитывается как отношение кислородного долга к кислородному запросу упражнения [3,4].

Однако, измерения газообмена требуют дорогостоящего оборудования и специалистов-физиологов высокого уровня. Подобные измерения могут проводиться только в специализированных лабораториях, что существенно сужает доступность этих методов контроля тренировочного процесса.

В полевых условиях в процессе ежедневных тренировок для оценки уровня энергетических затрат упражнения из объективных физиологических показателей можно регулярно регистрировать лишь частоту сердечных сокращений (ЧСС). Но абсолютные значения ЧСС обнаруживают линейную зависимость от уровня производства энергии в аэробном процессе лишь в ограниченной области физических нагрузок, не превышающих значения критической мощности [5].

В настоящее время в практике спорта для оценки интенсивности нагрузки обычно используются абсолютные значения ЧСС, а также методы, основанные на относительных значениях ЧСС, например метод тренировочных импульсов (TRIMPS) [6], метод расчета относительного рабочего прироста ЧСС [7, 8] и метод расчета интенсивности накопления

метода для использования в тренировочной практике, с помощью которого можно было бы оценивать интенсивность упражнения во всем диапазоне доступных человеку нагрузок.

Эта работа посвящена разработке расчетных методов, основанных на измерении ЧСС во время работы и восстановления, с помощью которых было бы возможно оценивать интенсивность нагрузок в диапазоне от уровня относительного покоя до максимальной анаэробной мощности, а также оценивать вклад аэробных и анаэробных источников в общее энергообеспечение работы.

Методы

Экспериментальная работа проводилась на базе ГКЗ «ЦСТиСК» Москомспорта. 9 спортсменов (1 разряд, КМС, возраст – $18,3 \pm 1,5$ лет, вес – 72 ± 2 кг), специализирующихся в BMX (Bicycle MotoX), выполняли в разные дни серию максимальных упражнений на велоэргометре LODE с предельной мощностью и фиксированной продолжительностью 10, 30, 60, 120 и 360 с., с отдыхом 1-2 дня между тестированиями. Максимальные упражнения продолжительностью 10, 30 с спортсмены выполняли в режиме «во всю», остальные предельные упражнения выполнялись с установкой проявить наибольшую производительность, которая им была доступна по состоянию работоспособности на момент тестирования. Перед каждым тестированием спортсмен выполнял стандартную разминку на велоэргометре (мощностью 60 Вт, длительностью 5 мин), после прекращения разминки спортсмен оставался в седле (5 мин), и в это время фиксировались функциональные показатели, принятые в дальнейшем за уровень покоя. Далее начинался максимальный тест. Эргометрические данные фиксировались с учетом инерционной поправки.

Предварительно, за 2-3 дня до начала серии максимальных тестов, каждый спортсмен выполнял рамп тест на велоэргометре для определения МПК: начальная мощность педалирования - 60 Вт, мощность повышалась плавно на 15 Вт за 1 мин, частота вращения 70-75 оборотов. Во всех случаях работа продолжалась до отказа. Отказ фиксировали индивидуально по заявлению испытуемого или при явной невозможности поддерживать заданную интенсивность нагрузки.

Все исследования выполнены с соблюдением норм биомедицинской этики, программа исследования одобрена ЛЭК при ЦСТ и СК Москомспорта (протокол №12 от 27.01.2020г.). Каждый испытуемый перед началом исследования давал письменное информированное согласие на участие во всех предусмотренных процедурах.

В процессе исследования регистрировали потребление кислорода, выделение углекислого газа и легочную вентиляцию с помощью газоанализатора Cortex Metalyzer 3В (Германия), который калибровали непосредственно перед проведением каждого исследования. С помощью кардиомонитора POLAR RS800 (Финляндия) регистрировали ЧСС, усредненную в пятисекундных интервалах. В упражнениях с предельной мощностью и фиксированной продолжительностью измерения проводили в состоянии покоя перед началом работы (5 мин), во время выполнении упражнения и в период восстановления (10 мин). Рассчитывались значения кислородного потребления за время упражнения и величины общего кислородного долга за 10 мин восстановления.

Для определения пульсовой стоимости упражнения регистрировали частоту сердечных сокращений, усредненную в пятисекундных интервалах в течение 5 минут перед началом работы, непосредственно во время работы и в течение 10 минут восстановления. Концентрацию лактата определяли автоматическим анализатором Biosen C-Line (EKF-diagnostic GmbH., Германия) перед упражнением, сразу по окончании работы и далее на 3, 5, 7, 10 мин после окончания работы.

Статистический анализ данных проводился в среде R (версия 3.5.1) и с помощью MS Excel. Для исследования силы связи между показателями был использован корреляционный анализ методом Спирмена. Для сравнения значений показателей MMR и интенсивности физиологических затрат (ИФЗ), вклад анаэробных энергозатрат в общее энергообеспечение (AnE) и вклад анаэробных физиологических затрат (Anfh), был использован парный

двухвыборочный t-тест для средних. Нормальность распределения проверялась методом Шапиро-Уилка и с помощью визуальной оценки гистограмм распределения и их квантиль-квантиль графиков. В случаях ненормального распределения, для сравнения значений показателей АнП был использован T-критерий Вилкоксона.

Кислородный запрос упражнения (л) рассчитывался как сумма кислородного прихода и кислородного долга:

$$\sum RO_2 = \sum VO_2 + O_2D \quad (\text{ф.1}), \text{ где:}$$

$\sum RO_2$ – кислородный запрос упражнения (л); $\sum VO_2$ – кислородный приход упражнения (л); O_2D – кислородный долг упражнения (л);

RO_2 – уровень кислородного запроса (л/мин) рассчитывался как отношение кислородного запроса ко времени работы;

$$RO_2 = \sum RO_2 / t \quad (\text{ф.2}), \text{ где:}$$

$\sum RO_2$ – кислородный запрос упражнения (л); t - время работы

Относительная интенсивность энергозатрат упражнения рассчитывалась как отношение уровня кислородного запроса к МПК спортсмена [2]:

$$MMR = RO_2 / \max VO_2 \quad (\text{ф.3}), \text{ где:}$$

RO_2 – уровень кислородного запроса упражнения (л/мин); $\max VO_2$ – индивидуальный уровень максимального потребления кислорода (л/мин).

Вклад анаэробных энергозатрат (%) в суммарные рассчитывалось как отношение величины кислородного долга к величине кислородного запроса упражнения:

$$\%AnE = 100 \times O_2D / \sum O_2 \quad (\text{ф.4}), \text{ где:}$$

O_2D – кислородный долг упражнения (л); $\sum RO_2$ – кислородный запрос упражнения (л).

$\sum \Delta fh_{tot}$ – суммарная пульсовая стоимость упражнения рассчитывалась как сумма пульсового прихода за время работы и пульсового долга за 5 мин восстановления:

$$\sum \Delta fh_{tot} = \sum \Delta fh_p + \sum \Delta fh_v \quad (\text{ф.5}), \text{ где:}$$

$\sum \Delta fh_p$ - пульсовой приход (уд); $\sum \Delta fh_v$ - пульсового долга за 5 мин восстановления (уд).

Уровень пульсовой стоимости упражнения ($\sum \Delta fh_{tot}$) рассчитывался как отношение суммарной пульсовой стоимости упражнения ко времени работы:

$$\sum \Delta fh_{tot} = \sum \Delta fh_{tot} / t \quad (\text{ф.6}), \text{ где:}$$

$\sum \Delta fh_{tot}$ - суммарная пульсовая стоимость упражнения; t_p - время работы.

Интенсивность физиологических затрат (ИФЗ) за время работы рассчитывалась как отношение уровня пульсовой стоимости упражнения к максимальному приросту частоты сердечных сокращений (пульсовому резерву):

$$ИФЗ = \sum \Delta fh_{tot} / \Delta ЧСС_{max} \quad (\text{ф.7}), \text{ где:}$$

$\sum \Delta fh_{tot}$ – уровень пульсовой стоимости упражнения (уд/мин); $\Delta ЧСС_{max}$ – пульсовой резерв, определенный в рамп-тесте (уд/мин).

Показатель анаэробного вклада в общих физиологических затратах при выполнении упражнения рассчитывался по пульсовым суммам как отношение пульсового долга за 5 мин восстановления к пульсовой стоимости упражнения:

$$An_{fh} = \sum \Delta fh_5 / \sum \Delta fh_{tot}, \quad (\text{ф.8}), \text{ где:}$$

$\sum \Delta fh_5$ - пульсового долга за 5 мин восстановления (уд); $\sum \Delta fh_{tot}$ - пульсовая стоимость упражнения (уд).

В нашем исследовании почти во всех случаях мощность упражнений была выше критической мощности (табл. 2). ЧСС после окончания работы восстанавливалась значительно дольше 5 мин, но наиболее быстрые изменения ЧСС после окончания нагрузки завершались к пятой минуте восстановления, поэтому, пульсового долга рассчитывалась за 5 минут.

Прирост лактата (ΔLa) - разница между максимальной концентрацией лактата и концентрацией лактата в покое, непосредственно перед упражнением;

$$\text{Уровень } \Delta La = \Delta La/t \quad (\text{ф.9}), \text{ где:}$$

t - время работы.

Результаты

В таблице 1 представлены максимальные показатели, полученные в рамп-тесте на велоэргометре:

Таблица 1. Максимальные показатели испытуемых, полученные в рамп-тесте (n=9)

Параметр	Ед. изм.	М ± σ
МПК_{отн}	мл/мин/кг	45,9 ± 7,00
МПК_{абс}	л/мин	3,29 ± 0,49
ЧСС_{max}	уд/мин	188 ± 11
Абс. W_{max}	Вт	296 ± 33
Отн. W_{max}	Вт/кг	4,11 ± 0,35

Примечание: МПК_{отн} – максимальное потребление кислорода, относительные значения; МПК_{абс} – максимальное потребление кислорода, абсолютные значения; ЧСС_{max} – значение максимальной ЧСС, зафиксированной в тесте; Абс. W_{max} – абсолютная максимальная мощность, достигнутая в тесте; Отн. W_{max} – относительная максимальная мощность, достигнутая в тесте.

Показатели, рассчитанные у спортсменов ВМХ (n=9) по пульсовым суммам и по потреблению кислорода в упражнениях различной продолжительности представлены в таблице 2.

Таблица 2. Физиологические и эргометрические показатели в различных режимах работы (n=9)

Показатель	Размерность	Предельная продолжительность упражнения, с				
		10	30	60	120	360
W	Вт	775±111	722±92	561±62	414±53	305±39
Wотн.	Вт/кг	10,72±0,57	10,00±0,6 1	7,78±0,50	5,55±0,58	4,43±0,82
MMR	ед	9,74±2,11	3,87±0,70	2,83±0,63	1,88±0,37	1,35±0,28
ИФЗ	ед	10,26±2,60	4,79±1,08	3,22±0,46	1,94±0,22	1,28±0,11
AnE	%	0,97±0,03	0,91±0,06	0,78±0,03	0,58±0,04	0,31±0,06
Anтн	%	0,96±0,02	0,90±0,06	0,79±0,04	0,64±0,08	0,33±0,04
minVO₂	л	0,316±69	0,336±61	0,345±66	0,333±93	0,326±67
ΣVO₂	л	0,13±0,10	0,51±0,27	1,85±0,33	4,65±0,49	16,46±1,4 9
O₂D	л	4,66±1,09	5,34±1,45	6,42±0,76	6,56±1,031	7,36±2,02
ΣRO₂	л	4,78±1,04	5,85±1,42	8,27±0,85	11,12±1,34	23,82±2,7
ЧСС₀	уд/мин	91±11	93±14	92±15	94±13	94±14
ΣΔfh_p	уд	7±2	21±10	66±15	131±30	483±60
ΣΔfh_в	уд	161±42	201±69	247±61	232±40	238±49
ΣΔfh_{tot}	уд	168±41	222±69	313±69	363±34	721±93
maxLa	ммоль/л	8,83±3,26	15,97±2,7 0	17,56±2,5	16,31±2,94	14,59±2,6 1

Примечание: W – средняя мощность, MMR – относительная интенсивность энергозатрат, рассчитанная по потреблению кислорода ИФЗ – интенсивность физиологических затрат, рассчитанная по пульсовым суммам, AnE – вклад анаэробных энергозатрат в суммарные, рассчитанные по потреблению кислорода, Anтн – вклад анаэробных затрат в суммарные, рассчитанный по пульсовым суммам, minVO₂ – потребление кислорода в состоянии относ. покоя перед стартом, ΣVO₂ – кислородный приход упражнения, O₂D – кислородный долг упражнения, ΣRO₂ – кислородный запрос упражнения, ЧСС₀ – ЧСС в состоянии относ. покоя перед стартом, ΣΔfh_p – пульсовой приход работы, ΣΔfh_в – пульсовой долг, ΣΔfh_{tot} – пульсовая стоимость упражнения, maxLa – максимум накопления лактата

Графики показателей (данные усреднены по группе, n=9), рассчитанных по ЧСС, близко воспроизводят картину изменения показателей, рассчитанных по потреблению кислорода, в зависимости от мощности упражнения, уровня прироста лактата и уровня кислородного запроса (рис. 1):

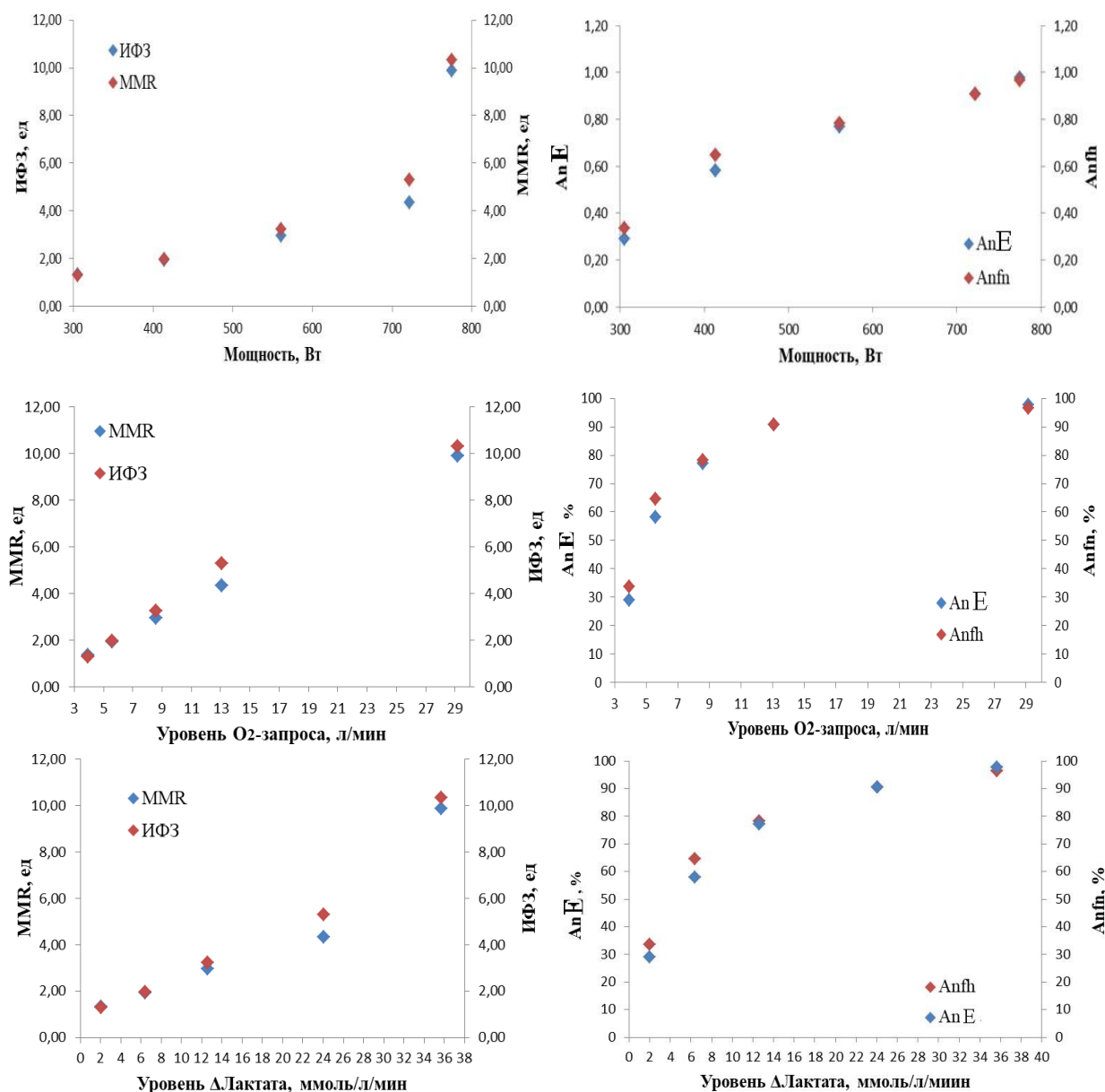


Рисунок 1 - Графики зависимости от мощности упражнения, уровня прироста лактата (ΔLa) и уровня O_2 -запроса показателей относительной интенсивности энергозатрат упражнения (MMR), интенсивности физиологических затрат ИФЗ, вклада анаэробных энергозатрат (AnE) и вклада анаэробных затрат, рассчитанного по пульсовым суммам (Anfh).

На рисунке 2 показаны взаимосвязи между показателями MMR и ИФЗ, AnE и Anfh. Как видно из представленных графиков регрессии, между показателями во всем изученном диапазоне значений имеет место линейная зависимость с высоким коэффициентом детерминации (при $p < 0,05$, $R^2 = 0,99$):

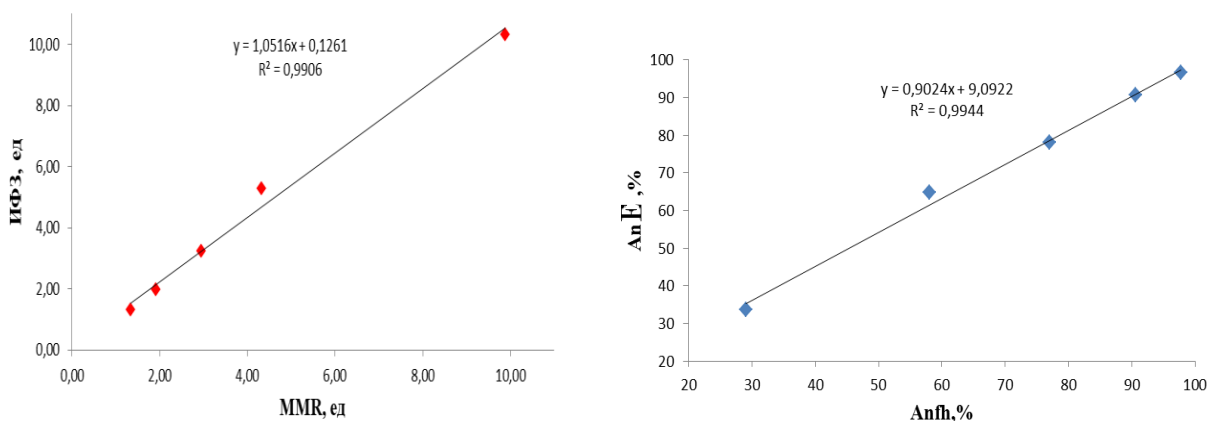


Рисунок 2 - Графики линейной взаимосвязи показателей относительной интенсивности энергозатрат упражнения (MMR) и интенсивности физиологических затрат (ИФЗ), вклада анаэробных энергозатрат (AnE) и вклада анаэробных затрат, рассчитанного по пульсовым суммам (Anfh).

Показатели, рассчитанные по пульсовым суммам и по потреблению кислорода, тесно взаимосвязаны с мощностью упражнения, уровнем прироста лактата, уровнем кислородного запроса и между собой, при $p < 0,05$. Анализ проводился по всем измерениям ($n=45$, Табл. 3).

Таблица 3. Корреляционная матрица расчетных показателей

n=45	W_{ср/кг}					
MMR	0,91	MMR				
ИФЗ	0,95	0,93	ИФЗ			
AnE	0,91	0,96	0,95	AnE		
Anfh	0,93	0,96	0,96	0,96	Anfh	
ΣRO₂/t_p	0,89	0,96	0,94	0,97	0,93	ΣRO₂/t_p
ΔL_amax/t	0,94	0,95	0,97	0,96	0,96	0,95

Примечание: W_{ср} – средняя мощность упражнения, AnE – вклад анаэробных энергозатрат, Anfh – вклад анаэробных затрат, рассчитанный по пульсовым суммам, ИФЗ – интенсивность физиологических затрат, MMR – относительная интенсивность энергозатрат упражнения, ΣRO₂/t_p – уровень кислородного запроса упражнения, ΔL_amax/t_p – уровень максимального прироста лактата

Обсуждение результатов

Как известно, пульсовая стоимость упражнения тесно взаимосвязана с O₂-запросом, пульсовые суммы работы и восстановления тесно взаимосвязаны с O₂-приходом и O₂-долгом соответственно [10]. В связи с этим, интенсивность энергозатрат и соотношение вкладов аэробного и анаэробного источников энергии в общем энергообеспечении работы возможно оценить по пульсовым суммам работы и восстановления с помощью показателей ИФЗ (ф.7) и Anfh (ф.8).

По сути, ИФЗ является аналогом показателя MMR (см. ф.3): показатель ИФЗ есть отношение уровня пульсового запроса упражнения к пульсовому резерву спортсмена (см. ф.7). Пульсовый запрос тесно взаимосвязан с O₂-запросом упражнения [10], а величина пульсового резерва (ΔЧСС_{max}), по мнению Uth N и соавторов (2004), взаимосвязана с МПК [11]. Метод расчета показателя ИФЗ объединяет методы Карвонена (отражающий интенсивность аэробных процессов) и ИНПД (отражающий интенсивность анаэробных процессов) и является

числовым выражением интенсивности общих физиологических затрат при выполнении циклического упражнения.

Пульсометрический показатель ИФЗ с достаточной точностью отражает относительную интенсивность энергозатрат, рассчитанную по потреблению кислорода (MMR). При выполнении стандартной работы, по показателю ИФЗ можно оценивать изменение работоспособности одного спортсмена (снижение показателя в ответ на дозированную нагрузку будет означать повышение работоспособности) и сравнивать работоспособность у разных спортсменов. По показателю An_{ph} , можно оценивать качественные изменения в энергообеспечении работы, т.к. соотношение объемов кислородного долга и кислородного запроса, а также его дериватов в виде пульсовых сумм, зависит от степени вовлеченности в работу разных механизмов энергообеспечения (т.е. от индивидуальных физиологических особенностей энергообеспечения спортсмена, связанных с его подготовкой). Например, при выполнении стандартной работы, по уменьшению вклада анаэробной энергопродукции в общих физиологических затратах, можно судить о повышении эффективности аэробного компонента работоспособности спортсмена.

Выводы

1. Между показателями MMR и ИФЗ, An_E и An_{ph} во всем изученном диапазоне значений имеет место линейная зависимость с весьма высокими коэффициентами детерминации (при $p < 0,05$, $R^2 > 0,9$ в обоих случаях). Между показателями MMR и ИФЗ методом парных сравнений не выявлено различий. Это позволяет в спортивной практике вместо газометрических показателей MMR и An_E с малой потерей точности использовать величины пульсометрических показателей ИФЗ и An_{ph} .

2. Непрерывный мониторинг частоты сердечных сокращений во время работы и восстановления с последующим расчетом показателей An_{ph} и ИФЗ может быть использован для количественной оценки величины (уровня) энергетических затрат, нормирования физических нагрузок и определения направленности нагрузок, выполняемых спортсменом.

Список литературы

1. Kenney, W. L., Wilmore J. H., Costill D. L. Physiology of Sport and Exercise: Edition 7 // Human Kinetics, 2019. –648 P.
2. Волков Н.И., Савелев И.А. Кислородный запрос и энергетическая стоимость напряженной мышечной деятельности человека // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 4, с. 80-93
3. Artioli G. Guilherme, Bertuzzi C. Rômulo, Hamilton Roschel Determining the Contribution of the Energy Systems During Exercise J Vis Exp. 2012; (61): 3413.
4. Swanwick Emma, Matthews Martyn Energy systems: a new look at aerobic metabolism in stressful exercise MOJ Sports Med. 2018;2(1):15-22
5. Король В.М., Сонькин В.Д., Ратушная Л.И. Мышечная работоспособность и частота сердечных сокращений у подростков в зависимости от уровня полового созревания // Теория и практика физической культуры. – 1985.- №8. – с. 27.
6. Banister EW. Modeling elite athletic performance. In: Physiological Testing of the High-Performance Athlete. Champaign, IL: Human Kinetics, 1991, p. 403– 424.
7. Carvonon H.J. The effects of training on heart rate // Ann Med Exptl. / a Biolfenniale, 1957.-Vol. 35.-№ 3.-P. 15-22.
8. Davis A, Convertino V. A comparison of heart rate methods for predicting endurance training intensity. Med Sci Sports 1975;7:295-298.
9. Сонькин В. Д., Тамбовцева Р. В. Развитие мышечной энергетики работоспособности в онтогенезе. М., 2011.- 368с.
10. Волков Н.И., Попов О.И., Т. Габысь, У.Шматлян-Габысь. Физиологические критерии нормирования тренировочных и соревновательных нагрузок в спорте высших достижений // Физиология человека. 2005. Т. 31. № 5, с. 125-134

11. Uth N, Sørensen H, Overgaard K, Pedersen PK. Estimation of VO₂max from the ratio between HRmax and HRrest--the Heart Rate Ratio Method. *Eur J Appl Physiol.* 2004 Jan; 91(1):111-5.

Психофизиологические характеристики и физическая работоспособность танцоров с различной степенью психоэмоционального напряжения

Коняев И.Д.¹, *ilya.konyaev@mail.ru*

Захарьева Н.Н.¹, *доктор мед. наук., профессор zakharyeva.natalia@mail.ru*

Алексеева С.И.², *к.ф.-м.н., доцент sia51@mail.ru*

1 Центр спортивной медицины научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины ФГБОУ ВО РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), Москва

2 ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Москва

Аннотация. В статье представлены результаты достоверных различий показателей психофизиологического тестирования и физической работоспособности танцоров высокой квалификации с различной степенью психоэмоционального напряжения, занимающихся спортивными бальными танцами. Обнаружены высокие достоверные различия во всех попытках теста «Простая зрительно-моторная реакция» и теста «Время реакции на звук» в 3-х группах сравнения. Выявлены достоверные межгрупповые отличия показателя физической работоспособности в тесте PWC_{170} . Установленные данные показывают преимущества физической работоспособности и способности противостоять утомлению при выполнении заданий психофизиологических тестов танцоров высокой квалификации с низким и средним уровнем психоэмоционального напряжения.

Ключевые слова: *тест Taylor, время реакции на звук, выполненная правой рукой, простая двигательная реакция, тест PWC_{170} , танцоры высокой квалификации, спортивные бальные танцы.*

Введение

Одной из актуальных проблем, которая стоит перед всеми спортсменами, в том числе и танцорами высокой спортивной квалификации – проблема преодоления стресса и сильного психоэмоционального напряжения на соревнованиях [2, 3, 5, 13, 15]. Современный танцевальный спорт многие специалисты определяют, как «... очень эмоциональный» [11]. Успешность выступления спортсмена-танцора на соревнованиях во многом зависит от его психоэмоциональной устойчивости [7]. Одним из значимых факторов развития высокого психоэмоционального напряжения спортсменов-танцоров является субъективная система судейства, воздействие новой пространственной обстановки и влияние «...рецепторной ориентировки на адаптационную способность спортсменов», а также психоэмоциональное состояние партнеров [6]. В зависимости от степени выраженности эмоционального фона спортсмена-танцора могут быть как полезные, так и негативные трансформации эмоционального фона соревнующегося спортсмена, что сказывается на координации движений, точности рефлекторных реакций, гармоничного выступления пары и качестве исполнения танца в целом [1, 4, 6, 7, 12]. Изучение влияния психоэмоционального напряжения на функциональное состояние и физические качества танцоров, занимающихся спортивными бальными танцами, имеет большие перспективы в спортивной физиологической науке, так как способствует ранней диагностике качества адаптационного потенциала организма спортсмена.

Методы

В исследовании приняли участие 96 спортсменов-танцоров (50 мужчин и 46 женщин), высокой квалификации: 1 взрослый – 58 чел.; КМС (кандидат в мастера спорта) – 24 чел.; МС (мастер спорта) – 13 чел.; 1 чел. – МСМК (мастер спорта международного класса). Средний

возраст испытуемых – $20,4 \pm 5,3$ лет. Стаж занятий спортивными бальными танцами (СБТ) в среднем составил $14,1 \pm 6,5$ лет. Все танцоры участвовали в эксперименте добровольно и подписывали добровольное согласие на участие в эксперименте. Исследование проводилось в подготовительном периоде спортивной подготовки. Использовались методы: 1. Анализ научной литературы; 2. Анкетирование спортсменов; 3. Чувствительность к психоэмоциональному напряжению определяли временем индивидуальной минуты и оценкой личностной тревожности по результатам теста Дж. Тейлора с использованием компьютеризированного опросника, содержащего 100 утверждений, касающихся состояния, самочувствия и поведения человека в различных повседневных ситуациях, выделяли уровни тревожности: низкий (до 15 баллов), средний (от 15 до 25 баллов) или высокий (от 25 баллов); 4. Физическая работоспособность оценена по результатам 2-х ступенчатого теста PWC₁₇₀ на велоэргометре [8]; 5. Сила мышц кисти оценивалась методом динамометрии; 6. Гибкость оценивалась при выполнении шпагата (учитывалось расстояние до пола, в см) и проба наклона на скамье (см); 7. Психофизиологические характеристики танцоров проведены с использованием компьютерной программы ИВПС 2.1. [9, 10], тестирование включает в себя 10 тестов, позволяющих судить о восприятии пространственно-временных стимулов; об особенностях организации рефлекторной деятельности испытуемых и косвенно об уровне ловкости; 8. Методы математической статистики, в программе Microsoft Excel – использовался встроенный статистический пакет «Анализ данных». Вычислялись средние арифметические значения и стандартные отклонения. Для оценки достоверности различия средних значений параметров в сравниваемых выборках проводилось попарное сравнение групп (g_1, g_2, g_3) на основе критерия Манна-Уитни-Уилкоксона. Все расчеты проводились в Rstudio, графики построены с помощью пакета ggplot2. На графиках уровни значимости различий имеют обозначения: ns – различие недостоверно; * – $p < 0,05$; ** – $p < 10^{-2}$; *** – $p < 10^{-3}$; **** – $p < 10^{-4}$.

Результаты

Проведено обследование 96 танцоров (50 мужчин и 46 женщин) высокой квалификации (от I взрослого разряда до мастеров спорта международного класса). Средний возраст спортсменов $20,4 \pm 5,3$ лет. Стаж занятий СБТ в среднем составил $14,1 \pm 6,5$ лет. Исследования проведены в подготовительном периоде спортивной подготовки.

По результатам теста J. Taylor (в баллах) выделены три группы танцоров с различной степенью психоэмоционального напряжения (ПЭН). Количество баллов теста Taylor статистически достоверно отличаются у всех пар групп с уровнем значимости $p < 10^{-4}$ (рис.1, таблица 2). Первая группа (g_1) – 40 чел. (41,66 %) – низкий уровень ПЭН, (среднее значение баллов в тесте J. Taylor $8,61 \pm 3,08$); вторая группа (g_2) – 39 чел. (40,62 %) – средний уровень ПЭН (среднее значение баллов в тесте J. Taylor – $19,65 \pm 2,74$); третья группа (g_3) – высокий уровень ПЭН – 17 чел. (17,72 %) – $28,32 \pm 2,86$. Во всех группах сравнения распределение танцоров по квалификации было сопоставимым: около 50 % составляли танцоры с I взрослым разрядом; 30 % – КМС; 20 % – МС. Спортсмен МСМК входил в 1-ю группу.

Танцоры выполняли психофизиологическое тестирование в программе «Исследователь временных и пространственных свойств человека версия 2.1», проведено и оценено 10 тестов для экспериментального исследования процессов восприятия времени и пространства, психомоторных способностей человека, свойств нервной системы. При составлении тестов использовались описания методик, для определения времени реакции и индивидуальной минуты (Моисеева Н.И. с соавт. (1985)), свойств нервной системы (теппинг-тест) (Ильин Е.П. (1987)). Результаты психофизиологического тестирования исследования представлены в таблицах 1-3.

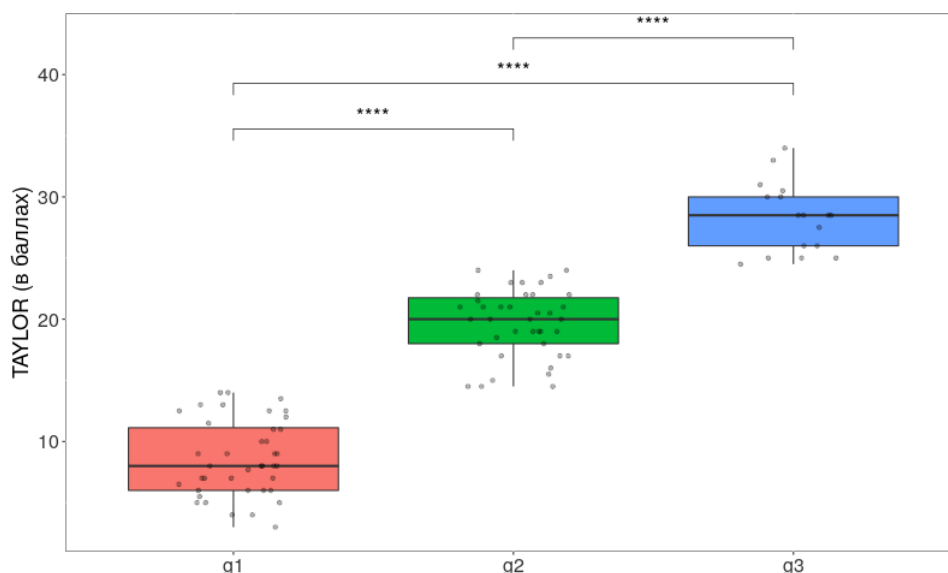


Рисунок 1 - Диаграмма размаха (boxplot), отражающая одномерное распределение плотности вероятности распределения значений теста Taylor (в баллах) в сравниваемых группах g1, g2, g3. Здесь **** – различие достоверно с $p < 10^{-4}$.

Все показатели психофизиологического тестирования танцоров в исследованных группах сравнивались с нормативными показателями тестов для взрослых здоровых людей [9, 10]. Необходимо отметить, что скорости и точности ответных рефлекторных реакций, и показатели психофизиологического тестирования у танцоров высокой квалификации превосходят нормативы взрослых здоровых нетренированных людей.

Среди тестов, оценивающих пространственные и временные свойства нервной системы человека, наибольшая степень достоверности межгрупповых отличий, во всех 3-х группах сравнения, выявлена в тесте «Простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР) на 1-й и 8-й попытках теста, причем различия устойчиво сохраняются в начале и конце выполнения задания (таблица 1). Показатели теста отличаются с максимально высокой степенью достоверности у групп танцоров g1 и g3 ($p < 10^{-3}$) и с меньшей степенью достоверности отличаются у групп танцоров g2 и g3 ($p < 0,05$).

Таблица 1. Показатели теста простой зрительно-моторной реакции танцоров высокой квалификации с различной степенью психоэмоционального напряжения

Группа испытуемых	Простая зрительно-моторная реакция (мс)							
	M±σ							
	Попытка 1	Попытка 2	Попытка 3	Попытка 4	Попытка 5	Попытка 6	Попытка 7	Попытка 8
g1 (n=40)	334,78±60,21***	280,4±56,94	265,38±46,36	273,93±50,37	258,98±44,22	256,73±39,01	261,88±50,81	260,75±60,95***
g2 (n=39)	314,4±54,54*	268,97±49,31	270,87±54,15	264,87±57,42	251,46±43,8	254,28±47,98	249,18±48,41	250,49±40,17*
g3 (n=17)	280,94±43,22	260,29±32,96	256,35±28,77	248±34,88	252,53±36,28	247,88±37,84	234,88±33,74	254,71±47,2

Примечание: достоверные различия показателей групп g1 и g2 относительно группы g3 по критерию Манна-Уитни-Уилкоксона обозначены звездочками: * – различие достоверно с уровнем значимости $p < 0,05$; *** – различие достоверно с $p < 10^{-3}$.

Тесты: «Теппинг-тест», «Индивидуальная минута», «Реакция на движущийся объект», выполненная правой рукой, «Реакция выбора», выполненная правой рукой, «Реакция на свет», выполненная правой рукой не выявили статистически значимых межгрупповых отличий в группах сравнения.

Полученные результаты подчеркивают различие направленности внимания, психического состояния и устойчивых индивидуальных особенностей центральной нервной системы у танцоров с различной степенью выраженности ПЭН.

Значимым психофизиологическим тестом, выявляющим отличия в группах сравнения танцоров СВК с различной степенью ПЭН в подготовительном периоде спортивной подготовки, является тест «Реакция на звук», выполненный правой рукой (мс) (таблица 2). В этом тесте достоверно различаются g2 и g3 ($p < 0,01$).

Таблица 2. Показатели психофизиологического тестирования танцоров высокой квалификации с различной степенью психоэмоционального напряжения

Группа испытуемых	Тест Taylor (в баллах) M±σ	Реакция на свет правой рукой, (мс) M±σ	Реакция на звук правой рукой (мс) M±σ	РДО правой рукой, (мс) M±σ	Реакция выбора правой рукой, (мс) M±σ	Индивидуальная минута, (с) M±σ
g1 (n=40)	8,61 ±3,08****	267,85 ±47,11	354,76 ±29,76	114,85 ±113,02	368,9 ±80,29	59,28 ±11,85
g2 (n=39)	19,65 ±2,74****	265,31 ±50,9	368,37 ±35,16**	85,94 ±111	364,22 ±68,72	56,48 ±11,71
g3 (n=17)	28,32 ±2,86****	263,04 ±30,49	343,45 ±25,24**	64,33 ±59,39	359,76 ±42,18	56,72 ±9,43

Примечание: количество баллов в тесте Taylor статистически достоверно различается у всех пар групп сравнения с уровнем значимости **** - $p < 10^{-4}$; в тесте «Реакция на звук правой рукой» достоверно различаются показатели групп g2 и g3 с уровнем значимости ** - $p < 10^{-2}$.

В ходе проведения физиологического эксперимента танцоры выполняли задания на оценку восприятия пространства и времени при воздействии сложных в отношении принятия решения стимулов, требующих оперативного решения когнитивных задач. Спортсменами выполнены тесты: «Узнавание углов» (ошибка в %), «Оценка величин углов» (ошибка в %), «Отмеривание отрезков» (ошибка в %), «Воспроизведение временного интервала, заполненного световым сигналом» (ошибка в %), «Воспроизведение временного интервала, заполненного звуковым сигналом» (ошибка в %), «Оценка величин отрезков (ошибка в %)», «Оценка скорости движения объектов» (ошибка в %), которые не имеют достоверных межгрупповых отличий в группах сравнения. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели психофизиологического тестирования танцоров высокой квалификации с различной степенью психоэмоционального напряжения

Группа испытуемых	Оценка скорости движения объекта (ошибка в %) M±σ	Воспроизведение временного интервала (ошибка в %) со световым сигналом M±σ	Воспроизведение временного интервала (ошибка в %) со звуковым сигналом M±σ	Оценка величины отрезков (ошибка в %) M±σ	Отмеривание отрезков (ошибка в %) M±σ	Оценка величины углов (ошибка в %) M±σ	Узнавание углов (ошибка в %) M±σ
g1 (n=40)	6,08 ±5,56	26,78 ±25,54	13,3 ±7,09	17,53 ±13,73	24,64 ±19,07	11,28 ±7,56	2,07 ±2,56
g2 (n=39)	8,36 ±8,51	22,84 ±17,62	16,72 ±14,33	19,95 ±15,19	18,47 ±15,39	15,62 ±10,65	1,45 ±3,06
g3 (n=17)	8,08 ±9,46	23,79 ±25,47	12,55 ±6,63	16,51 ±11,3	17,09 ±6,26	10,14 ±4,48	0,92 ±1,69

Оценка физических качеств танцоров проведена по результатам тестов: гибкость (шпагат с правой и левой ног с оценкой расстояния до пола (в см), тест проба наклона на скамье (см), сила мышц кисти оценена динамометрическим методом (кг); физическая работоспособность танцоров (на этом этапе эксперимента) оценивалась при выполнении 2-х

ступенчатого теста PWC₁₇₀ абс. и PWC₁₇₀ отн. с субмаксимальной нагрузкой (кгм/мин) и (кгм/мин/кг).

Достоверность межгрупповых различий выявлена при анализе абсолютных и относительных значений (рассчитанных на 1 кг массы тела) теста PWC₁₇₀, показатели которого отличаются у пар g2-g3 и g1-g3 (p < 0,05). Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Показатели физических качеств танцоров высокой квалификации с различной степенью психоэмоционального напряжения

Группа испытуемых	Гибкость (см) M±σ	Динамометрия, правая рука (кг) M±σ	Динамометрия, левая рука (кг) M±σ	PWC ₁₇₀ абс (кгм/мин) M±σ	PWC ₁₇₀ отн (кгм/мин/кг) M±σ
g1 (n=40)	11,13 ±7,78	37,51 ±12,31	34,71 ±12,06	1184,72 ±473,47*	20,68 ±5,87*
g2 (n=39)	11,59 ±7,14	32,64 ±11,22	30,73 ±10,78	1035,37 ±275,12*	19,56 ±3,73*
g3 (n=17)	13,65 ±5,97	33,06 ±11,01	32,47 ±10,33	885,72 ±207,64	17,57 ±3,1

Примечание: достоверные различия показателей групп g1 и g2 относительно группы g3 по критерию Манна-Уитни-Уилкоксона обозначены звездочкой: * – различие достоверно с уровнем значимости p<0,05.

Как видно из таблицы 4, показатели физической работоспособности максимальны у танцоров 1-й группы и достоверно снижены у танцоров 3-й группы (в сравнении с танцорами 1-й и 2-й групп). При анализе абсолютного и относительного показателя теста PWC₁₇₀ выявлены достоверные отличия в группах сравнения g1 и g2 относительно группы g3 (p<0,05) (рис. 2).

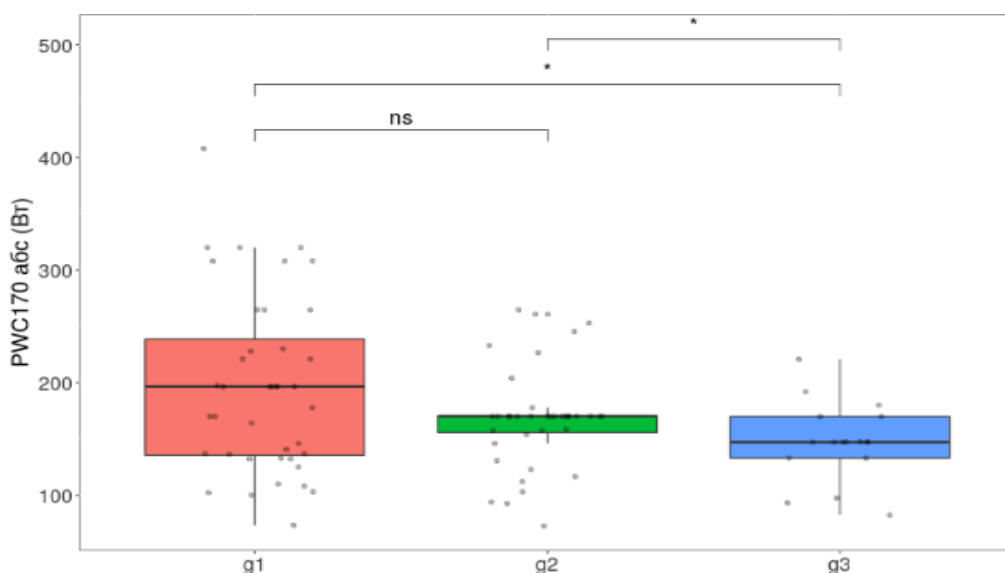


Рисунок 2 - Диаграмма размаха (boxplot), отражающая одномерное распределение плотности вероятности распределения значений PWC₁₇₀ абс (Вт) в сравниваемых группах g1, g2, g3. Здесь ns – различие недостоверно; * – различие достоверно с p<0,05.

На рис. 1 и рис. 2 горизонтальная черта – медиана распределения; нижняя граница прямоугольника – нижний (первый) квартиль – 25 % выборки имеет результаты меньше этого

значения; верхняя граница прямоугольника – верхний (третий) квартиль – 25 % выборки имеет результаты больше этого значения (75% меньше); концы вертикальных усов – края статистически значимой выборки, остальные точки – выбросы.

Значения показателя PWC_{170} отн. для спортсменов 3-й группы составляют $17,57 \pm 3$ (кгм/мин/кг), что является «средним» результатом, в то время как, у танцоров 1-й и 2-й групп сравнения результаты оценки выполнения теста PWC_{170} отн. «выше среднего», причем в 1-й группе результате значений теста на грани с «высоким»; у спортсменов 2-й группы результат оценки выполнения теста PWC_{170} отн. соответствует нижней норме уровня «выше среднего» [8] (таблица 5).

Таблица 5. Оценка теста PWC_{170} для спортсменов по данным В.Л. Карпмана с соавт. (1974).

PWC_{170} отн. кгм\мин\кг	Физическая работоспособность	Группы сравнения		
		1гр	2гр	3гр
Менее 15	Низкая			
15-16,9	Ниже средней			
17-18,9	Средняя			$17,57 \pm 3,1$
19-20,9	Выше средней	$20,68 \pm 5,87$	$19,56 \pm 3,73$	
21-22,9	Высокая			

Как показали результаты исследования, танцоры 3-й группы, в сравнении с танцорами 1-й и 2-й групп, обладают максимальной гибкостью (тест пробы наклона на скамье (см)); в среднем имеют вариант нормы (для тренированного человека) силы мышц кисти (в кг) для правой и левой рук.

Обсуждение результатов

Проведено физиологическое тестирование 96-ти танцоров высокой квалификации в подготовительном периоде спортивной подготовки. Результаты анкетирования, интервьюирования, теста «Индивидуальная минута», данных теста Дж. Тейлора позволили выделить 3 группы танцоров СВК с различным уровнем психоэмоционального напряжения сопоставимые по стажу, спортивной квалификации, заболеваемости, объему физической нагрузки на тренировках и соревнованиях. Как показали данные литературных источников успешность выступления спортсмена-танцора на соревнованиях во многом зависит от его психоэмоциональной устойчивости. Негативные влияния стресса в спортивных балльных танцах приводят к ухудшению качества исполнения танца, рассогласованию синхронизации между партнером и партнершей, дисритмии внутри пары [2, 3]. Поэтому значимым для спортивной физиологии и педагогики вопросом является раннего выявления танцоров с высоким психоэмоциональным напряжением и эффективная его коррекция педагогическими, медико-биологическими, психологическими и другими средствами. На основании данных, полученных в ходе научного эксперимента, установлены психофизиологические тесты, имеющие высокую достоверность в группах сравнения: «Простая зрительно-моторная реакция» и «Реакция на звук» (тест выполнен правой рукой). Эти тесты имеют высокую достоверность межгрупповых различий во всех группах сравнения и могут быть рекомендованы для диагностики, дифференцирования уровней психоэмоционального напряжения танцоров, а также раннего выявления высокого психоэмоционального напряжения при занятиях спортивными балльными танцами на этапе высокой квалификации спортсменов в подготовительном периоде спортивной подготовки.

В ходе выполнения физиологического тестирования выяснено, что танцоры высокой квалификации с высоким уровнем психоэмоционального напряжения (3-я группа), быстро в сравнении с танцорами 1-й и 2-й групп, развивают утомление при выполнении простых когнитивных заданий и снижают скорость выполнения теста на последних попытках теппинг-теста. При отсутствии достоверных различий можно говорить о тенденциях межгрупповых отличий и самым коротким временем выполнения следующих психофизиологических тестов: РДО (реакция на движущийся объект) – данные средних значений; ИМ – индивидуальная минута; реакция на свет, выполненная правой рукой (мс); реакция выбора, выполненная правой рукой - среднее (мс) у танцоров с высоким психоэмоциональным напряжением. Нам думается эти тесты будут иметь большую диагностическую ценность в предсоревновательном и соревновательном периодах спортивной подготовки. Касательно тестов, имеющих более сложную оценку восприятия пространства и времени, танцоры 3-ей группы имеют тенденцию к быстрому выполнению тестов «Воспроизведение временного интервала, заполненного звуковым сигналом» (ошибка в %) и «Узнаванию углов» (ошибка в %).

Танцоров с высоким психоэмоциональным напряжением в подготовительном периоде спортивной подготовки отличает самая низкая физическая работоспособность из 3-х групп сравнения по результатам выполнения 2-х ступенчатого теста PWC₁₇₀ с субмаксимальной нагрузкой, что диктует необходимость дополнительного включения аэробных физических упражнений в их тренировочный процесс. Самый высокий результат физической работоспособности отмечен у танцоров 1-й группы (низкий уровень ПЭН).

Выявленные нами особенности функционального состояния танцоров высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения позволяют проводить своевременную коррекцию тренировочного процесса и улучшать соревновательные результаты.

Выводы

1. Для оценки степени психоэмоционального напряжения у танцоров, занимающихся спортивными бальными танцами, в подготовительном периоде спортивной подготовки рекомендованы тесты: оценка личностной тревожности по результатам теста Дж. Тейлора, простая зрительно-моторная реакция и тест реакция на звук, выполненный правой рукой, как тесты имеющие высокую достоверность межгрупповых различий во всех группах сравнения.

2. По результатам выполнения 2-х ступенчатого теста PWC₁₇₀ с субмаксимальной нагрузкой выявлены достоверные различия физической работоспособности у танцоров с различным уровнем психоэмоционального напряжения ($p < 0,05$). Танцоры, имеющие высокое психоэмоциональное напряжение, имеют самые низкие значения физической работоспособности в группах сравнения, что может обуславливать их низкую результативность на соревнованиях и диктует необходимость включения аэробных физических упражнений в их тренировочный процесс.

Список литературы

1. Баевский, Р.М. Введение в донологическую диагностику / Баевский Р.М., Берсенева А.П. М., 2008. – 218 с.
2. Базарин, К.П. Вклад психоэмоционального напряжения в развитие срыва адаптации в соревновательном периоде у спортсменов высокой квалификации. // Базарин К.П., Савченко А.А. В Журнале Клиническая медицина Бюллетень ВСНЦ РАМН.- 2016.- 32 (108).- С. 7-13.
3. Васильева, М.А. Особенности нервно-психического напряжения у спортсменов - юниоров при занятиях спортивными бальными танцами // Васильева М.А., Козина Н.В. В Журнале Медицинская психология в России №5 (14).- г. Санкт-Петербург.- 2015.- С. 28-32.
4. Верхошанский, Ю.Е. Некоторые закономерности долговременной адаптации организма спортсмена к физическим нагрузкам. / Ю.Е. Верхошанский, А.А. Виру // В Журнале Физиология человека. - 1987.- №5. – С. 811-818.

5. Волкова, М.Г. Кризисные ситуации в жизни спортсменов – юниоров. Эмпирическое исследование / М.Г. Волкова // В Сб. Научно-педагогические школы в сфере физической культуры и спорта: Материалы Международного научно-практического конгресса, посвященного 100-летию ГЦОЛИФК, 30-31 мая 2018 г. / Под общей ред. А.А. Передельского и др. – М.: РГУФКСМиТ, 2018. – С. 37-41.
6. Жаворонкова, И.А. Комплектование пар в спортивных бальных танцах (на примере 12-15 лет) // Жаворонкова Ирина Анатольевна дис... канд. пед. наук 13.00.04: БГУ Белгород.- 2006.- 148 с.
7. Захарьева, Н.Н. Влияние психоэмоционального напряжения на функциональное состояние танцоров / Захарьева Н.Н., Коняев И.Д. // Монография – М.: РГУФКСМиТ, 2020. – 293 с.
8. Карпман, В.Л. Исследование физической работоспособности у спортсменов / Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. – 1974 г.
9. Корягина, Ю.В. Аппаратно-программные комплексы исследования психофизиологических особенностей спортсменов / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. Материалы Всероссийской конференции. - Омск, 2013. - № 1. – С. 70-78.
10. Корягина, Ю.В. Исследователь временных и пространственных свойств человека / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин. – М.: Теория и практика физической культуры, -2004. -№ 2. - С. 51-54.
11. Лысакова, А.Н. Психологические особенности спортивно – танцевальной деятельности / Лысакова А.Н., Новицкая М.С. // Вестник университета №2.- 2014.- С. 254-258.
12. Монахова, Е.Г. Особенности физической подготовки спортсменов – танцоров // Е.Г. Монахова. В Журнале Образование и физическая культура № 2.- 2017.- С. 213-217.
13. Ханин, Ю.Л. Стресс и тревога в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 287 с.
14. Cooke, W. H. Effects of exercise training on cardiovagal and sympathetic responses to Valsalva's maneuver / W. H. Cooke [et al.] // Med Sci Sports Exerc. - 2002. - Vol. 34, № 6. - P. 928-935.
15. Kellmann, M. Preventing over training in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring // Scand J Med SciSports.- 2010.- P. 95-102.

Психологические особенности игры «Алтимат-фрисби» как фактор позитивных межличностных отношений

Коршунова О.В.¹, канд. псих. наук, korshynova-olga@mail.ru

Шлыкова Д.А.², тренер-преподаватель, dshlikova@mail.ru

¹ «НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург»

² «Petrograd star», Санкт-Петербург

***Аннотация.** В статье приводятся результаты исследования особенностей межличностных отношений у подростков, занимающихся такими спортивными играми как баскетболл и алтимат-фрисби. Проведен анализ показателей социометрического статуса в командах спортсменов-баскетболистов и команде спортсменов, занимающихся алтимат-фрисби.*

***Ключевые слова:** положительные межличностные отношения, подростковый возраст, спортивная игра алтимат-фрисби, типы межличностных отношений, эмоциональный интеллект, социометрический статус*

Введение

Межличностные отношения между людьми, складываются в процессе общения на основе личных интересов, в условиях социо-культурной среды.

Выделяют различные формы межличностных отношений. Одна из них это позитивные межличностные отношения. К ним относятся дружба, приятельские отношения, любовь. К негативным межличностным отношениям относят: негативизм, неприязнь к другим, ненависть, агрессия.

Подростковый возраст характеризуется как переходный от детства к взрослости. Основными потребностями этого возраста становятся стремление к общению со сверстниками, к самостоятельности, независимости от взрослых. Удовлетворению данных потребностей способствует формирование организаторских навыков, развитие коммуникативных способностей, а также положительных межличностных отношений. В тоже время высокая потребность в общении среди подростков часто сталкивается с низкими навыками выстраивания позитивного межличностного общения.

Как отмечают исследователи, подростки часто бывают, эгоистичны, а потребность в самоактуализации ставят выше интереса к чувствам и переживаниям другого [1].

Вместе с тем подростки подвержены влиянию группы и ее ценностей. Это дает возможность использовать это влияние в качестве инструмента для формирования положительных межличностных отношений.

В качестве группы выступает спортивная команда алтимат-фрисби. Важнейшим понятием игры выступает понятие «дух игры», которое связано с моралью и этикой в спорте. В официальных правилах регламентирован и сделан акцент на честность и уважение к сопернику.

В алтимат-фрисби сам игрок должен думать не столько о себе, сколько об атмосфере игры, о своей команде и команде соперников. Одним из правил является организация «Дружеского круга» с соперником после матчей. Это важный этап подведения итогов матча, куда входит обсуждение спорных моментов и речевая оценка игры соперника [2].

Следует отметить, что алтимат-фрисби это современная молодая и необычная игра, где центральное понятие – уважение к сопернику.

Предыдущие исследования

Проблеме преодоления кризиса, который переживают подростки, посвящено большое количество исследований. Благополучное разрешение этого кризиса возможно при наличии общности. Стремление быть похожим внешне, приобрести качества взрослого, социальный статус так же выступают средствами для его преодоления [3].

Методика и организация исследования

Настоящее исследование посвящено изучению влияния занятий алтимат-фрисби у подростков на формирование положительных межличностных отношений. В качестве контрольной группы была взята группа спортсменов-баскетболистов.

Исследование проводилось на базе спортивного клуба алтимат фрисби «Piter stars» и баскетбольного клуба Петроградские звезды г. Санкт-Петербург. В эксперименте приняло участие 20 спортсменов-фрисбистов и 20 баскетболистов, мужского пола, 2004 года рождения, 5-го года обучения.

В период с декабря 2017 по март 2019 проводилось тестирование и изучение спортсменов на тренировках с помощью распечатанных анкет-опросников и через интернет с помощью электронной google-формы.

В исследовании использованы следующие методы: теоретический анализ литературы; анкетирование; методы математической статистики.

Методы психодиагностики: Методика диагностики межличностных отношений Лири, Опросник самооотношения В.В. Столина и С. Р. Панталева, Тест эмоционального интеллекта (ЭМИн) Д.В. Люсина, Метод социометрии.

Результаты

Для диагностики межличностных отношений у спортсменов, занимающихся алтиматом и баскетболом в рамках эмпирического исследования нами была применена методика диагностики Т. Лири.

Средние баллы по показателям «типы межличностных отношений» у группы спортсменов-фрисбистов и баскетболистов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты исследования диагностики межличностных отношений Т. Лири, у спортсменов фрисбистов (n=20) и баскетболистов (n=20) (баллы)

Показатель	x ± Sx		U-критерий Манна-Уитни
Авторитарный	алтимат	7,00±2,24	0,325*
	баскетбол	7,94±3,44	
Эгоистичный	алтимат	6,00±2,36	0,665*
	баскетбол	6,36±2,35	
Агрессивный	алтимат	4,84±1,77	0,644*
	баскетбол	5,36±2,90	
Подозрительный	алтимат	3,73±1,36	0,163**
	баскетбол	5,05±2,24	

Примечание: x – среднее значение, Sx – ошибка среднего

*- результаты на достоверность различий статистически значимы p<0,05

** - результаты на достоверность различий статистически значимы p<0,01

Результаты диагностики самооотношения у спортсменов, занимающихся алтиматом и баскетболом в рамках эмпирического исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ показателей самооотношения (ОСО) подростков баскетболистов (n=20) и фрисбиств (n=20), U-критерий Манна-Уитни, p<0,05 (баллы)

Показатель	x ± Sx		U-критерий Манна-Уитни
	баскетбол	алтимат	
Шкала самоуважения	баскетбол	51,14±22,39	0,885*
	алтимат	54,63±26,34	
Шкала аутосимпатии	баскетбол	51,52±21,89	0,544*
	алтимат	54,84±20,00	
Шкала ожидаемого отношения от других	баскетбол	44,91±25,70	0,053**
	алтимат	29,66±17,27	
Шкала самоинтересов	баскетбол	58,12±26,99	0,544*
	алтимат	60,50±24,91	
Шкала самоуверенности	баскетбол	48,98±21,81	0,311*
	алтимат	54,69±21,70	
Шкала отношения других	баскетбол	50,12±26,95	0,354**
	алтимат	35,68±24,83	
Шкала самопринятия	баскетбол	60,08±20,65	0,708*
	алтимат	56,47±23,50	
Шкала самопоследовательности	баскетбол	52,77±19,27	0,246*
	алтимат	58,20±15,23	
Шкала самообвинения	баскетбол	45,29±25,76	0,563**
	алтимат	53,91±31,32	
Шкала самоинтереса	баскетбол	38,93±22,56	0,297**
	алтимат	48,14±29,27	
Шкала самопонимания	баскетбол	51,91±24,76	0,644*
	алтимат	58,84±20,27	

Примечание: x – среднее значение, Sx – ошибка среднего

Спортсмены-фрисбисты отличаются большей самокритичностью чем баскетболисты. У спортсменов-баскетболистов отмечается тенденция к увеличению показателя "ожидание отношения от других".

Выраженность показателей эмоционального интеллекта у спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты исследования диагностики эмоционального интеллекта (ЭИ) у спортсменов баскетболистов (n=20) и фрисбистов (n=20) (баллы)

Показатель	x ± Sx		U-критерий Манна-Уитни
	баскетбол	фрисбисты	
МП (понимание чужих эмоций)	баскетбол	19,00±3,90	1,00*
	алтимат	19,68±4,41	
МУ (управление чужими эмоциями)	баскетбол	15,52±2,24	0,271*
	алтимат	16,52±2,73	
ВП (понимание своих эмоций)	баскетбол	15,00±3,00	0,032
	алтимат	17,42±3,81	
ВУ (управление своими эмоциями)	баскетбол	11,57±2,11	0,418*
	алтимат	10,89±3,39	
ВЭ (контроль экспрессии)	баскетбол	11,15±2,45	0,977
	алтимат	11,10±2,53	
МЭИ (межличностный ЭИ)	баскетбол	34,52±5,17	0,686**
	алтимат	36,21±5,12	
ВЭИ (внутриличностный ЭИ)	баскетбол	37,73±5,77	0,339**
	алтимат	40,42±8,06	
ПЭ (понимание эмоций)	баскетбол	34,00±5,43	0,271**
	алтимат	37,10±6,84	
УЭ (управление эмоциями)	баскетбол	38,28±5,25	0,840
	алтимат	38,52±6,41	
ОЭИ (общий эмоциональный интеллект)	баскетбол	72,26±9,49	0,311**
	алтимат	76,15±10,33	

Статистически достоверные различия обнаружены между фрисбистами и баскетболистами по среднему уровню межличностного ЭИ, внутриличностному ЭИ и общему ЭИ с уровнем значимости ($p \leq 0,05$). Часто в процессе спортивной деятельности игроки фрисбисты сталкиваются с регулярным решением вопросов игры с помощью межличностного общения, поэтому вынуждены развивать коммуникативные навыки, а также понимание чужих эмоций. Негативные реакции от оппонента они должны воспринимать без эмоций и спокойно установить свои взаимоотношения с ним.

Анализ социометрических показателей в группе спортсменов позволяет увидеть систему межличностных отношений сложившуюся в командах баскетболистов и фрисбистов.

На основании подсчетов в группе баскетболистов определились статусные позиции подростков: звезды - 3 человека (15%); предпочитаемые - 14 человека (75%); принятые - 1 человек (4%) и изолирован - 2 человека (6%). Коэффициент сплочённости группы был равен - 55, что являлось показателем среднего уровня.

На первый взгляд группа кажется достаточно благополучной, но при более глубоком анализе обнаруживаются проблемы, о чем свидетельствуют наличие "отверженных" в группе.

В группе фрисбистов определились статусные позиции подростков: звезды - 3 человека (15%); предпочитаемые - 17 человека (85 %). Коэффициент сплочённости группы составил 75, что является показателем выше среднего.

Обсуждение результатов

По данным литературных источников психологическими особенностями баскетбола являются: решительность и агрессивность, которые обуславливаются непосредственным противоборством. Соревновательный характер игры, внезапное изменение обстановки ведет высокой эмоциональности. Несмотря на то, что это командный вид спорта важна самостоятельность действий [5].

Психологическими особенностями спорта алтимат-фрисби являются: регламентированное правило соблюдения «Духа игры» - уважение к сопернику, ответственность за свое поведение на поле, соблюдение правил, разрешение спорных ситуаций в конструктивной и дружелюбной форме, наличие рефлексии (оценка «Духа игры» и «Круг» - совместная аналитическая и рефлексивная деятельность). Обсуждение и оценка позитивного настроения, справедливости игры, что является также воспитательной функцией. Алтимат-фрисби позиционируется как бесконтактный вид спорта (не поощряется намеренный и грубый контакт, но он присутствует в разных формах), что определяет необходимость выстраивания взаимодействия с иными участниками, как своей команды, так и команды противника [4].

Выводы

Межличностные отношения у подростков, занимающихся баскетболом и алтимат-фрисби имеют различия. Так у спортсменов баскетболистов более выражен агрессивный тип межличностных отношений и доминирование ($r=0,644$ и $r=0,297$ при $p \leq 0,01$), характеризующийся в свою очередь контактностью вида спорта, «непосредственным противоборством», стремление превосходить соперника, иногда даже обходя правила. Для межличностных отношений спортсменов фрисбистов характерно: дружелюбие и выражен тип дружелюбный ($r=0,246$ и $r=0,161$, при $p \leq 0,01$), что обуславливается этикой игры.

Показатели самооотношения у спортсменов занимающихся алтимат-фрисби отличаются большей самокритичностью чем баскетболисты, что подтверждает показатель шкалы более высокий «самообвинения» и низкий «самопринятия» ($r=0,563$, и $r=0,708$, при $p \leq 0,01$). Это обусловлено тем, что на каждом игроке в алтимат-фрисби действительно лежит ответственность не только за действие и принятые решения, но и за проявление своих эмоций. У фрисбистов обнаруживается меньшая потребность в поддержке и внимании со стороны окружающих, они рассчитывают на себя и сами готовы прийти на помощь, о чем свидетельствуют показатели шкал самоуважения, аутосимпатии, самоуверенности ($r=0,885$, $r=0,544$ и $r=0,311$, при $p \leq 0,01$). Регулярное общение с соперником формирует у спортсмена более развитое самопонимание ($r=0,644$ при $p \leq 0,01$). У спортсменов баскетболистов увеличен показатель "ожидание отношения других" ($r=0,153$ при $p \leq 0,01$). В этом виде спорта игрок часто наказывается незаслуженно и не имеет возможности оправдать себя, высказать свое мнение, поэтому ему требуется поддержка и внимание со стороны команды, тренера и зрителей.

Эмоционального интеллект имеет различия в группе спортсменов. В группе спортсменов, занимающихся алтимат-фрисби более выражены показатели: межличностного интеллекта, внутриличностного интеллекта ($r=0,686$ и $r=0,339$, при $p \leq 0,01$), по сравнению со спортсменами, занимающимися баскетболом.

Социометрические исследования показали, что группа спортсменов занимающихся алтимат-фрисби более сплоченная. Это обусловлено тем, что в команде спортсменов

алтимат-фрисби в тренировочном процессе постоянно происходит межличностное общение, взаимообучение, поддержка игроков.

Таким образом, можно сказать, что цель настоящего исследования была выполнена. Подтвердилось предположение о том, что на формирование положительных межличностных отношений у подростков будут оказывать влияние психологические особенности избранного вида спорта.

Практическая значимость

На основании полученных данных мы предлагаем к использованию следующие рекомендации: проводить просветительскую деятельность с тренерами, родителями и спортсменами на тему особенностей межличностных отношений.

Учитывать психологические особенности видов спорта, которые могут оказывать влияние на формирование личности и формирования у него типов межличностного отношения.

В ходе реализации психологической подготовки спортсменов проводить мероприятия, направленные на психодиагностику личностных особенностей и изучение социометрических показателей в командах. Включать в тренировочный процесс мероприятия по обучению спортсменов навыкам межличностного общения, саморегуляции и рефлексии, получая обратную связь от спортсменов через беседы или по средствам анализа «дневника спортсмена».

Список литературы

1. Выготский, Л.С. Педагогическая психология: науч. изд. / Л. С. Выготский. - М.: Педагогика-Пресс, 2009. – 534 с.
2. Руководство для тренеров алтимата, автор Хильдо Бижл (engl. Ultimate Trainers Manual) 2. Rise UP (<http://www.riseupultimate.com/>), сирии видео с инструкциями как играть в Алтимат (дата обращения 10.06.2019).
3. Слободчиков, В.И. Психология развития человека: Развитие субъективной реальности в онтогенезе: Учебное пособие /В.И Слободчиков, Е.И. Исаев. – М.:Изво-во ПСТГУ, 2013. – 400 с.
4. Техническая и тактическая подготовка игроков в алтимат: учебно-методическое пособие / Р. С. Ленин, С. В. Романов; Мин-во образ. и науки РФ; Волог. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 66 с.
5. Яхонтов, Е.Р. Психологическая подготовка баскетболистов. Учебное пособие. С-П. 2000. 58 с.

Анализ взаимосвязи психологического статуса и variability ритма сердца у игроков американского футбола

Кузелин В.А., канд.мед.наук, *vova-kuzelin@mail.ru*

Егоркина С.Б., доктор мед.наук, доцент, *svetlanaegorkina@yandex.ru*

Брындин В.В., канд.мед.наук, доцент, *bryndin32@mail.ru*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ижевск

***Аннотация.** В статье проведена оценка психоэмоционального фона и variability ритма сердца у спортсменов американского футбола разного уровня тренированности в подготовительный период. Обнаружена тесная связь между их психологической устойчивостью к предполагаемым соревновательным нагрузкам и адаптационными возможностями.*

***Ключевые слова:** психологический статус, variability ритма сердца, адаптационные резервы, американский футбол.*

Введение

Анализ variability ритма сердца рассматривается как метод оценки переменных во времени интегральных характеристик функциональных систем, регулирующих работу сердца и других параметров кровообращения, индикатора адаптационно - приспособительных процессов не только по отношению к сердечно - сосудистой системе, но и к организму в целом [1]. Состояние регуляторных систем кровообращения и их способность обеспечить необходимую адаптацию организма к физической нагрузке являются определяющими в прогнозе тренированности [5, 9].

Психоэмоциональную устойчивость, психические резервы следует рассматривать в аспекте психологических проблем надежности деятельности спортсмена [3]. Реактивность их организма на тренировочные нагрузки зависит от множества факторов и, в первую очередь, от подвижности, силы и динамичности нервных процессов [2,4].

Соответственно, целью нашего исследования явилось исследование наличия или отсутствия взаимосвязи между психоэмоциональным фоном и отдельными параметрами variability ритма сердца у спортсменов американского футбола разной квалификации.

Материалы и методы

В исследовании участвовали спортсмены по американскому футболу мужского пола в возрасте от 18 до 30 лет разного уровня подготовленности: кандидаты в мастера спорта (n=20, спортивный стаж - от 5 до 10 лет), I разряд (n=20, спортивный стаж от 3 до 6 лет), массовые разряды (n=20, спортивный стаж от 1 года до 3 лет). Исследование проводилось в подготовительный период тренировочного процесса, в одно и тоже время суток, в утренние часы, на базе клинко-диагностического медицинского центра ООО «АСПЭК-Медцентр» (г. Ижевск).

Для оценки состояния психоэмоционального статуса было использовано тестирование с помощью опросника интегративного теста тревожности (ИТТ (СТ-Л)) для определения личностной и (ИТТ (СТ-С)) - ситуативной тревожности для количественной оценки изучаемых признаков [8].

Анализ variability сердечного ритма и обработка кардиоинтервалограмм проводились с помощью программно - аппаратного комплекса "Варикард 2.5.1" [7] и программы "Эским-6" в модификации Шлык Н.И. с выделением I, II, III и IV групп вегетативной регуляции сердечного ритма [9]. При исследовании variability сердечного ритма регистрировался ЭКГ - сигнал в положении лежа на спине во втором стандартном отведении. Продолжительность записи составляла 5 минут. Далее регистрировался ЭКГ - сигнал в положении стоя после выполнения ортостатической пробы с продолжительностью записи 6 минут. У каждого исследуемого проводили анализ 44 2-х повторных записей по 5 и 6 минут, соответственно, для подтверждения стационарности регистрируемого процесса.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакетов статистических программ «Statistica» и «BioStat» для «Windows».

Результаты и обсуждение

Показатели анализа психоэмоционального статуса спортсменов разного уровня квалификации по интегративному тесту тревожности (ИТТ (СТ-Л)) для определения личностной и (ИТТ (СТ-С)) - ситуативной тревожности представлены в таблице 1 и таблице 2, соответственно.

Таблица 1. Распределение спортсменов в квалификационных группах по уровню личностной тревожности (%)

Кандидаты в мастера спорта						
	Общая тревожность	ЭД	АСТ	ФОБ	ОП	СЗ
низкий	65	16	47	70	47	64
нормальный	29	70	47	30	32	36
высокий	6	14	6	0	21	0
I разряд						
	Общая тревожность	ЭД	АСТ	ФОБ	ОП	СЗ
низкий	42	22	54	32	43	87
нормальный	58	78	32	47	43	13
высокий	0	0	14	21	14	0
II-III разряд						
	Общая тревожность	ЭД	АСТ	ФОБ	ОП	СЗ
низкий	0	11	10	29	10	48
нормальный	50	39	60	48	40	32
высокий	50	50	30	23	50	20

Примечания: ЭД – эмоциональный дискомфорт; АСТ – астенический компонент тревожности; ФОБ – фобический компонент; ОП – тревожная оценка перспективы; СЗ – социальная защита

Как свидетельствуют полученные данные исследований, высокий уровень общей личностной тревожности преобладал в группе спортсменов с уровнем квалификации II-III разряд (50% от исследуемых в группе), при этом у спортсменов I разряда данный уровень не выявлен, у кандидатов в мастера спорта составил 6%. Кроме того, у игроков по американскому футболу II-III разряда наблюдался наиболее высокий процент исследуемых по таким составляющим личностной тревожности как эмоциональный дискомфорт (50% против 0% у перворазрядников и 14% у КМС); астенический компонент тревожности (30%, 14% и 6%, соответственно); фобический компонент тревожности (23%, 21% и 0%, соответственно); тревожная оценка перспективы (50%, 14% и 21%, соответственно) и социальная защита (20%, 0% и 0%, соответственно). При сравнительной характеристике спортсменов I разряда и КМС количество игроков с более низкими показателями личностной тревожности преобладают у кандидатов в мастера спорта.

Таблица 2. Распределение спортсменов в квалификационных группах по уровню ситуативной тревожности (%)

Кандидаты в мастера спорта						
	Общая тревожность	ЭД	АСТ	ФОБ	ОП	СЗ
низкий	89	68	68	82	40	85
нормальный	11	32	32	18	45	15
высокий	0	0	0	0	15	0
I разряд						
	Общая тревожность	ЭД	АСТ	ФОБ	ОП	СЗ
низкий	50	58	69	40	38	89
нормальный	50	30	31	50	42	11
высокий	0	12	0	10	20	0
II-III разряд						
	Общая тревожность	ЭД	АСТ	ФОБ	ОП	СЗ
низкий	58	68	40	50	50	50
нормальный	42	32	60	50	28	40
высокий	0	0	0	0	22	10

Анализ ситуативной тревожности выявил высокий уровень эмоционального дискомфорта у 12% и фобического компонента у 10% перворазрядников, при этом данные показатели не были выявлены у II-III разряда и КМС. Однако 22 % в группе спортсменов II-III разряда имеют высокий уровень тревожной оценки перспективы (20% у I разряда, 15% у КМС) и 10% высокий уровень социальной защиты (с отсутствием такого у I разряда и КМС).

Статистическая достоверность количественных расчетов была обнаружена во всех группах сравнения ($p < 0,05$).

Показатели анализа вариабельности сердечного ритма спортсменов американского футбола разного уровня квалификации до и после ортостатической пробы представлены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели вариабельности сердечного ритма спортсменов американского футбола разного уровня квалификации до и после ортостатической пробы

Показатель ВРС	Массовые разряды		I разряд		Кандидаты в мастера спорта	
	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя
HR, уд./ми н	69,73± 1,9	88,67± 4,23	65,80± 2,37*	85,93± 3,75**	61,4± 1,75*	87,13± 2,66**
MxD Mn, мс	191,47± 8,33	278,47± 34,36	347,67± 37,28*	260,27± 33,90**	325,1± 12,21*	232,87± 20,85**
RMSS D, мс	39,28± 4,48	73,41± 8,74	67,87± 6,66*	62,20± 6,81**	66,13± 5,27*	40,87± 4,84**
pNN50,%	18,63± 2,14	16,70± 2,31	37,23± 3,60*	13,38± 1,17**	18,23± 1,19*	6,34± 0,11**
SDNN, мс	42,13± 2,01	75,27± 4,23	72,53± 4,1*	76,80± 3,48**	70,07± 4,38*	56,47± 3,56**
Mo, мс	863,13± 55,92	690,27± 41,04	937,47± 83,58*	706± 33,90**	928,4± 77,43*	694,73± 22,85**
AMoS DNN, %/SD NN	40,19± 0,87	47,60± 3,42	37,58± 1,18*	45,15± 2,54**	42,01± 1,63*	43,53± 2,23**
AMoS50, %/50мс	56,37± 2,16	52,23± 3,88	34,33± 2,12*	52,43± 4,58**	34,61± 1,64*	52,85± 3,49**
SI, усл.ед.	182,00± 11,65	199,13± 11,02	78,73± 5,56*	214,73± 23,06**	57,20± 4,64*	192,47± 16,37**
TP, мс2	1508,78± 119,20	10942,96± 996,73	5405,00± 669,47*	5209,81± 593,72**	4584,06 ± 308,9 *	3404,09± 304,26**
HF, мс2	669,94± 29,52	5906,86± 654,35	2340,43± 223,72*	2136,60± 201,91**	1788,56 ±150,3 *	1274,15± 103,86**
LF, мс2	437,32± 48	3952,96± 2711,82	2059,63± 261,78*	2111,53± 255,25**	1480,22 ± 133,7 *	1411± 122,7**
VLF, мс2	212,66± 25,65	665,59± 68,23	527,67± 64,18*	452,96± 62,49**	489,1± 47,15*	450,19± 56,64**
ULF, мс2	204,99± 33,43	397,57± 45,35	508,71± 72,62*	477,28± 69,20**	825,7± 88,96*	268,53± 29,25**
PHF, %	48,82± 3,8	30,69± 2,39	28,47± 2,41*	44,35± 3,92**	39,01± 3,69*	37,43± 3,81**
PLF, %	34,89± 2,46	47,07± 3,95	55,53± 3,71*	42,87± 3,37**	32,29± 2,83*	41,45± 2,66**
PVLF, %	16,27± 1,55	19,81± 2,03	17,07± 1,20*	12,78± 1,59**	28,71± 2,40*	21,13± 2,45**

Примечание: * — различия статистически достоверны до ортопробы ($p < 0,05$); ** — после ортопробы ($p < 0,05$)

В результате оценки вариабельности ритма сердца у спортсменов уровня квалификации кандидаты в мастера спорта и I разряд в начале исследований, в состоянии покоя, были выявлены низкие показатели индекса напряжения регуляторных систем SI и высокие значения очень низкочастотного компонента общей мощности спектра ВРС VLF, что указывает на умеренное преобладание парасимпатической активности над симпатической и центральным контуром регуляции. У спортсменов отмечается нормальный уровень тренированности. Характерно оптимальное состояние регуляторных систем организма. Данное положение подтверждают умеренно высокие значения RMSSD, MxDMn, SDNN, малые показатели AMo50, HR, умеренно высокие абсолютные значения TP, HF, LF. Регулирующие системы организма спортсменов кандидатов в мастера спорта и перворазрядников, в отличие от менее квалифицированных игроков, более устойчивы к предполагаемым нагрузкам.

При анализе показателей ВРС у спортсменов по американскому футболу массовых разрядов в начале исследований, в состоянии покоя, были выявлены высокие показатели SI и малые значения VLF. Отмечается выраженное преобладание симпатической регуляции сердечного ритма над парасимпатической, резкое увеличение активности центральной регуляции над автономной. Характерно снижение функционального состояния регуляторных систем, отмечается вегетативная дисфункция. Данный факт подтверждают относительно малые значения RMSSD, MxDMn, SDNN, малая суммарная площадь спектра TP, низкие абсолютные значения волновой структуры спектра и особенно VLF. Уровень тренированности обеспечивается напряжением адаптационно-компенсаторных механизмов. В целом регуляторные системы характеризуются снижением функционального состояния, адаптированность игроков американского футбола данного уровня квалификации низкая.

При проведении ортопробы у спортсменов американского футбола массовых разрядов были получены следующие показатели: наблюдалось увеличение ЧСС на 21,36% ($p < 0,05$), SI увеличивается, по сравнению с исходным показателем в покое, на 8,6% ($p > 0,05$), значительное увеличение общей площади спектра TP на 86,21% ($p < 0,05$) и его составляющих волн: HF – на 88,65% ($p < 0,05$), LF – на 88,93% ($p < 0,05$), а VLF волны и ULF волны увеличились, соответственно, на 68% ($p < 0,05$) и 48,44% ($p < 0,05$). Данные измерений указывают на незначительное повышение активности симпатического отдела ВНС и центральных структур регуляции ритма сердца, при одновременном чрезмерном увеличении парасимпатической регуляции, что также является парадоксальным вариантом реакции.

Анализ ортостатической пробы у спортсменов I квалификационного разряда выявил следующие результаты: отмечалось увеличение ЧСС на 23,4% ($p < 0,05$), SI увеличивается, по сравнению с исходным показателем в покое, на 63,33% ($p < 0,05$), снижается как общая площадь спектра TP на 3,6% ($p > 0,05$), так и его составляющих волн, а именно ULF – на 6,1% ($p > 0,05$), HF – на 8,7% ($p > 0,05$), VLF – на 14,15% ($p < 0,05$), а также отмечалось увеличение LF волн на 2,45% ($p > 0,05$), что указывает на незначительное, но тем не менее повышение активности симпатического отдела ВНС и центральных структур регуляции ритма сердца, при увеличении активности вазомоторного центра, что, в свою очередь, является парадоксальным вариантом реакции.

Выявленное напряжение регуляторных систем способствует формированию больших затрат энергетических, метаболических и информационных ресурсов, превышающих функциональные резервы организма спортсменов американского футбола.

При осуществлении ортопробы у кандидатов в мастера спорта было выявлено увеличение ЧСС на 29,5% ($p < 0,05$), SI на 29,7% ($p < 0,05$), снижение общей площади спектра TP на 25,74% ($p < 0,05$) и уменьшение его составляющих волн: HF на 28,76% ($p < 0,05$), LF на 4,67% ($p > 0,05$), VLF уменьшалось на 8% ($p > 0,05$), ULF на 67,48% ($p < 0,05$), что указывает на умеренное преобладание парасимпатической системы и оптимальное состояние регуляторных систем организма и является оптимальным вариантом реакции. Данная группа

спортсменов характеризуется высоким уровнем функционального состояния и адаптационных возможностей. Игроки данного уровня квалификации функционально готовы к выполнению соревновательных нагрузок.

Сила связи параметров, отражающих степень напряжения регуляторных систем организма, с уровнем выраженности тревоги и тревожности, как составляющими показателями психоэмоциональной устойчивости игроков американского футбола разной тренированности, представлена в таблице 4.

Таблица 4. Коэффициент корреляции между параметрами ВРС до и после ортопробы и уровнем самооценки общей тревоги и тревожности у спортсменов разного уровня квалификации

Взаимосвязь	Массовые разряды		I разряд		Кандидаты в мастера спорта	
	СТ-С	СТ-Л	СТ-С	СТ-Л	СТ-С	СТ-Л
MxDMn до ортопробы	(0,087)	(- 0,134)	-0,526	-0,527	-0,594	-0,511
MxDMn после ортопробы	(- 0,229)	(0,335)	0,549	0,555	0,619	0,537
SI до ортопробы	-0,562	0,569	0,549	0,556	0,761	0,677
SI после ортопробы	-0,501	0,508	-0,652	-0,653	0,746	-0,664
VLF до ортопробы	0,459	-0,447	-0,564	-0,565	-0,627	-0,545
VLF после ортопробы	-0,491	0,499	0,606	0,607	0,675	0,593

Примечание: указан коэффициент Спирмена. Значение в скобках не значимо ($p > 0,05$). Единица измерения уровня СТ-С и СТ-Л - станайны

Как видно из таблицы, у игроков американского футбола II-III разряда между анализируемыми показателями психоэмоционального фона и разбросом кардиоинтервалов как до ортостатической пробы, так и после тестирования статистически достоверной взаимосвязи выявлено не было. У спортсменов I разряда и кандидатов в мастера спорта уровень самооценки тревожности личностной и уровень самооценки тревоги ситуационной имел статистически значимую среднюю степень тесноты связи с показателем активности парасимпатического отдела нервной системы, при этом до ортопробы взаимосвязь была отрицательной, а после тестирования положительной.

Общая тревожность как составляющая тревоги ситуационной и тревожности личностной у игроков массовых разрядов имела среднюю степень тесноты связи со стресс-индексом, при этом связь между степенью ситуационной тревоги и указанным параметром variability ритма сердца оказалась отрицательной как до ортопробы, так и после нее, а степень личностной тревоги имела положительную связь в обоих случаях. У перворазрядников и кандидатов в мастера спорта исследуемые показатели эмоциональной устойчивости также во всех случаях имели среднюю степень тесноты связи с величиной напряжения центральных механизмов регуляции, которая до ортостатического тестирования была положительной, а после отрицательной (исключение составила сильная связь между стресс-индексом до и после ортопробы и уровнем тревоги ситуационной у кандидатов в мастера спорта, что также подчеркивает их уровень подготовленности). Взаимосвязь во всех указанных группах сравнения оказалась статистически значимой. Вновь связь оказалась статистически достоверной и средней по силе между показателями психоэмоциональной устойчивости и очень низкочастотным компонентом общей мощности спектра

вариабельности ритма сердца до и после ортопробы. При этом у спортсменов II-III разряда уровень самооценки тревоги ситуационной до орто-тестирования имел положительную связь с указанным параметром ВРС, а после пробы связь стала отрицательной. И, наоборот, с уровнем самооценки тревожности личностной до ортопробы была выявлена отрицательная связь, а после положительная. У игроков американского футбола с уровнем квалификации I разряд и кандидаты в мастера спорта анализируемые характеристики эмоционального фона имели отрицательную взаимосвязь с VLF, характеризующим влияние высших вегетативных центров на сердечнососудистый подкорковый центр, до ортостатической пробы, и положительную связь после тестирования. Таким образом, рост психологической устойчивости и стабильности у спортсменов более высокого уровня квалификации сопровождается улучшением функционального состояния организма, проявляющегося в оптимальном напряжении регуляторных систем организма, умеренном преобладании парасимпатической активности над симпатической и центральным контуром регуляции в состоянии покоя. Уровень тренированности игроков американского футбола II-III разрядов, имеющих высокую степень личностной тревожности, как устойчивой психологической черты, обеспечивается напряжением адаптационно-компенсаторных механизмов, так как до ортопробы отмечалось резкое увеличение активности центральной регуляции сердечного ритма над автономной, что в дальнейшем приведет к снижению соревновательных результатов. После ортостатического тестирования более высокий уровень тревоги ситуационной и тревожности личностной у спортсменов низкого уровня квалификации способствует формированию парадоксального типа реакции на пробу, что является отражением снижения функциональных возможностей организма. Напротив, высокая степень психоэмоциональной устойчивости кандидатов в мастера спорта сопровождается развитием оптимального варианта реакции в ответ на ортостатическую пробу, что свидетельствует о значительной функциональной готовности игроков данного уровня квалификации к выполнению соревновательных нагрузок [6].

Выводы

1. Уровень тренированности игроков американского футбола зависит от устойчивости их психоэмоционального состояния.
2. Оценивая параметры вариабельности сердечного ритма у спортсменов разной квалификации возможно точное определение их функциональных возможностей и адаптационных резервов.
3. У игроков американского футбола различной квалификации выявлена следующая тесная взаимосвязь между уровнем их психологической устойчивости и адаптационно-компенсаторными возможностями.

Список литературы

1. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: основы метода и новые направления / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Новые методы электрокардиографии. [под ред. С.В. Грачева, Г.Г. Иванова, А.Л. Сыркина]. - М.: Техносфера, 2007. - С. 473-496..
2. Глазкова, Н. В. Техничко-тактическая подготовка юных спортсменов игровых видов спорта с учётом их психофизиологических особенностей: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Глазкова Наталия Валериевна. - Малаховка, 2011. - 153 с.
3. Давиденко, Д. Н. Проблема резервов адаптации организма спортсмена / Д.Н. Давиденко // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. - 2005. - № 18. - С. 15-24.
4. Ильин, Е.П. Психология сорта / Е.П. Ильин. - СПб.: Питер, 2010. - 352 с.

5. Красноперова, Т.В. Вариабельность сердечного ритма и центральная гемодинамика у высококвалифицированных спортсменов с разной активностью вегетативной регуляции: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Красноперова Татьяна Витальевна. - Ижевск, 2005. - 183 с.

6. Кузелин В.А. Оценка функциональных резервов спортсменов игровых видов спорта разного уровня подготовленности в тренировочном процессе: автореф. дис канд. мед. наук: 14.03.11, 03.03.01 / Кузелин Владимир Анатольевич. - Ижевск, 2017. - 150 с.

7. Семенов, Ю.Н. Аппаратно-программный комплекс «Варикард» для оценки функционального состояния организма по результатам математического анализа ритма сердца / Ю.Н. Семенов, Р.М. Баевский // Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: Тезисы международного симпозиума. - Ижевск: Изд-во Удм. университета, 1996. - С. 160- 162.

8. Спортивная психология в трудах отечественных специалистов / Сост. и общая редакция И. П. Волкова. - СПб.: Питер, 2002. - С. 14 - 22.

9. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык. - Ижевск: «Удмуртский университет», 2009. - 255 с.

Использование экзогенных кетоновых эфиров (D-β-гидроксibuтират) у профессиональных велосипедистов в условиях тренировочной деятельности

Кузьмин А.В. *ars6786@mail.ru*
Ефремов В.Г. *slava-sport@mail.ru*

ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России»

***Аннотация.** Данное исследование посвящено практическому опыту использования экзогенных кетоновых эфиров (D-β-гидроксibuтират) у профессиональных велосипедистов-шоссейников в условиях тренировочной деятельности. Включение в тренировочный режим D-β-гидроксibuтирата в качестве потенциального эргогенного и восстановительного средства, способствует улучшению работоспособности во время длительных интенсивных тренировочных нагрузок. Пребывание в состоянии кетоза без изменения рациона питания способствует быстрому восстановлению после тренировок.*

***Ключевые слова:** D-β-гидроксibuтират, кетоз, экзогенный кетоновый эфир, работоспособность, восстановление.*

Введение

Стремительный рост спортивных результатов на международной арене в спорте высших достижений подразумевает под собой, использование современных стратегий для профилактики перетренированности и повышения функциональной работоспособности спортсменов в условиях тренировочной и соревновательной деятельности.

Нарушение адекватного восстановления от длительных интенсивных физических нагрузок приводит к срыву адаптационных механизмов у спортсменов. Одним из методов для увеличения эффективности спортивной деятельности, является поддержание длительного кетоза. Однако, поддержание кетоза с помощью «кетогенной» диеты, не достаточно эффективно для спортсменов, из-за снижения работоспособности при выполнении длительной интенсивной физической нагрузки [2, 4, 7, 8, 14, 15]. Следовательно, были предприняты альтернативные способы повышения концентрации кетонов в крови, с помощью экзогенных кетоновых эфиров, чтобы обеспечить преимущества «кетогенной» диеты, сохраняя нормальный рацион питания [3, 13]. В последнее время, включение в тренировочный режим экзогенных кетоновых эфиров привлекло внимание в качестве потенциального эргогенного и восстановительного средства, которое способно поддерживать более интенсивные тренировочные нагрузки при одновременном уменьшении явлений спортивной дезадаптации

Цель работы. Оценить эффективность использования экзогенных кетоновых эфиров (D-β-гидроксibuтират) у профессиональных велосипедистов.

Материалы и методы

В рамках тридцатидневного тренировочного сбора на шоссе, на базе профессиональной велосипедной команды ФВСП проведено исследование девяти (9) человек. Испытуемые – мужчины, средний возраст – 26 лет (от 23 до 31 года), стаж занятий велоспортом – от 11 до 20 лет, тренировочный режим 7 дней 26 часов в неделю. Квалификация спортсменов – 4 мастера спорта и 5 мастеров спорта международного класса.

Все испытуемые, в течение 25 дней, принимали 65мл напитка содержащего 25г.

кетонowego эфира (D-β-гидроксибутират) два раза в день. Режим питания соответствовал индивидуальным потребностям спортсмена на данном этапе подготовки и не включал соблюдение кетогенной диеты. Взятие крови для определения кетонowych тел и глюкозы осуществлялось из пальца 3 раза в день, весь период исследования: натошак, через 40 минут после сна, через 50 минут после употребления кетонowego эфира и через 3 часа после физической нагрузки. Для измерения использовались 32 μл капиллярной крови, тест полоски для экспресс-анализа, портативный биохимический анализатор On Call Plus (ACON автоматическая обработка образцов (выполнение автоматического анализа одного образца занимает 10 секунд), достоверность и точность анализа (возможность калибровки анализатора с использованием готовых контрольных растворов), безопасность и возможность многократных повторных исследований в динамике. Для интерпретации степени кетоза использовали глюкозо-кетонový индекс, глюкоза (ммоль/л) : кетоны (ммоль/л) = ГКИ (1 или ниже – «глубокий» терапевтический кетоз; от 1 до 3 - высокий уровень кетоза; от 3 до 6 - умеренный уровень кетоза; от 6 до 9 - низкий уровень кетоза; от 9 и выше - нет кетоза).

Анализ мочи проводили три раза в день с первого дня пребывания на тренировочном сборе. Плотность мочи определяли портативным рефрактометром Amtast VUR3, экскреция кетонových с мочой была оценена с использованием полосок с кетонowymi реагентами (UTI Urine

Анализ состава тела проводили с помощью калиперометрии (Lange Skinfold Caliper). Калиперометрия производилась классическим способом, измерялись 4 окружности (предплечье, плечо, бедро, голень) и 8 кожно-жировых складок (спина, трицепс, бицепс, предплечье, грудь, живот, бедро, голень). Индекс массы тела (ИМТ) высчитывался по формуле: вес (кг)/рост (м)².

Для оценки тренировочного процесса использовались параметры, входящие в системы дистанционного контроля тренировок Training Peaks, Selfloops, а также шкала субъективной оценки физической нагрузки Борга (Rating of Perceived Exertion Scale, Borg RPE Scale).

Нарушения со стороны желудочно-кишечного тракта оценивали после сна, через 15 минут после завершения тренировки и перед сном с использованием опросника по шкале Лайкерта от 0 до 8 (Likert scale), оценивая расстройства на системном уровне (головокружение, головная боль, мышечные судороги, позывы к мочеиспусканию), верхнем (рефлюкс, вздутие живота, тошнота, рвота), и среднем/нижнем отделах живота (спазмы, метеоризм, боль в животе, диарея) [11,16]. Ощущения аппетита определяли с помощью 10-балльной визуальной аналоговой шкалы (VAS) [1], оценивающей четыре вопроса об аппетите или сытости («Насколько вы голодны?», «Насколько вы чувствуете сытость?», «Насколько вы удовлетворены едой?», «Как ты думаешь, сколько ты мог бы съесть сейчас?»).

Результаты и обсуждения

В ходе проведенного исследования средние показатели кетонowych тел (β-гидроксибутират) и глюкозы через 40 минут после сна составили $0,5 \pm 0,3$ ммоль/л и $5,2 \pm 0,6$ ммоль/л, через 50 минут после употребления кетонowego эфира составили $2,9 \pm 0,8$ ммоль/л и $4,2 \pm 0,6$ ммоль/л и спустя три часа после физической нагрузки - $2,2 \pm 1,4$ ммоль/л и $4,8 \pm 0,9$ ммоль/л соответственно.

На основании биохимических показателей, среднее значение ГКИ через 40 минут после сна составил 12,7 (отсутствие кетоза), ГКИ через 50 минут после употребления кетонowego эфира был 1,6 (высокий уровень кетоза) и спустя 3 часа после физической нагрузки ГКИ - 3,2 (умеренный уровень кетоза). Состояние «глубокого» терапевтического кетоза было выявлено однократно у одного спортсмена (кетонowe тела - 3,9 ммоль/л, глюкоза - 3,7 ммоль/л, ГКИ -

Средние показатели плотности мочи после сна составили $1,027 \pm 0,006$ г/л, в то время как кетонowe тела (β-гидроксибутират) не определялись. Через 50 минут после употребления

кетонowego эфира средний показатель плотности мочи составил $1,029 \pm 0,003$ г/л, значение кетонowych тел в моче было определено как large (8-16 ммоль/л) и спустя три часа после физической нагрузки среднее значение плотности мочи составило $1,037 \pm 0,004$ г/л, а кетонowe тела определялись в интервале small-moderate (1,5 - 4 ммоль/л).

По данным антропометрии, средний ИМТ у обследуемых до и после исследования составил 21,3 и 20,9 соответственно, что по рекомендациям ВОЗ соответствует показателю нормальной массы тела. В то время, как результаты калиперометрии соответствовали индивидуальным особенностям спортсменов. Средний процент содержания мышечной массы и жировой массы до начала исследования составил $52,1 \pm 2,8$ % и $7,8 \pm 1,5$ %, после завершения наблюдения выявлено снижение показателя жировой массы ($7,1 \pm 1,6$ %), при относительно, сохраненной мышечной массе ($52,2 \pm 3,5$ %).

При анализе тренировочного процесса в системе Training Peaks и Selfloops, показатель стресса тренировки (TSS - Training Stress Score) в среднем составил 124, что соответствовало снижению на 12% в период использования кетонowych эфиров. Результат субъективной оценки физической нагрузки Борга находился в диапазоне от 3 до 5.

Оценка состояния желудочно-кишечного тракта и ощущения аппетита соответствовала субъективным данным из личных бесед со спортсменами о снижении чувства голода после сна, после физических нагрузок, в перерывах между приемами пищи и отсутствии жалоб со стороны желудочно-кишечного тракта. Прием экзогенных кетонowych эфиров уменьшал чувство голода (оценка VAS от 1 до 4), а также желание приема пищи (оценка VAS от 2 до 4) после тренировки. Ощущение «полноты после еды» и удовлетворенности питанием не отмечалось (оценка VAS от 6 до 8). Общий балл нарушений со стороны желудочно-кишечного тракта был незначительным во время приема экзогенных кетонowych эфиров на всем протяжении тренировочного сбора и соответствовал 15 из 96. У двух спортсменов из девяти выявлено нарушение со стороны желудочно-кишечного тракта в виде изжоги (рефлюкс), вздутия живота, спазмов и боли в животе. Верхний отдел живота 22 из 32, средний/нижний отдел живота 19 из 32. Предположительно, нарушения возникли вследствие индивидуальной непереносимости комбинированного приема углеводных напитков, энергетических гелей и экзогенных кетонowych эфиров.

Таким образом, на фоне приема напитка, содержащего экзогенный кетон в форме эфира, наблюдается повышение концентрации кетонowych тел в крови и моче с одновременным снижением глюкозы, что свидетельствует о поддержании кетоза, независимо от рациона питания. Так же экзогенный кетонový эфир обеспечивает состояние кетоза после тренировки с одновременным потреблением углеводно-белковых смесей, оказывая синергетический эффект и улучшает восстановление путем снижения катаболической активности [3, 9].

Полученные результаты анализа тренировочного процесса свидетельствуют о высокой степени переносимости физических нагрузок и сравнительно быстром восстановлении после тренировок, и в целом, соотносятся с имеющимися в литературе данными [5, 6, 11, 15].

Необходимо отметить, что кетонowe эфиры (D-β-гидроксибутират) являются практической альтернативой диетическим стратегиям для достижения кетоза [4, 13].

Выводы

Оценивая полученные результаты, целесообразно включать в систему подготовки высококвалифицированных спортсменов экзогенные кетонowe эфиры (D-β-гидроксибутират), учитывая персонифицированную нутритивно-метаболическую поддержку, индивидуальный тренировочный режим и данные мониторинга состояния кетоза.

Для детального изучения влияния экзогенных кетонowych эфиров на работоспособность и восстановление после физических нагрузок у спортсменов, необходим дальнейший, более глубокий и расширенный анализ, в т.ч. более многочисленной группы спортсменов.

Практическая значимость

Полученный опыт использования экзогенных кетоновых эфиров может иметь значение для людей, у которых снижена трудоспособность из-за соматической патологии или травмы, поскольку D-β-гидроксибутират может быть потенциально полезным терапевтическим инструментом в период реабилитации.

Список литературы

1. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion // *Scand J. Work Environ Health*. – 1990. – Vol. 16, Suppl. 1, P. 55–58.
2. Cai, Q.Y., Zhou, Z.J., Luo, R., Gan J., Li S.P., Mu D.Z., et al. Safety and tolerability of the ketogenic diet used for the treatment of refractory childhood epilepsy: a systematic review of published prospective studies // *World J. Pediatr*. – 2017. – Vol. 13, №6. – P. 528 – 536.
3. Cervone, D.T., Hucik, B. and Wickham, K.A., Can ketone esters support an appetite to perform and recover? // *J. Physiol*. – 2019.- Vol. 597, P. 4693-4694.
4. Cox P.J., Kirk T., Ashmore T., Willerton K., Evans R., Smith A., et al. Nutritional ketosis alters fuel preference and thereby endurance performance in athletes // *Cell Metab*. – 2016. – Vol. 24, № 2. P. 256 – 68.
5. Dearlove D.J., Faull O.K., Rolls E., Clarke K. Cox P.J. Nutritional ketoacidosis during incremental exercise in healthy athletes // *Front. Physiol*. – 2019. – Vol.10. P. 290.
6. Evans M., Egan B. Intermittent Running and Cognitive Performance after Ketone Ester Ingestion // *Med. Sci Sports Exerc*. – 2018. – Vol. 50, №11. – P. 2330 – 2338.
7. Fry R.W., Morton A.R., Garcia-Webb P., Crawford G.P., Keast D. Biological responses to overload training in endurance sports // *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol*. – 1992. – Vol. 64, P. 335-344.
8. Holdsworth D.A., Cox P.J., Kirk T., Stradling H., Impey S.G., Clarke K. A. Ketone ester drink increases postexercise muscle glycogen synthesis in humans // *Med. Sci Sports Exerc*. – 2017. – Vol.49, №9. - P.1789 – 1795.
9. Holmer, B.J., Watso, J.C. and Robinson, A.T., Novel fueling strategies for exercise performance: Can exogenous ketone esters be the answer to prevent overtraining? // *J. Physiol*. – 2019. - Vol. 597, P. 4439-4440.
10. Poffé C, Hespel P. Ketone bodies: beyond their role as a potential energy substrate in exercise // *J. Physiol*. – 2020. - Vol. 24.
11. Poffé C., Ramaekers M., Bogaerts S., Hespel P. Exogenous ketosis impacts neither performance nor muscle glycogen breakdown in prolonged endurance exercise // *J. Appl. Physiol*. – 2020. - Vol. 128 (6), P. 1643-1653.
12. Poffé C., Ramaekers M., Van Thienen R., Hespel P. Ketone ester supplementation blunts overreaching symptoms during endurance training overload // *J. Physiol*. – 2019. - Vol. 597(12), P. 3009-3027.
13. Stubbs, B.J., Cox, P.J., Evans, R.D., Santer P., Miller J.J., Faull O.K., et al. On the metabolism of exogenous ketones in humans // *Front. Physiol*. – 2017. – Vol.8. P. 848.
14. Stubbs B.J., Koutnik A.P., Poff A.M., Ford K.M., D'Agostino D.P. Commentary: ketone diester ingestion impairs time-trial performance in professional cyclists // *Front. Physiol*. – 2018. – Vol.9. P. 279.
15. Vandoorne T., De Smet S., Ramaekers M., Van Thienen R., De Bock K., Clarke K., Hespel P. Intake of a ketone ester drink during recovery from exercise promotes mTORC1 signaling but not glycogen resynthesis in human muscle // *Front. Physiol*. – 2017. – Vol.8. P. 310.
16. Woods A.L, Rice A.J, Garvican-Lewis L.A, Wallett A.M, Lundy B., Rogers M.A., Welvaert M., Halson S., McKune A., Thompson K.G. The effects of intensified training on resting metabolic rate (RMR), body composition and performance in trained cyclists // *PLoS One*. – 2018. – Vol. 13(2).

Изменения силы мышц ног космонавтов после выполнения повторных космических миссий

Кукоба Т.Б., канд. пед. наук, *tatyana-kukobra@yandex.ru*

Бабич Д.Р., *pwsb@bk.ru*

Романов П.В., *pasha.romanov.2016@inbox.ru*

Фомина Е.В., доктор биол. наук, *fomin-fomin@yandex.ru*

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

***Аннотация.** Впервые проведен сравнительный анализ изменения силы мышц ног космонавтов, выполнивших повторные полеты. Потери силы мышц бедра при сгибании в коленном суставе значительно больше после первого космического полета, чем после последующих. Значительное снижение силы мышц бедра при разгибании в коленном суставе и мышц голени при подошвенном сгибании показано после первого космического полета, после второго полета эти параметры изменились не значительно.*

***Ключевые слова:** повторные космические полеты, космонавты, сила мышц, невесомость.*

Введение

Перспективы освоения человеком Луны ставят перед специалистами, разрабатывающими профилактику гипогравитационных нарушений, несколько иные задачи, нежели при нахождении человека на околоземной орбите, так как речь идет о поддержании работоспособности в условиях лунной гравитации, которая составляет лишь одну шестую часть от земной. Помимо этого, система профилактики должна быть ориентирована на длительность экспедиции (пребывание на поверхности Луны или нахождение на окололунной орбите с последующим спуском на поверхность), а также на техническое обеспечение станций и жилых модулей. Важно подобрать режимы физических тренировок, обеспечивающие эффективную профилактику негативных изменений в мышечной системе человека в период его пребывания на Луне [1]. Кроме того, стоит отметить, что разработка системы профилактики может помочь в привлечении к освоению Луны частных инвесторов, путем их участия в этом проекте в качестве космических туристов.

Успешное выполнение напланетной деятельности в сверхдальних космических полетах будет во многом определяться способностью членов экипажа к выполнению работ, сопряженных с проявлением силовых способностей [2]. Вместе с тем известно, что существенные негативные изменения сократительных свойств мышц, являющиеся одним из следствий воздействия микрогравитации, обуславливают, прежде всего, снижение силы. В связи с этим очевидна целесообразность использования МКС (международной космической станции) в качестве платформы для оценки изменений силы после выполнения космических миссий [3], в том числе повторных.

Планируется нахождение человека на окололунной орбите продолжительностью до 400 суток. Система профилактических мер, в данном случае, будет схожа с применяемой на данный момент на Международной космической станции. Вопрос профилактики негативных изменений в условиях длительного космического полета до сих пор вызывает интерес многих исследователей [4-6]. Так же существует мнение о том, что адаптация к микрогравитации и реадаптация к условиям гравитации у космонавтов, выполняющих повторные полеты, происходит быстрее, чем в первом полете, и мы предполагаем, что негативные изменения в мышечной системе будут происходить в меньшей степени у космонавтов втором полете. Таким образом для участия в лунной экспедиции целесообразно рекомендовать космонавтов, выполнивших неоднократные миссии.

Цель исследования: провести сравнительный анализ изменений силы мышц ног космонавтов после выполнения повторных космических миссий на МКС.

Методы исследования

В эксперименте приняли участие 16 космонавтов, выполнивших повторные космические полеты продолжительностью от 143 до 340 суток. Обследованные космонавты выполнили от двух до пяти полетов. В исследовании представлены уникальные данные двух крайних полетов одной и той же группы космонавтов.

Исследование одобрено Биоэтической комиссией ГНЦ РФ – ИМБП РАН (протокол № 14-001-Rep-3) и международным советом по исследованию с участием человека (Human Research Multilateral Review Board – HRMRB) (протокол NASA MPA № NASA7116301606HR, протокол FWA № 00019876).

Все испытуемые в соответствии с Хельсинкской декларацией подписали информированное согласие на участие в эксперименте.

Оценка силовых способностей произведена по результатам изокинетического тестирования (силовой динамометр «Cybex») на основе регистрации моментов силы мышц ног космонавтов. Тестирование проводили за 30 и 60 суток до космического полета и на 4-е сутки после его завершения.

Основными мышцами-флексорами, участвующими в выполнении сгибания в коленном суставе, являются *m. Biceps femoris*, *m. Semimembranosus*, *m. Semitendinosus* при взаимодействии с экстензором *m. Quadriceps femoris*. Разгибание бедра в основном обеспечивается экстензором *m. Quadriceps femoris* и флексорами – *m. Biceps femoris*, *m. Semimembranosus*, *m. Semitendinosus*. Тыльное сгибание стопы, осуществляется при взаимодействии *m. Tibialis anterior* с *m. Gastrocnemius*, *m. Soleus*, и *m. Tibialis posterior*. За подошвенное сгибание стопы ответственны *m. Gastrocnemius*, *m. Soleus* и *m. Tibialis posterior*.

Максимальные моменты силы мышц голени оценивали на угловой скорости 30°/с. Выполнялось по 5 сгибаний и разгибаний стопы в голеностопном суставе, фиксировали максимальное значение. Сгибанием в голеностопном суставе обозначали движение, обеспечивающее сближение тыльной поверхности стопы с передней поверхностью голени. Разгибанию в голеностопном суставе соответствует движение, сопровождающееся увеличением угла и соответственно отдалением тыльной поверхности стопы от передней поверхности голени.

Максимальные моменты силы мышц бедра регистрировали при выполнении 5 сгибаний и разгибаний коленного сустава, на угловой скорости 60°/с, фиксировали максимальное значение.

При оценке изменений скоростно-силовых показателей за 100% брали среднее значение двух тестов, выполненных до космического полета.

Обработка результатов исследования выполнена с использованием общепринятых методов математической статистики. Для каждого из исследуемых показателей рассчитывали: среднее значение, стандартное отклонение. Оценка достоверности различий осуществлялась на основе расчетов t-критерия Стьюдента в программе «Excel 2010» для связанных выборок при сравнении внутри группы и для не связанных выборок при сравнении между группами. Нормальность распределения определялась на основе критерия Колмогорова-Смирнова.

Результаты

Потери силы мышц ног космонавтов после второго полета были меньше, чем после первого. Статистически значимое снижение силы по сравнению с исходным уровнем выявлено после первого полета в мышцах бедра, как при сгибании, так и при разгибании в коленном суставе, а также в мышцах голени при подошвенном сгибании стопы. После второго полета сила мышц снизилась, но значимых различий с фоном не обнаружено.

Статистически значимые различия выявлены в изменениях после первого и второго полета в силе мышц бедра при сгибании в коленном суставе (рис. 1).

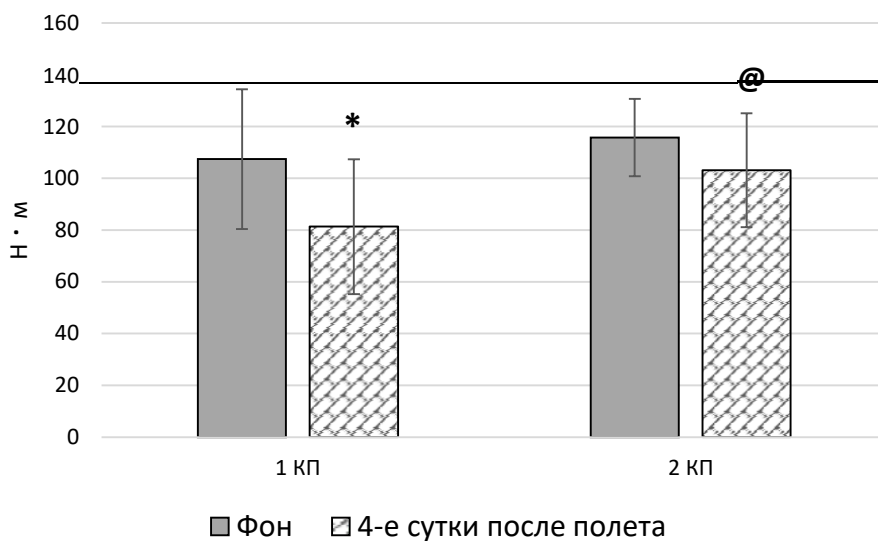


Рисунок 1 - Максимальные моменты силы мышц бедра при сгибании в коленном суставе космонавтов, выполнивших повторные полеты.

Примечание: * - различия достоверны с фоном при $P=0,01$; @ - различия достоверны с группой 1КП при $P=0,002$.

Потери силы мышц бедра при сгибании в коленном суставе после первого полета в среднем составили $22,8\% \pm 12,3\%$. У двух космонавтов после первого полета сила увеличилась на 11,6% и на 36,8%. После второго полета сила у них снизилась на 10,0% и на 5,2% соответственно. Потери силы остальных космонавтов находились в диапазоне от 9,5% до 58,7%. После второго полета у одного космонавта сила бедра увеличилась на 36% по сравнению с предполетным уровнем. У остальных космонавтов сила снижалась значительно меньше, чем после первого полета - диапазон потерь составил от 3% до 22%, средние потери по группе составили $8,0 \pm 12,2\%$.

Сила мышц бедра при разгибании в коленном суставе на четвертые сутки снизилась в среднем по группе на $21,1\% \pm 12,2\%$ после первого полета и на $11,2 \pm 9,2\%$ - после второго полета (Рис. 2). После первого полета сила снизилась у всех обследованных космонавтов, индивидуальные изменения находились в диапазоне от 3,1% до 45,7%. После второго полета у одного космонавта сила мышц бедра увеличилась на 15,2%, потери силы остальных участников эксперимента находились в диапазоне от 3,4% до 30,5%.

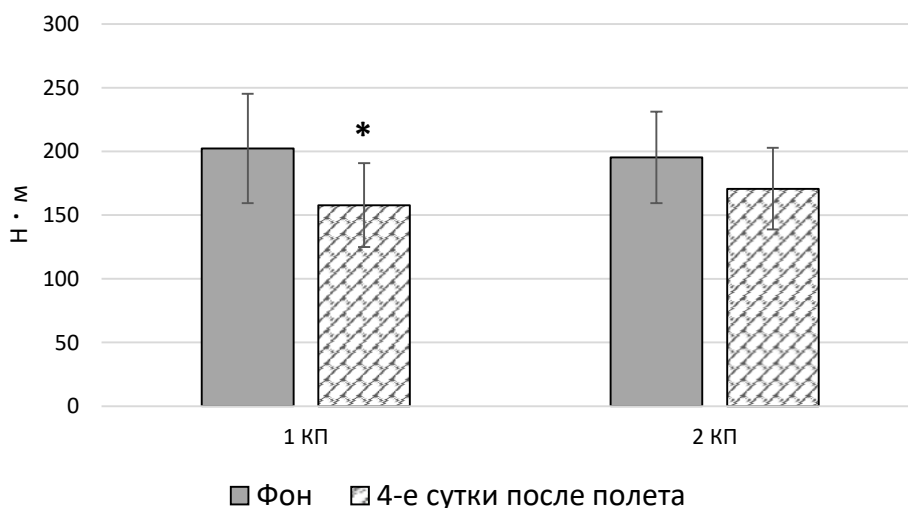


Рисунок 2 - Максимальные моменты силы мышц бедра при разгибании в коленном суставе космонавтов, выполнивших повторные полеты.

Примечание: * - различия достоверны с фоном при $P=0,003$.

Потери силы на четвертые сутки после первого полета в мышцах голени при подошвенном сгибании выявлены у всех космонавтов группы, средне-групповые изменения составили $18,2\% \pm 13,2\%$ (Рис.3). Индивидуальные потери находились в диапазоне от 4,5% до 43,1%. После второго полета сила мышц голени увеличилась у одного космонавта на 8,8%, индивидуальные потери остальных находились в диапазоне от 2,5% до 38,1%.

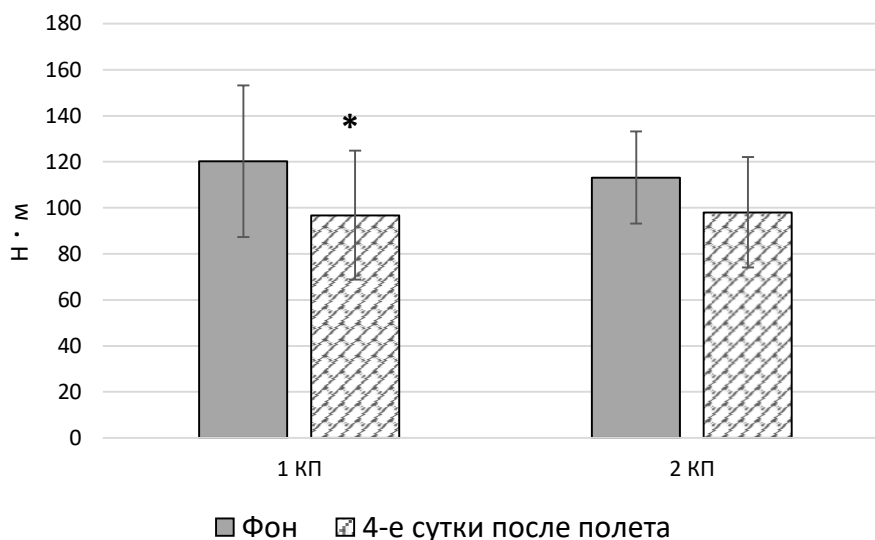


Рисунок 3 - Максимальные моменты силы мышц голени при подошвенном сгибании стопы космонавтов, выполнивших повторные полеты.

Примечание: * - различия достоверны с фоном при $P=0,04$.

Обсуждение результатов

Существуют исследования, согласующиеся с полученными нами результатами. Так, например, были выявлены значимые различия в изменениях вестибулярной функции после повторных полетов: в группе впервые летавших космонавтов период реадaptации был более длительным и нарушения вестибулярной функции были более выражены [7-9]. В исследовании Корниловой и др. [9], посвященном изменениям вестибулярной функции в условиях невесомости и после возвращения на Землю, космонавты были поделены на две

группы: группа космонавтов впервые находившиеся в невесомости и группа космонавтов с опытом пребывания в условиях невесомости. Выявлено, что в условиях невесомости и при послеполетной реадaptации имеют место снижение или полное устранение тонической (статической) компоненты в вестибуло-окулярных реакциях (отсутствие или инверсия торсионных противовращений глаз), повышение динамической реактивности полукружных каналов вестибулярной системы (снижение порога и усиление интенсивности нистагма при вращении головой) на фоне снижения тонической компоненты. А также выявлены значимые изменения вестибулярной функции после возвращения на Землю, которые зависели от повторности космических полетов: в группе впервые летавших космонавтов период реадaptации был более длительным и нарушения вестибулярной функции были более выражены [9].

Также Оганов В.С. [10-11] с соавторами в ходе многолетних исследований костной системы человека в космических полетах на орбитальной станции “Мир” и на МКС, определили, что после повторных полетов у космонавтов сохраняется индивидуально специфичная стабильность потерь костной массы в разных участках скелета независимо от типа орбитальной станции и условий полета.

Полученные данные о том, что реадaptация мышечной системы к условиям гравитации после повторных полетов менее выражена, чем после первого полета согласуется с данными об изменениях вестибулярного аппарата. Опросы космонавтов, проводимые после космических полетов, показали, что при повторных космических полетах адаптация в полете и последующая реадaptация к земным условиям протекают гораздо легче и быстрее. Показано, что повторное пребывание в длительном космическом полете приводит к резкому, статистически значимому сокращению периода реадaptации вестибулярной функции. У космонавтов группы I (впервые находившихся в длительном космическом полете) после полета наблюдается – повышение реактивности полукружных каналов вестибулярного входа, снижение уровня тонической (статической) вестибулярной возбудимости, атипичные нарушения вестибулярной функции. У космонавтов группы II (имевших предварительный опыт длительного пребывания в невесомости) значимые изменения в состоянии вестибулярной функции наблюдаются только на 1–2-е сутки после космического полета. Достоверные различия в вестибулярных реакциях в группах космонавтов с наличием и отсутствием предварительного опыта космических полетов и сокращение времени их послеполетного восстановления могут быть объяснены феноменом «привыкания». Атипичные нарушения вестибулярной функции и изменение характера взаимодействия отолитов и полукружных каналов наблюдаются преимущественно у космонавтов, впервые находившихся в условиях невесомости [7]. В другом исследовании в ходе тестирования использовался метод видеоокулографии для регистрации движений глаз. Показано, что у большинства космонавтов, впервые находившихся в длительном космическом, полете происходит достоверное ухудшение показателей зрительного слежения вплоть до 8-9-х суток после полета. У космонавтов, имевших предварительный опыт пребывания в условиях невесомости, значимые изменения показателей зрительного слежения наблюдаются только на 1-2-е сутки и, частично, на 4-5-е сутки после полета. При послеполетной реадaptации развивается новая стратегия зрительного слежения, характерная только для космонавтов, впервые находившихся в условиях невесомости [8].

В исследовании Hallgren et al. [12] приняли участие 25 астронавтов – 13 впервые имели опыт полета и 12 астронавтов с опытом космических полетов – по крайней мере, один раз до исследования и 2 астронавта среди них уже летали четыре раза. Изучался окулярный контроллинг (OCR), отолит-управляемое отражение которого чувствительно к наклону головы относительно силы тяжести и наклонов гравитационно-инерциального вектора ускорения во время центрифугирования. При сравнении пре- и послеполетного OCR обнаружено статистически значимое снижение реакции OCR при возвращении к земным условиям. Проводилось сравнение OCR у двух групп. Отмечена тенденция к различию в OCR между двумя группами. OCR отличалась между группой астронавтов имевших опыт полетов

и группой астронавтов, не имевших ранее опыта полетов, но не было выявлено значимых отличий [12].

В работе Оганова и др. [10] представлены результаты многолетних исследований костной системы человека в космических полетах на орбитальной станции «Мир», международной космической станции (МКС), полученные с помощью остеоденситометрии. Сравнительный анализ результатов показал отсутствие значительных различий в изменениях костной массы у членов экипажей обеих орбитальных станций. Показана высокая индивидуальная вариабельность изменений и стабильность индивидуального характера соотношения изменений костной массы в разных сегментах скелета независимо от типа орбитальной станции [10]. В другом исследовании, с учётом полётов на орбитальной станции «Мир» (для многих космонавтов экспедиции на МКС были повторными, иногда троекратными), удалось установить новую закономерность: соотношение потерь костной массы в разных сегментах скелета имеет индивидуально специфическую стабильность независимо от типа орбитальной станции. При остеоденситометрии космонавтов после повторных полётов установлено, что соотношение потерь костной массы в разных участках скелета сохраняет индивидуально специфичную стабильность независимо от типа орбитальной станции и условий полёта [11].

Выводы

После повторных полетов потери силы мышц ног космонавтов менее выражены, чем после первого полета. Это позволяет говорить о совершенствовании процессов адаптации к условиям невесомости и последующих процессов реадаптации к условиям планетной гравитации. Результаты могут быть полезны для отбора членов экипажей для лунных экспедиций и дальнего космоса.

Благодарности

Выражаем благодарность космонавтам, принявшим участие в эксперименте, сотрудникам Центра подготовки космонавтов им. Гагарина и врачам экипажей за предоставленную возможность проведения до и после полетных обследований.

Поддержано базовым финансированием РАН 63.1.

Список литературы

1. Ade C. J. et al. Prediction of Lunar-and Martian-based intra-and site-to-site task performance //Aerospace Medicine and Human Performance. – 2016. – Т. 87. – №. 4. – С. 367-374.
2. Sutterfield S. L. et al. Prediction of Planetary Mission Task Performance for Long-Duration Spaceflight //Medicine and science in sports and exercise. – 2019. – Т. 51. – №. 8. – С. 1662-1670.
3. Gopalakrishnan R. et al. Muscle volume, strength, endurance, and exercise loads during 6-month missions in space //Aviation, space, and environmental medicine. – 2010. – Т. 81. – №. 2. – С. 91-104.
4. Hackney K. J. et al. The astronaut-athlete: optimizing human performance in space //The Journal of Strength & Conditioning Research. – 2015. – Т. 29. – №. 12. – С. 3531-3545.
5. English K. L. et al. Isokinetic strength changes following long-duration spaceflight on the ISS //Aerospace medicine and human performance. – 2015. – Т. 86. – №. 12. – С. A68-A77.
6. English K. L. et al. Exercise Countermeasures to Neuromuscular Deconditioning in Spaceflight //Comprehensive Physiology. – 2011. – Т. 10. – №. 1. – С. 171-196.
7. Наумов И. А. и др. Состояние вестибулярной функции после повторных космических полетов //Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2015. – Т. 49. – №. 6. – С. 33-40.
8. Наумов И. А. и др. Влияние повторных космических полетов на зрительное слежение //Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2016. – Т. 50. – №. 1. – С. 17-27.

9. Корнилова Л. Н. и др. Вестибулярная функция и космическая болезнь движения // Физиология человека. – 2017. – Т. 43. – №. 5. – С. 80-93.
10. Оганов В. С. и др. Сравнительный анализ изменений костной системы космонавтов в длительных орбитальных полетах и возможности прогноза для межпланетных миссий // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. – №. 3. – С. 39-47.
11. Оганов В. С. и др. О природе зонспецифичности реакций скелета человека в условиях невесомости» // Остеопороз и остеопатии. – 2011. – №. 3.
12. Hallgren E. et al. Decreased otolith-mediated vestibular response in 25 astronauts induced by long-duration spaceflight // Journal of neurophysiology. – 2016. – Т. 115. – №. 6. – С. 3045-3051.

Annotation. *For the first time, a comparative analysis of changes in the strength of the muscles of the legs of astronauts who performed repeated flights was carried out. The loss of strength in the muscles of the thigh during flexion in the knee joint is significantly greater after the first space flight than after subsequent ones. A significant decrease in the strength of the thigh muscles during extension in the knee joint and the muscles of the lower leg during plantar flexion was shown after the first space flight; after the second flight, these parameters did not change significantly.*

Keywords: *repeated space flights, cosmonauts, muscle strength, weightlessness.*

Выявление метаболических предикторов перетренированности у юных спортсменов (обзор зарубежных публикаций)

Курашвили В.А.¹, доктор мед. наук, профессор, kurashvili@list.ru

Парастаев С.А.¹, доктор мед. наук, профессор, zbnsnsbz@rambler.ru

Поляев Б.А.¹, доктор мед. наук, профессор, polyaev@sportmed.ru

*Кафедра реабилитации, спортивной медицины и физической культуры
Российского научно-исследовательского медицинского университета имени Пирогова*

Аннотация. Данный обзор посвящен проблеме кумуляции у спортсменов негативных последствий утомления: переутомления (в его последовательно возникающих формах - функциональной и нефункциональной), которые при неблагоприятном стечении обстоятельств могут постепенно трансформироваться в синдром перетренированности. Приведены новые данные об использовании метаболических предикторов для диагностики перетренированности у юных спортсменов. Показано, что синдром перетренированности (Overtraining Syndrome - OTS) рассматривается в настоящее время как наиболее тяжелое последствие утомления, развивающееся в результате кумуляции его эффектов на фоне недостаточного восстановления и относительного дефицита энергии (Low energy

Ключевые слова: последствий утомления, юные спортсмены, метаболические предикторы, синдром перетренированности, относительный дефицит энергии.

Частота встречаемости синдрома перетренированности

Имеющиеся данные указывают, что синдрому перетренированности подвержены ~ 20-30% юных спортсменов [1].

Симптомы, о которых чаще всего сообщают, аналогичны тем, которые наблюдаются у перетренированных взрослых спортсменов: повышенное восприятие усилий во время упражнений, частые инфекции верхних дыхательных путей, болезненность мышц, нарушения сна, потеря аппетита, расстройства настроения, вспыльчивость, снижение интереса к тренировкам и соревнованиям, снижение уверенности в себе, неспособность сосредоточиться

Распространенное заблуждение состоит в том, что перетренированность - это просто проблема чрезмерных тренировочных нагрузок. В поддержку этой точки зрения приводят статистические данные, которые показывают, что в стремлении к повышению результатов тренировочные нагрузки увеличивались многократно. Например, олимпийский пловец Марк Спитц, обладатель 7 золотых медалей на Олимпийских играх 1972 года, ежедневно проплывал около 9 км в день, но в течение последующих 20 лет даже средний пловец превышал эту тренировочную нагрузку [3].

Примерно в те же годы стала популярна теория Андерса Эриксона о том, что для достижения высшего статуса в любой сфере деятельности требуется 10 000 часов практики. Десять тысяч часов эквивалентны примерно трём часам практики в день, или двадцати часам в неделю на протяжении десяти лет, что в целом соответствует нагрузке элитного атлета мирового класса [4].

Это соображение подталкивало тренеров к повышению объемов тренировочных нагрузок. Однако в исследованиях ученых из Принстонского университета была показана ошибочность этой стройной, на первый взгляд, теории. Выяснилось, что в формировании оптимальных спортивных навыков решающую роль играют не количество тренировок, а

качество формирования новых нервных связей в мозгу, способность мозга адаптироваться к новым ситуациям и опыту, в основе которой лежит нейрогенез — постоянное обновление клеток мозга [5].

Изучение причин развития синдрома перетренированности (СП) у юных спортсменов показало, что сравнение опубликованных данных связано со значительными трудностями ввиду того, что либо привлекалось ограниченное число участников, либо не проводилась дифференциация по гендерному признаку. Трудно провести различия в распространенности между разными видами спорта, между командными и индивидуальными видами спорта.

Тем не менее, по данным [6] у элитных бегунов на длинные дистанции частота СП составила 60% и 64% у женщин и мужчин, соответственно.

Одно из крупнейших исследований спортсменов-подростков был проведен Raglin et al. [7], которые провели анкетный опрос с участием 231 юного пловца ($14,8 \pm 1,4$ года) в четырех разных странах (Япония, США, Швеция и Греция). На основании опроса было установлено, что явления перетренированности встречались в 34,6% случаев; при этом разброс составлял от 20,5% до 45,1% в разных странах. Средняя продолжительность патологических расстройств составила 3,6 недели. У подверженных СП пловцов личные результаты на 100 м вольным стилем были лучше, чем у контрольной группы ($p < 0,01$) по сравнению со здоровыми пловцами. Симптомы СП были сходными во всех странах, при этом наиболее характерным признаком было повышение показателя субъективного восприятия тренировочных усилий.

Kentta et al. [9] исследовали распространенность СП у элитных шведских спортсменов в возрасте от 16 до 20 лет. Обнаружено, что 37% атлетов хотя бы один раз за свою спортивную карьеру сообщали о явлениях СП, и эта частота этого расстройства была выше в индивидуальных видах спорта (48%) по сравнению с командными видами спорта (30%).

Большинство авторов согласны в том, что при изучении синдрома перетренированности необходим анализ биохимических, физиологических, эндокринных, нейрональных и миологических коррелятов, каждый из которых потенциально вовлечен в метаболические процессы.

Отсутствие единой терминологии

Следует подчеркнуть, что до настоящего времени нет единого мнения по поводу используемой терминологии. В 2013 году была опубликована классификация перетренированности Европейской коллегии спортивной науки [9], согласно которой вначале развивается «функциональное переутомление» (Functional overreaching, FOR). На этом этапе происходит краткосрочное снижение работоспособности, но в программу тренировок встроены надлежащие периоды восстановления, FOR может привести к развитию «суперкомпенсации».

Ранее в научной литературе неоднократно рассматривалось предположение о развитии у спортсменов негативных последствий утомления (в его последовательно возникающих формах - функциональной и нефункциональной) которое при неблагоприятном стечении обстоятельств может постепенно трансформироваться в синдром перетренированности (OTS)

Несколько отличается позиция британских врачей. В Англии еще в 1990 году было предложено, в отличие от более часто упоминаемого термина «синдром перетренированности», использовать название «синдром необъяснимого снижения работоспособности» (unexplained underperformance syndrome, UUPS).

Как поясняют авторы, термин UUPS был принят, чтобы подчеркнуть связь данного синдрома со стойкой утомляемостью, то есть дезадаптацией. UUPS отражает сложность синдрома, многофакторную этиологию и показывает, что «перетренированность» или дисбаланс между тренировочной нагрузкой и восстановлением не может быть основной причиной недостаточной работоспособности.

Другая группа авторов «субъективно воспринимаемый стресс» (Perceived Stress) [13], «истощение функциональных резервов» (Depletion of functional reserves) [14],

«выгорание» (Burnout).

Для объяснения синдрома перетренированности используются многочисленные гипотезы, каждая из которых имеет свои сильные и слабые стороны. Каждая теория сосредоточена вокруг ключевого параметра, дисбаланс которого может привести к перетренированности в ходе выполнения длительных нагрузок с высокой интенсивностью. Очевидно, что ни один отдельно взятый маркер не может быть использован для диагностических целей.

В последние годы значительно внимание привлекает гипотеза относительного дефицита энергии в спорте (Low energy availability, EA). Это состояние возникает, когда потребляется недостаточно калорий для поддержания расхода энергии на физические упражнения, что приводит к нарушению физиологических процессов. Проблемы со здоровьем, связанные с длительным низким уровнем EA, включают либидо, желудочно-кишечную и сердечно-сосудистую дисфункцию и ухудшение здоровья костей, которые могут способствовать ухудшению спортивных результатов. Кроме того, как у женщин, так и у мужчин отмечается снижение плотности костной ткани [15, 16, 17].

В отличие от других проявлений относительного дефицита энергии нарушение состояния костной ткани часто развивается незаметно для спортсмена и, вероятнее всего, является необратимым, поскольку отсутствие нормального прироста костной массы в юношеский период, как правило, в дальнейшем не может быть полностью скорректировано

К числу клинических последствий низкой массы костной ткани можно отнести повышенный риск усталостных переломов. Эти повреждения происходят в результате накопления микротрещин костной ткани в условиях повторяющихся механических воздействий при тренировках, когда должное заживление микротрещин не может быть реализовано при нарушении метаболизма кости [21, 22].

Исследование Koehler et al. (2016) показало, что 40 ккал/кг тощей массы тела (ТМТ) может служить в качестве порогового значения [23]. Однако другими авторами [24] установлено, что значение 30 – 45 ккал/кг ТМТ уже должно считаться недостаточной и спортсмены должны оставаться в этом диапазоне только в течение короткого периода времени, например при стремлении снизить массу тела. Клинические исследования показали [25], что ЭА <30 ккал / кг FFM, по-видимому, является порогом, при котором серьезные последствия для здоровья могут наблюдаться уже через 5 дней у здоровых молодых женщин

Заключение

Эффективная реализация стратегии купирования синдрома перетренированности диктует необходимость поддержания энергетического баланса, сохранение необходимой плотности костной ткани и оптимизацию процессов построгового восстановления.

Список литературы

1. Meeusen R., Duclos M., Gleeson M., Rietjens G., Steinacker J.M., Urhausen A.: Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *Eur J Sport Sci* 2006; 6:1-14.
2. Raglin J, Wilson G: Overtraining in athletes; in Hanin Y (ed): *Emotions in Sport*. Champaign, Human Kinetics, 2000, pp 191-207.
3. Councilman R: No simple answers. *Swimming Technique* 1990; 27:22–29.
4. K. Anders Ericsson, Ralf Th. Krampe, and Clemens Tesch-Romer. The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance. *Psychological Review*. 1993, Vol. 100. No. 3, 363-406.
5. Brooke N.M., Moreau D., Hambrick D.Z. The Relationship Between Deliberate Practice and Performance in Sports: A Meta-Analysis. *Perspect Psychol Sci*. 2016. May;11(3):333-50. doi:

10.1177/1745691616635591.

6. Kellman M. Underrecovery and overtraining: different concepts - similar impact in Kellman M (ed): *Enhancing Recovery - Preventing Underperformance in Athletes*. Champaign, Human Kinetics, 2002, p. 3-24.

7. Raglin J., Sawamura S., Alexiou S., Hassmen P., Kentta G. Training practices and staleness in 13- to 18-year-old swimmers: a cross-cultural study. *Pediatr Exerc Sci* 2000; 12:61-70.

8. Kentta G., Hassmen P., Raglin J.S. Training practices and overtraining syndrome in Swedish age-group athletes. *Int J Sports. Med* 2001; 22: 460-465.

9. Meeusen R., Duclos M., Foster C., Fry A., Gleeson M., Nieman D., Raglin J., Rietjens G., Steinacker J., Urhausen A. European College of Sport Science; American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc.* 2013 Jan; 45(1): 186-205. http://www.sportmedicine.ru/recomendations/prevention_diagnosis_and_treatment_of_the_overtraining_syndrome.pdf

10. Uusitalo A. A Comment on: prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. *Eur J Sport Sci* 2006; 6: 261- 262.

11. Richardson S.O., Andersen M.B., Morris T. *Overtraining Athletes: Personal Journeys in Sport*. Champaign, Human Kinetics, 2008.

12. Lewis N.A., Collins D., Pedlar C.R., Rogers J.P. Can clinicians and scientists explain and prevent unexplained underperformance syndrome in elite athletes: an interdisciplinary perspective and 2016 update. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2015; 1(1): e000063. doi: 10.1136/bmjsem-2015-000063

13. Lebois L.A.M., Hertzog C., Slavich G.M., Barrett L.F., Barsalou L.W. Establishing the situated features associated with perceived stress. *Acta Psychol (Amst)*. 2016 Sep; 169: 119–132. doi: 10.1016/j.actpsy.2016.05.012.

14. Meyer N., Reguant-Closa A. “Eat as If You Could Save the Planet and Win!” Sustainability Integration into Nutrition for Exercise and Sport. *Nutrients*. 2017 Apr; 9(4): 412. Published online 2017 Apr 21. doi: 10.3390/nu9040412

15. Raanes E.F.W., Hrozanova M., Moen F. Identifying Unique Contributions of the Coach–Athlete Working Alliance, Psychological Resilience and Perceived Stress on Athlete Burnout among Norwegian Junior Athletes. *Sports (Basel)* 2019 Sep; 7(9): 212. Published online 2019 Sep 13. doi: 10.3390/sports7090212

16. Raedeke T.D., Smith A.L. Coping resources and athlete burnout: a examination of stress mediated and moderation hypotheses. *J Sport Exerc Psychol* 2004; 26: 5255- 5241.

17. Budgett R., Newsholme E., Lehmann M., Sharp C., Jones D., Peto T., Collins D., Nerurkar R., White P. Redefining the overtraining syndrome as the unexplained underperformance syndrome. *Br J Sports Med* 2000; 34: 67-68.

18. Logue D.M., Madigan S.M., Melin A., Delahunt E., Heinen M., Donnell S.M., Corish C.A. Low Energy Availability in Athletes 2020: An Updated Narrative Review of Prevalence, Risk, Within-Day Energy Balance, Knowledge, and Impact on Sports Performance. *Nutrients*. 2020 Mar; 12(3): 835. Published online 2020 Mar 20. doi: 10.3390/nu12030835

19. Logue M., Delahunt M., Corish H.D.. Low Energy Availability in Athletes 2020: An Updated Narrative Review of Prevalence, Risk, Within-Day Energy Balance, Knowledge, and Impact on Sports Performance. *Nutrients*, Vol. 12, Pages 835.

20. Kroshus E., DeFreese J. D., Kerr Z.Y.. Collegiate Athletic Trainers' Knowledge of the Female Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport. *J Athl Train*. 2018 Jan; 53(1): 51–59. doi: 10.4085/1062-6050-52.11.29

21. Davelaar C.M.F., Ostrom M., Schulz J., Trane K., Wolkin A., Granger J. Validation of an Age-Appropriate Screening Tool for Female Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport in Young Athletes. *Cureus*. 2020 Jun; 12(6): e8579. Published online 2020 Jun 12. doi: 10.7759/cureus.8579

22. Wells K.R., Jeacocke N.A., Appaneal R., Smith H.D., Vlahovich N., Burke L.M., Hughes D. The Australian Institute of Sport (AIS) and National Eating Disorders Collaboration (NEDC)

position statement on disordered eating in high performance sport. *Br J Sports Med.* 2020 Nov; 54(21): 1247–1258.

23. Koehler K., Hoerner N.R., Gibbs J.C., Zinner C., Braun H., De Souza M.J., et al. Low energy availability in exercising men is associated with reduced leptin and insulin but not with changes in other metabolic hormones. *J Sports Sci.* 2016;34:1921–1929. doi: 10.1080/02640414.2016.1142109.

24. Melin A., Tornberg A.B., Skouby S., Moller S.S., Sundgot-Borgen J., Faber J., et al. Energy availability and the female athlete triad in elite endurance athletes: energy availability in female athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25:610–622. doi: 10.1111/sms.12261.

25. Loucks A.B., Thuma J.R. Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003;88:297–311. doi: 10.1210/jc.2002-020369.

26. Melin A.K., Heikura I.A., Tenforde A., Mountjoy M. Energy availability in athletics: health, performance, and physique. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019;29:152–164. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0201.

Методика мониторинга физической подготовленности спортсмена в оценке учебно – тренировочного процесса

Ланда Б.Х., канд. техн. наук, доцент, *b-landa@yandex.ru*

Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирязова, г. Казань, Россия

Аннотация. Методика мониторинга, отслеживающая на протяжении длительного периода динамику физической и специальной подготовленности спортсмена, его морфологическое состояние, является основой для принятия тренером научно обоснованных решений по управлению учебно – тренировочным процессом. Измерения, расчёт и оценка важнейших характеристик, использующая информационно – диагностическое обеспечение, позволяет выявить наиболее успешных спортсменов.

Ключевые слова: мониторинг, методика, измерения, расчёт, оценка показателей, управление, учебно – тренировочный процесс.

Введение

Реализация предлагаемой методики используется нами не только для модернизации процесса спортивного воспитания и оценки здоровья сберегающей деятельности любой организации, но и для исполнения федерального закона №329-ФЗ «О физической культуре и спорте в РФ» от 4.12.2007 г, ст.28, п.7. где записано «О проведении ежегодного мониторинга физической подготовленности и физического развития обучающихся во всех образовательных учреждениях». Овладение методами мониторинга, отслеживающими на протяжении длительного периода динамику физической и специальной подготовленности спортсмена, его морфологическое состояние, является основой для принятия тренером научно обоснованных решений по управлению организацией учебно – тренировочного процесса. Эта тема востребована также преподавателями физической культуры, специалистами, отвечающими за сохранение и укрепление здоровья обучающихся. Желательно, чтобы и спортсмены проявили интерес к измерениям, расчётам и оценкам своих достижений, к информационно – диагностическому обеспечению методики мониторинга и компьютерной обработке полученных результатов.

Методика

Организационно – управленческая модель мониторинга, методика комплексной оценки показателей физической и функциональной подготовленности и её информационно – диагностического обеспечения, вопросы организации подготовки и проведения тестирования, инструментарий и педагогическое сопровождение, а также обучение требованиям к проведению тестов, работе с приборами и инструментами изложено в авторских учебных пособиях федерального уровня [1,2]. Это позволяет автору адресовать к ним всех заинтересовавшихся темой сообщения.

Результаты и их обсуждение

10 лет обучались на проводимых автором Всероссийских курсах повышения квалификации (2007 – 2017гг.) в Московском педагогическом университете «Первое сентября» теме «Мониторинг физического развития и физической подготовленности учащихся» тренера и учителя физической культуры из большинства регионов России и ближнего зарубежья. В 2011 году по просьбе ФГОУ ШВСМ – центр подготовки сборных юношеских, юниорских и молодёжных команд России, по теме данного доклада был подготовлен семинар для тренеров, врачей спортивной медицины, фитнес – инструкторов и других специалистов в области физической культуры и спорта. Апробация методики в

Республиках Татарстан, Саха – Якутия, Карелия, в Москве, в выступлениях на научных форумах и в многочисленных публикациях показали её доступность и надёжность при оценке важнейших показателей здоровья по тестам физического развития, физической и функциональной подготовленности различных возрастных групп населения. В связи с возрождением ВФСК ГТО и принятием новой государственной программы «Спорт – норма жизни» наши исследования в направлении дальнейшего совершенствования учебного процесса физкультурно – спортивной подготовки продолжаются [3].

Вывод

Овладение методикой позволяет благодаря тестированию физических качеств общей и специальной подготовки освоить процессы измерения, расчёта и оценки важнейших спортивных показателей, выявить наиболее успешных в различных видах спорта спортсменов и научно – обосновано управлять организацией учебно – тренировочного процесса.

Благодарность

Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки РФ по проекту №2.2.3.3/3115 «Мониторинг показателей физического развития и физической подготовленности в охране здоровья обучающихся и оценке качества образования».

Список литературы

- 1.Ланда Б.Х. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности. Учебное пособие. 5ое дополненное и исправленное издание. М.:Сов.спорт,2011-348с
- 2.Ланда Б.Х.Диагностика физического состояния: обучающие методики и технология: учебное пособие /Б.Х.Ланда.-М.: Спорт,2017.-128с
- 3.Ланда.Б.Х.. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс Готов к труду и обороне: структура, содержание, технология внедрения», учебное пособие подготовленное автором, прошло в 2020 году экспертизу Федерального учебно-методического объединения в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 49.00.00 Физическая культура и спорт и готовится к изданию.

***Annotation.** The monitoring method, which tracks the dynamics of the athlete's physical and special fitness over a long period of time, as well as his morphological state, is the basis for the coach to make scientifically based decisions on the management of the training process. Measurement, calculation and evaluation of the most important characteristics, using information and diagnostic software, allows you to identify the most successful athletes.*

Индивидуализация физической подготовки дзюдоистов

Латушкина В.В. магистр педагогических наук, *lyagutskaya93@mail.ru*

УО «Белорусский государственный университет физической культуры», Минск

***Аннотация.** В статье приводятся экспериментальные данные, которые свидетельствуют о эффективности индивидуализированной спортивной тренировки у дзюдоистов. Необходимость поиска и применения новых организационных и методических подходов к процессу спортивной подготовки борцов, ориентация на индивидуальные задатки и особенности борца учитывая признаки манеры противоборства. Обоснование эффективности индивидуального физического комплекса на физических качества борца дзюдоиста.*

***Ключевые слова:** Индивидуализация спортивной тренировки, дзюдоисты, игровики, силовики, темповики*

Введение

В настоящее время систему подготовки высококвалифицированных дзюдоистов невозможно представить без использования индивидуального подхода в учебно-тренировочном процессе. Индивидуализация спортивной тренировки является актуальной проблемой теории и практики борьбы. Это относится ко всем этапам многолетней подготовки квалифицированных дзюдоистов. Необходимость подбора новых средств вызвана тем, что применение традиционных организационных и методических подходов к процессу спортивной подготовки не ориентировано на конкретного борца и не позволяет максимально эффективно использовать его индивидуальные задатки и особенности.

Учитывая признаки манеры противоборства были созданы 3 группы спортсменов (А, Б, С). 1) группа А – комбинационный или игровой стиль, весовая категория от 60 до 66 кг. Скоростные и скоростно-силовые способности (подавление, темп, ведение схватки); 2) группа Б – силовой стиль, весовая категория от 73 до 81 кг. Силовые способности (сковывания, простые атаки); 3) группа С – темповой стиль, весовая категория от 90 до 100 кг. Общая и специальная выносливость (маневрирования, обманные действия, связки, комбинации)

В ходе исследования было установлено, что факторы физической подготовленности дзюдоистов групп А (игровики), В (силовики), С (темповики) имеют отличия в своих показателях и согласуются с определённой ранее излюбленной манерой ведения спортивного поединка. Таким образом, нам удалось выявить определённые типологические признаки, свойственные «игровикам», «силовикам» и «темповикам».

Дзюдоисты, вошедшие в группу А (игровики) обладают лучшими скоростными способностями, а также более развитыми координационными способностями. Менее сильными сторонами физической подготовленности в данной группе оказались силовые качества, а также силовая выносливость. Остальные качества были близки к средним значениям.

Спортсмены, составившие группу В (силовики) обладают более развитыми силовыми способностями, в частности – взрывной силой, максимальной силой. Однако вызывает интерес относительно невысокий уровень развития специальной и силовой выносливости. Для данного типа борцов повышение уровня специальной и силовой выносливости является основным резервом по повышению спортивной результативности. В целом такая структура физической подготовленности полностью согласуется с ведущей в данном случае манерой ведения поединка, так как основным залогом успеха для данного типа дзюдоистов является своевременная мощная атака, редко одиночным действием, реже связкой из двух приёмов.

Структура физической подготовленности у дзюдоистов группы С (темповики) также

отражает специфику излюбленной манеры ведения схватки – наиболее развитыми качествами оказались силовая выносливость, специальная выносливость, а также специализированное восприятие времени. Наименее развитым качеством оказалась взрывная сила. Данный факт можно объяснить тем, что с высоким темпом схватки спортсменам у спортсменов накапливается утомление, не позволяющее проявлять достаточное взрывное усилие, в связи с чем данное качество утрачивает свою актуальность с течением схватки. Основная тактическая задача для данного типа борцов – утомить противника, тем самым ослабив эффективность его защиты.

Резюмируя вышеизложенное, мы можем констатировать, что на основе факторного анализа нам удалось определить ведущие физические качества для борцов трёх основных манер ведения спортивного поединка. Проанализирована структура физической подготовленности дзюдоистов, которая ориентирована на высокую интенсивность соревновательной деятельности.

Выбраны в качестве методологической основы подготовки ориентации на развитие приоритетного физического качества, а не на подтягивание отстающего, что даёт положительные результаты с точки зрения повышения надёжности технико-тактических действий борцов.

Методы

В исследовании приняли участия 21 квалифицированный спортсмен в возрасте от 17 до 19 лет, занимающихся дзюдо. Были организованы три группы спортсменов по 7 человек в каждой отличающихся по стилю ведения борьбы и весовым категориям: 1) группа А – комбинационный или игровой стиль, весовая категория от 60 до 66 кг 2) группа Б – силовой стиль, весовая категория от 73 до 81 кг. 3) группа С – темповой стиль, весовая категория от 90 до 100 кг.

В ходе исследования применялись следующие методы:

1. Методы теоретического анализа и синтеза;
2. Методы педагогического исследования:
 - а) педагогическое наблюдение;
 - б) педагогическое тестирование;
 - в) педагогический эксперимент;
3. Методы математической статистики.

Результаты

Полученные результаты представлены в таблицах 1 и 3. В таблице 2 представлен индивидуализированный комплекс упражнений для трёх групп спортсменов.

Таблица 1. Результаты тестирования уровня физической подготовленности квалифицированных борцов (исходные данные).

	Контрольные упражнения	Группы спортсменов ($X \pm x$)			Достоверность различий между группами					
		А	В	С	А-В		А-С		В-С	
					T	P	t	P	T	P
1	10 подтягиваний на время, с	10,68±0,2	10,24±0,1	11,00±0,1	2,23	<0,05	1,56	>0,05	4,0	<0,01
2	10 переходов из упора присев в упор лежа, с	8,5±0,1	8,6±0,1	8,7±0,1	0,66	>0,05	1,28	>0,05	0,58	>0,05
3	Прыжок в длину с места, см	255±3,2	250±3,5	245±3,9	1,05	>0,05	1,98	>0,05	0,96	>0,05
4	PWC170, кгм/кг	17,47±0,4	17,79±0,9	17,98±1,0	0,31	>0,05	0,51	>0,05	0,12	>0,05
5	KCB, усл.ед.	164,1±2,8	161,6±3,4	162,6±3,4	0,41	>0,05	0,62	>0,05	0,20	>0,05

6	Снижение пед-ой оценки (%)	9,35±1,4	8,4±1,9	8,9±1,6	0,40	>0,05	0,21	>0,05	0,20	>0,05
7	15 бросков партнера, с	27,0±1,3	27,14±1,1	27,27±1,2	0,06	>0,05	0,08	>0,05	0,08	>0,05

В начале педагогического эксперимента по результатам контрольного тестирования между группами А, Б, С, по всем, кроме одного показателя (10 подтягиваний на время), не было обнаружено достоверных различий ($p > 0,05$). Это значит, что группы по уровню физической подготовленности были равны.

В экспериментальных группах А, Б, С, при одинаковом количестве тренировочных занятий была выполнена одинаковая нагрузка по общему объёму. Однако, дополнительно к общему объёму тренировки, для группы А была спланирована нагрузка на развитие скоростно-силовых качеств на 10-12 % больше, чем для групп Б и С. Для группы Б – на 10-12 % больше на развитие силовых качеств и для группы С – на 10-12% больше на развитие общей выносливости.

В таблице номер 2 представлены комплексы упражнений для трёх групп спортсменов.

Таблица 2. Комплексы упражнений для групп спортсменов А, Б, С.

Упражнения	Вес отягощения		Кол-во повторений	Кол-во подходов	Кол-во выполн.в неделю	Время отдыха между подходами	
	Средн.	Макс.				Активный	Пассивн.
Группа А							
Подтягивания на перекладине	-	-	10	10	4	-	1-2 мин
Жим штанги от груди	60-80 % от собст.в.	90-100 % от с.в	1-2	2-6	2	3-5 мин	-
Прыжки	15 кг	20 кг	3-5 мин	5-10	5-6	-	3-5 мин
Прыжки стоя на двух скамьях	20 кг	30 кг	10-15	3-5	2-3	3 мин	-
Прыжки с премоной ног	30% от собств. веса	50% от с.в.	20-50	2-3	3	-	2 мин
Прыжки со штангой на плечах	20-40 кг	40-60 кг	20-50	3-5	4	-	4 мин
Группа Б							
Жим лежа	60-80 % от собст.в.	90-100% от с.в	3-4	5	2	5 мин	-

Отжимания на брусьях	Пояс или жилет 10-15 кг	Пояс или жилет 20-30 кг	20	3	3	-	3 мин
Приседания со штангой	40-60 кг	60-80 кг	10-20	3	2-3	4 мин	-
Подтягивания	Жилет 10 кг	Жилет 20 кг	10	5	3	-	4-6 мин
Отжимания	-	10 кг	15	10	2	2 мин	
Работа с резиной	-	-	5 мин	5	6	-	3 мин
Группа С							
Прыжки на тумбу	-	-	10	5	2	-	1 мин
Бег на 200 м	-	-	-	4	3	2 мин	
Бег с ускорением на 100 м	-	-	-	6	3	-	4 мин
Подтягивания	-	-	10	10	6	2 мин	-
Работа с резиной (имитация приемов)	Пояс 20 кг	Пояс 40 кг	5 мин	5	6	5 мин	-
Отжимания	10 кг	20 кг	10	10	4	-	2 мин

Через 6 месяцев после начала применения комплекса упражнений было проведено очередное тестирование групп А, Б, С.

Таблица 3. Результаты тестирования уровня физической подготовленности квалифицированных борцов (конечные данные).

№	Контрольные упражнения	Группы спортсменов ($X \pm x$)			Достоверность различий между группами					
		А	В	С	А-В		А-С		В-С	
					Т	Р	Т	Р	Т	Р
1	10 подтягиваний на время, с	10,3±0,1	9,7±0,1	10,6±0,1	2,35	<0,05	1,76	>0,05	5,29	<0,01
2	10 переходов из упора присев в упор лежа, с	8,0±0,1	8,2±0,1	8,4±0,1	1,35	>0,05	2,66	<0,05	1,35	>0,05

3	Прыжок в длину с места, см	265±2,2	260±2,1	255±2,4	1,64	>0,05	3,07	<0,01	1,57	>0,05
4	PWC170, кгм/кг	18,11±0,2	18,36±0,3	19,68±0,3	0,69	>0,05	4,02	>0,05	3,14	<0,01
5	КСВ, усл.ед.	166±1,1	171±1,2	168±1,2	3,08	<0,05	1,23	>0,05	1,82	>0,05
6	Снижение педагогической оценки (%)	6,74±0,1	7,15±0,1	6,68±0,2	2,73	<0,05	0,28	>0,05	2,23	<0,05
7	15 бросков партнера, с	24,0±0,2	23,8±0,1	26,2±0,2	0,95	>0,05	8,18	<0,01	11,4	<0,01

Обсуждение результатов

Группа А (приоритет в развитии скоростно-силовых качеств) оказалось сильнее остальных в следующих тестах – 10 переходов из упора присев в упор лёжа, прыжок в длину с места, 15 бросков партнёра (различия достоверны ($p < 0,05$)). Группа Б (приоритет в развитии силовых качеств) оказалась сильнее в двух тестах – 10 подтягиваний на время КСВ (различия достоверны ($p < 0,05$)). Группа С (приоритет в развитии выносливости) оказалось сильнее в двух тестах – PWC 170 и в снижении педагогической оценки (различия достоверны в последнем тесте ($p < 0,05$)). Результаты по блокам увеличились и являются эффективными.

Выводы

Исследована структура физической подготовленности дзюдоистов, создан и апробирован индивидуализированный комплекс для трёх групп спортсменов. Экспериментально проверена и проанализирована эффективность индивидуализированной спортивной тренировки. Результаты педагогического эксперимента показали, что все спортсмены, тренировавшиеся по индивидуальным программам, улучшили уровень физической подготовленности, как следствие данная методика является эффективной. Проблема индивидуализации подготовки дзюдоистов в целом весьма актуальна и чрезвычайно сложна. В этой работе я попыталась методологически верно и аргументировано изложить пути решения проблемы формирования индивидуального физического мастерства дзюдоистов.

Список литературы

1. Алиев, Э. Г. Методы формирования и совершенствования технико-тактического мастерства 17-19-летних дзюдоистов: Автореф. дисс. канд.пед.наук. / Э. Г. Алиев. - М., 2002, – 18 с.
2. Kawaishi K. The sport of JUDO /K. Kawaishi. Tokyo. – 1956. – 212 с.
3. Абрамов, А. А. Методический подход совершенствования специальной скоростно-силовой подготовленности борцов вольного стиля высокой квалификации. / А. А. Абрамов. // Оптимизация структуры тренировочного процесса квалифицированных спортсменов. - Алма-Ата, 1991, – С. 65-67.
4. Арустамов, Г. А. Структура тренировочных нагрузок в подготовительном периоде у борцов высших разрядов: Автореф. дисс. канд. пед. наук. / Г. А. Арустамов. - М., 1986, - 24 с.
5. Багаев, С. В. Современные тенденции в структуре средств технико-тактических действий в вольной борьбе и методика их совершенствования: Автореф. дисс. канд. пед. наук. / С. В. Багаев. - М., 1998. - 23 с.

Влияние полиморфных вариантов генов на результат жим лежа в пауэрлифтинге

Леконцев Е. В.^{1,2}, канд. биол. наук, lekontsev@mail.ru

Пушкарев В. П.^{1,3}, канд. мед. наук, v.p.pushkarev@gmail.com

Быков Е.В.¹, доктор мед. наук, bev58@yandex.ru

¹ Уральский государственный университет физической культуры НИИ Олимпийского спорта, Челябинск,

² ОКУ «Региональный центр спортивной подготовки по Челябинской области», Челябинск

³ Центр инновационных спортивных технологий и подготовки сборных команд Москомспорта, Москва

Аннотация. Важным фактором спортивной успешности является физическая работоспособность, и поиск полиморфных вариантов генов, ассоциированных с физическими качествами человека, предоставляет научный интерес. В ходе исследования была построена модель спортивной успешности в пауэрлифтинге с учётом генетического влияния полиморфных вариантов генов: *IGF2*, *ACTN3*, *AMPD1* и *СКММ*. Из анализа модели следует статистически значимое влияние генотипов полиморфных вариантов генов: *IGF2**G/G, *ACTN3**R/R, *AMPD1**C/C и *СКММ**C/C на результативность «жим лежа на горизонтальной скамейке».

Ключевые слова: пауэрлифтинг, полиморфные варианты генов

Введение

Пауэрлифтинг – это силовой вид спорта, особенностью соревновательной деятельности которого является выполнение трёх упражнений с максимальным весом отягощения (приседание со штангой на плечах, жим лёжа на горизонтальной скамье и тяга становая).

Под спортивной успешностью понимается достижение наивысших результатов в избранном виде спорта. В пауэрлифтинге на спортивную успешность оказывают влияние множество факторов, таких как педагогический, социальный, медико-биологический, фармакологический, а также генетический. На наш взгляд генетический фактор является основным, так как физиологические, биохимические и функциональные показатели человека, а также механизмы адаптации к средовым условиям генетически детерминированы.

Адаптация к нагрузкам силового характера происходит за счёт развития гипертрофии мышечных волокон. Одним из факторов, индуцирующих гипертрофию, является инсулиноподобный фактор роста II, который кодируется геном *IGF2* и является членом семейства белков, регулирующих метаболизм, рост и дифференциацию мышц. Полиморфизм в промоторной области гена *IGF2* (ApaI rs680) приводит к снижению экспрессии гена [1]. В быстрых мышечных волокнах структурный белок α -актинин-3 является определяющим для развития максимального усилия, который кодируется геном *ACTN3* и участвует в закреплении тонких филаментов к Z-пластине саркомера и стабилизации сократительного аппарата и регуляции процесса сокращения [1]. Вследствие однонуклеотидной замены цитозина на тимин (rs1815739 C/T) в 16-м экзоне данного гена происходит замена кодона аминокислоты аргинина (Arg577Ter) на стоп-кодон, что приводит к остановке синтеза полипептидной цепи белка α -актинина-3 [2, 3].

Мышечные сокращения в зоне максимальной мощности обеспечиваются макроэргическим соединением – креатинфосфатом, при участии фермента креатинкиназы.

Креатинкиназа взаимодействует с М-линией саркомера, одним из тяжёлых меромиозинов, наружной мембраной и везикулами саркоплазматического ретикулула. Во время физических упражнений в сокращающихся мышцах аккумулируется аденозиндифосфат (АДФ) и начинает работать креатинкиназный механизм анаэробного ресинтеза АТФ, который обеспечивает перефосфорилирование между креатинфосфатом (КрФ) и АДФ ($\text{КрФ} + \text{АДФ} \leftrightarrow \text{Н}^+ + \text{Кр} + \text{АТФ}$), где Кр – креатин. Креатинкиназа мышечной изоформы кодируется геном *СКММ*. В 3'-нетранслируемом регионе гена *СКММ* обнаружен А/Г полиморфизм, обусловленный заменой аденина на гуанин (rs8111989). Полагают, что А/Г полиморфизм может быть ассоциирован с разной активностью креатинфосфокиназы мышечной изоформы (*КК-М* – КФ 2.7.3.2) в миоцитах [4].

Также при мышечном утомлении активизируется миокиназный механизм энергообеспечения, который регулируется ферментом аденозинмонофосфатдеаминазой, кодируемый геном *АМРD1*. Аденозинмонофосфатдеаминаза мышечной изоформы на 95% сконцентрирована в быстрых мышечных волокнах II типа (Ib), которая катализирует реакцию деаминации аденозинмонофосфата (АМФ), превращая его в инозинмонофосфат (ИМФ) и сдвигая таким образом аденилатциклазную реакцию $\text{АДФ} + \text{АДФ} \leftrightarrow \text{АТФ} + \text{АМФ}$ в сторону образования АТФ. Это поддерживает отношение АТФ/АДФ на уровне, обеспечивающем эффективную мышечную работу. Полиморфизм, обусловленный заменой цитозина на тимин в 34 положении нуклеотидной последовательности 2-го экзона гена *АМРD1* (С34Т, rs17602729), приводит к появлению преждевременного стоп-кодона и остановке синтеза полипептидной цепи [5].

Методика и организация исследования

В исследовании участвовали высококвалифицированные спортсмены, выступавшие на Чемпионате России по пауэрлифтингу (Челябинск, 2010 г.): КМС–14, МС–19, МСМК и ЗМС–28 в возрасте от 17 до 43 лет. Все обследуемые были европеоиды, неродственники. Все спортсмены подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Образцы буккального эпителия брали стерильными аппликаторами фирмы Whatman (WB 10 0032). Геномную ДНК из образца экстрагировали с помощью Diatom™ DNA Prep 200 набора реагентов для выделения ДНК из различного биологического материала (Лаборатория Изоген, Россия). Количество ДНК после экстракции измеряли с помощью флуориметра Qubit 2.0 (Life Technologies).

Аmplification фрагмента геномной ДНК, содержащего полиморфный участок гена *IGF2*, проводили с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР). В качестве прямого праймера использовали 5'-СТТGGACTТТGAGTCAAATTGG-3', в качестве обратного 5'-ССТССТТGGTCTТАCTGGG-3'. Праймеры синтезировались фирмой Евроген (Россия). ПЦР проводили по следующей программе: 95°C – 5 мин; 95°C – 30 сек, 57°C – 30 сек, 72°C – 45 сек (35 циклов); 72°C – 5 мин.

ПЦР фрагменты, содержащие однонуклеотидный полиморфизм, обрабатывали *ApaI*. Продукты рестрикции разделяли с помощью 8% полиакриламидного гель-электрофореза.

Генотипирование вариаций генов *ACTN3*, *СКММ* и *АМРD1* проводили при помощи TaqMan® SNP Genotyping Assay (Applied Biosystems, Foster city, CA, USA) на приборе StepOne Real-Time PCR System (Life Technologies). Assay ID для R577X полиморфизма гена *ACTN3* – С_590093_1_; для полиморфизма гена *СКММ* – С_3145002_10; для полиморфизма гена *АМРD1* – С_33603912_10. Результаты экспериментов анализировали с помощью программы TaqMan® Genotyper v.1.3 (Life Technologies). Положительным контрольным образцом при генотипировании служила ДНК K562 (Promega Corp.). Генетический профиль K562 по исследуемым вариациям: *IGF2* – G/G, *ACTN3* – X/X, *АМРD1* – C/C, *СКММ* – T/T.

Регрессионный анализ проводили с помощью пакета программ Statistica 6.1.

Поскольку в пауэрлифтинге соревнования проводятся по весовым категориям, для

построения регрессионной модели использовались относительные величины, которые учитывают вес спортсмена. Для этого все абсолютные показатели были переведены в показатель одно повторного максимума, который рассчитывался по формуле Уилкса [6].

В качестве зависимой переменной были выбраны показатели «жим лежа на скамейке» (лучшие личные показатели спортсменов из официальных таблиц соревнований).

Независимые факторы были закодированы следующим образом:

- IGF II – A/A – 1, A/G – 2, G/G – 3;
- AMPD1 – T/T – 1, C/T – 2, C/C – 3;
- ACTN3 – X/X – 1, R/X – 2, R/R – 3;
- СКММ – T/T – 1, C/T – 2, C/C – 3.

Адекватность уравнения определялась по критерию Фишера при $p < 0,05$ [7].

Результаты

Так как все полиморфные варианты генов закодированы однозначно, то влияние каждого фактора определяется величиной соответствующего коэффициента.

В результате проведенного регрессионного анализа нами было получено следующие уравнение регрессии:

$$Y (\text{жим}) = 18,06 \times \text{IGF2}^* + 15,618 \times \text{ACTN3}^* + 9,925 \times \text{AMPD1}^* + 16,229 \times \text{СКММ}^*$$

$$F=482,289 \text{ при } p=1,1519E-42$$

На результат в упражнении «жим» статистически значимо влияют полиморфные

в
а
р
и

Обсуждение результатов

Полученные результаты могут объясняться тем, что носители *IGF2**G –аллеля гена в гомозиготном варианте имеют наибольшую экспрессию гена инсулиноподобного фактора роста 2 [1], который является одним из посредников влияния соматотропного гормона роста на адаптацию мышечной системы к силовым нагрузкам.

Влияние гена *ACTN3* можно объяснить участием его продукта в организации структур быстрых мышечных волокон. Отсутствие данного белка в мышечных волокнах приводит к компенсации проявляющийся в синтезе альфа-актинина 2, который менее эффективен для выполнения максимальных мышечных сокращений и может ограничивать скоростно-силовой потенциал. Влияние гена *AMPD1* можно охарактеризовать эффективным ресинтезом АТФ при нагрузках максимальной мощности. Так как у гомозигот по *AMPD1**T – аллелю фермент Аденозинмонофосфат дезаминаза имеет очень низкую активность [5], то происходит значительное накопление АМФ, что вызывает более быстрое снижение мощности выполняемой нагрузки. Следует отметить, что нами был выявлен один спортсмен КМС с (генотипом T/T по гену *AMPD1*, который закончил специализироваться в пауэрлифтинге на уровне КМС.

о

Выводы

Таким образом показано, что полиморфные варианты генов: *IGF2**G/G, *ACTN3**R/R, *AMPD1**C/C и *СКММ**C/C влияют на результативность «жим лежа на горизонтальной скамейке» в пауэрлифтинге.

и
е
н
т
ы

р
е
г
р
е

Практическая значимость

Полученная нами регрессионная модель может быть использована при прогнозировании спортивного результата «жима лежа на горизонтальной скамейке» с учетом индивидуального генетического профиля спортсмена по исследуемым генам.

Список литературы

1. Devaney J. M., Hoffman E.P., Gordish-Dressman H. et. all. IGF-II gene region polymorphisms related to exertional muscle damage // J Appl Physiol. 2007 May; 102(5):1815–23.
2. Squire J. M. Architecture and function in the muscle sarcomere // Curr Opin Struct Biol. 1997 Apr; 7(2):247–57.
3. Eynon N., Ruiz J.R., Femia P. et all. The ACTN3 R577X polymorphism across three groups of elite male European athletes // PLoS One. 2012. 7 (8): e43132.
4. Rivera M. A., Dionne F. T., Wolfarth B. et. all. Muscle-specific creatine kinase gene polymorphisms in elite endurance athletes and sedentary controls // Medicine and Science in Sports and Exercise 29. 1997. P. 1444–1447.
5. Ахметов И. И. Молекулярная генетика спорта: монография. М.: Советский спорт, 2009 – 268 с.
6. Lesuer D. A., McCormick J. H., Mayhew J. L. et all. The accuracy of prediction equations for estimating 1–RM performance in the bench press, squat, and deadlift // J Strength Cond Res. 1997. 11: 211–213.
7. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.

Пульсовая сумма как критерий для индивидуального подхода в построении физических тренировок в космическом полете

Лысова Н.Ю.¹, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории профилактики гипогравитационных нарушений Института медико-биологических проблем Российской Академии Наук, Москва, Россия, sehbr@list.ru

Сенаторова Н.А.¹, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории профилактики гипогравитационных нарушений Института медико-биологических проблем Российской Академии Наук, Москва, Россия, sennat24@yandex.ru

Резванова С.К.³, физиолог центра спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд Москомспорта, Москва, Россия, swetlanka-29@yandex.ru

Дидковская Н.С.^{1,2}, младший научный сотрудник лаборатории профилактики гипогравитационных нарушений Института медико-биологических проблем Российской Академии Наук, Москва, Россия, n.didk@mail.ru

Фомина Е.В.^{1,2}, доктор биол. наук, профессор, заведующая лабораторией профилактики гипогравитационных нарушений Института медико-биологических проблем Российской Академии Наук, Москва, Россия, fomin-fomin@yandex.ru

¹Государственный научный центр Российской Федерации - Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

²ФГБОУ ВО Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия

³Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд Москомспорта, Москва, Россия

Аннотация. В работе представлены предварительные результаты анализа локомоторного теста, проводимого за 30-60 суток до полета, в космическом полете и на 8-13-е сутки после его завершения в ходе эксперимента “Профилактика-2”. В эксперименте приняли участие 7 космонавтов (возраст 43-50 лет, длительность космического полёта (КП) от 138-205 суток). Тест выполнялся в активном режиме работы полотна бегающей дорожки (передвижение полотна дорожки посредством мотора) и состоял из 13 ступеней нагрузки от 3 до 15 км/ч, приращение скорости составляло 1 км/ч каждые 30 с. Оценка уровня работоспособности проводилась по расчету пульсовой суммы теста на каждой ступени нагрузки, нормированная на величину осевой нагрузки. Дополнение тренировочного микроцикла тренировками по индивидуальным протоколам повысило эффективность профилактики гипогравитационных нарушений.

Ключевые слова: “Профилактика-2”, средства профилактики, космический полет, локомоторный тест, “индивидуальные стратегии”, физическая работоспособность

Введение

Длительное пребывание в условиях невесомости вызывает ряд негативных эффектов, которые являются результатом отсутствия гравитации (или в случае планетарных исследований, частичной гравитации), повреждающего радиационного облучения, изоляции, длительного периода нахождения в ограниченной среде. Снижение физической работоспособности является одним из основных негативных последствий космического полёта. Наиболее эффективным средством сохранения уровня физической работоспособности в условиях невесомости, а также в модельных экспериментах с применением АНОГ (антиортостатическая гипокинезия) являются физические тренировки, способные обеспечить целый ряд оперативных и физиологических влияний во время космических полетов [1]. Для

эффективности применения программ профилактики необходимо учитывать физиологические механизмы перестройки систем организма к условиям невесомости [2]. Известно, что в условиях КП происходят изменения практически во всех системах организма, влияющие на физическую работоспособность. В отсутствие применения средств профилактики в условиях КП возникает детренированность сердечно-сосудистой системы [3], изменение перфузионного соотношения в легких [4], мышечная атрофия [5], гипогравитационный двигательный синдром [6], ортостатическая неустойчивость, значимые потери костной ткани [7]. Оценка уровня физической работоспособности и эффективности применяемых профилактических средств является одной из основных задач развития пилотируемых полетов. Целью нашей работы явилась оценка пульсовой суммы для индивидуального подхода в построении физических тренировок в космическом полете

Методика

В эксперименте приняло участие 7 космонавтов (возраст 43-50 лет, длительность КП от 138-205 суток). По условиям эксперимента система профилактики, применяемая членами экипажа была условно разделена на 4 экспериментальных периода. В конце каждого экспериментального периода проводилось тестирование на определение уровня физической работоспособности.

Физические тренировки космонавтов, принявших участие в исследовании проводились по стандартной схеме: ежедневно два раза в день в течение 2,5 часов с использованием бегущей дорожки БД-2 (ИМБП, Россия), велотренажера ВБ-3М (ИМБП, Россия) и резистивного тренажера ARED (NASA, USA). Основными в российской системе являются локомоторные тренировки, представленные протоколом четырехдневного тренировочного микроцикла. Микроцикл включает 3 нагрузочных дня и 1 день активного отдыха. Исключением стал космонавт А, который в четвертый день тренировочного микроцикла использовал личный протокол, разработанный специалистами лаборатории профилактики гипогравитационных нарушений. Уровни ежедневных локомоторных нагрузок в цикле на бегущей дорожке колебались в различные дни от 3000 до 4400 м.

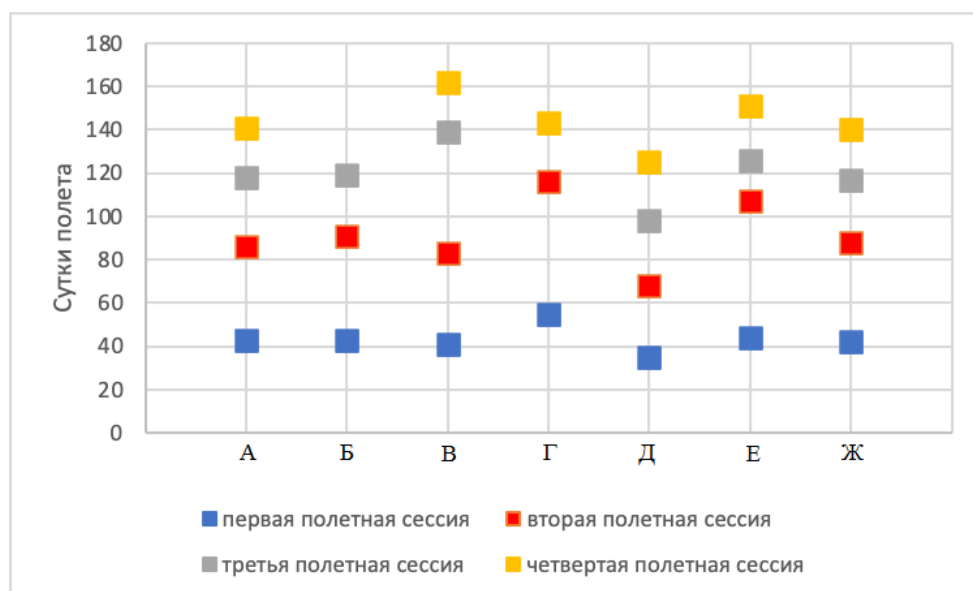


Рисунок 1 - Циклограмма проведения полетных сессий теста «Индивидуальные стратегии». По оси ординат А, Б, В, Г, Д, Е, Ж- космонавты.

Оценка уровня физической работоспособности проводилась с использованием теста на бегущей дорожке БД-2 (ИМБП, Россия). Тест индивидуальные стратегии (ИС) выполнялся в активном режиме работы полотна бегущей дорожки (передвижение полотна дорожки посредством мотора) и состоял из 13 ступеней нагрузки от 3 до 15 км/ч, приращение скорости составляло 1 км/ч каждые 30 с. В каждом тесте ступенчато-возрастающей нагрузке предшествовало вращивание в виде интервальной нагрузки с чередованием нескольких отрезков ходьбы со скоростью 3 км/ч и 6 км/ч (рис. 2). В обоих тестированиях выполнялась регистрация ЧСС с использованием прибора “Polar” (“Polar”, Россия) и прибора “Кардиокассета-2010”. Тест ИС проводился за 60-30 суток до КП, 3-4 раза в ходе КП (рис. 1) и на 8-13-е сутки после его завершения.

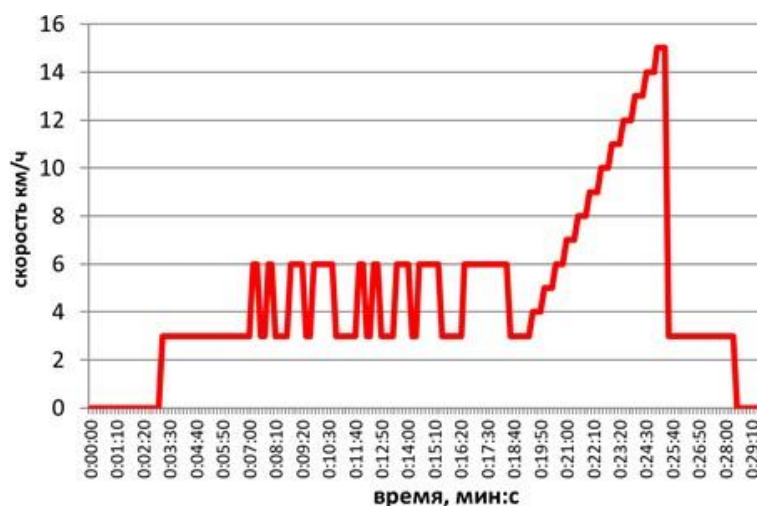


Рисунок 2 - Протокол теста «Индивидуальные стратегии»: период вращивания в виде интервальной нагрузки с чередованием нескольких отрезков ходьбы со скоростью 3 км/ч и 6 км/ч и 13 ступеней нагрузки от 3 до 15 км/ч с приращением скорости 1 км/ч каждые 30 с.

В тесте ИС оценка изменений физической работоспособности производилась посредством измерения частоты сердечных сокращений и последующего вычисления пульсовой суммы за оцениваемые периоды. Пульсовая сумма рассчитывалась суммированием максимальных значений ЧСС на каждой ступени. Полученные результаты нормировались на величину осевой нагрузки, рассчитанной в процентах от веса тела испытуемого.

В статье представлены индивидуальные данные, а также рассчитаны средние значения и стандартные отклонения. Обработку данных выполняли в программе Statistica-10 с использованием непараметрических методов описательной статистики. Для сравнения показателей внутри группы использовали критерий Вилкоксона.

Исследование было одобрено Комиссией по биомедицинской этике при ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Все испытуемые в соответствии с Хельсинкской декларацией подписали информированное согласие об участии в эксперименте.

Результаты

Космонавты В и Г не выполнили тест ИС после космического полета по медицинским показаниям. Результаты анализа теста ИС свидетельствуют, что пульсовая сумма, нормированная на величину осевой нагрузки в условиях космического полета, была выше по сравнению с пред- и послеполетными тестированиями у всех обследуемых космонавтов (рис. 3)

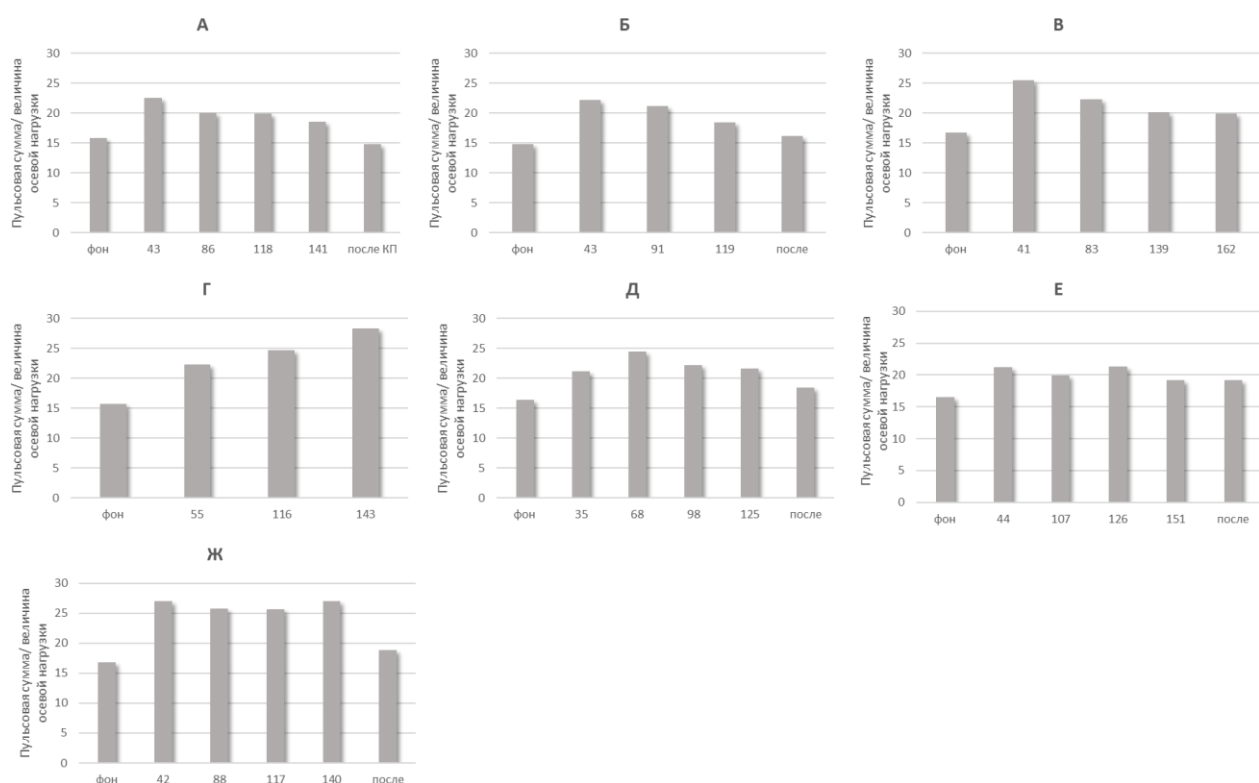


Рисунок 3 - Индивидуальные данные по пульсовой сумме в тесте «Индивидуальные стратегии». По оси абсцисс- уровень пульсовой суммы, нормированной на величину осевой нагрузки, по оси ординат- сутки полета, в которые выполнялся тест ИС.

В среднем увеличение пульсовой суммы в первой полетной сессии составляло $43,5 \pm 11,9\%$ ($p \leq 0,05$).

Таблица 1. Индивидуальные данные по пульсовой сумме в тесте «Индивидуальные стратегии».

Космонавт/ сессия	1-я полетная сессия	2-я полетная сессия	3-я полетная сессия	4-я полетная сессия	Послеполетные изменения по сравнению с фоновыми данными; %
А	↑	↓	↓	↓	↓, -6,7%
Б	↑	↓	↓	↓	↑; 9,4%
В	↑	↓	↓	↓	нет
Г	↑	↑	↑	↑	нет
Д	↑	↑	↓	↓	↑, 12,4%
Е	↑	↓	↑	↓	↑, 15,9
Ж	↑	↓	↓	↑	↑, 12%

В КП у трех космонавтов А, Б и В происходило постоянное снижение пульсовой суммы в течение полета. У космонавта Г был отмечен линейный рост данного показателя. У космонавтов Д, Е и Ж пульсовая сумма в полете оставалась примерно на одном уровне (рис.3, табл.1). В настоящий момент не представляется возможным выявить причину изменения пульсовой суммы в полете ввиду множества факторов, не относящихся в методике физических тренировок. Однако по тенденции результатов полетных тестирований можно предположить, что степень сохранения уровня физической работоспособности после КП можно спрогнозировать по результатам теста со ступенчато возрастающей нагрузкой в течение КП.

После КП пульсовая сумма была увеличена в среднем на 8,6%, при этом у космонавтов Б, Д, Е и Ж происходило увеличение данного показателя, а у космонавта А – снижение. Стоит отметить, что для космонавта А специалистами лаборатории профилактики гипогравитационных нарушений был составлен личный протокол на основе результатов теста и локомоторных тренировок, проведенных с ним до КП. Предполетная локомоторная тренировка космонавта А была выполнена интервальным методом, с регистрацией ЧСС и скоростей локомоций. Со второго месяца полета эта тренировка была введена в четвертый день тренировочного микроцикла космонавта А. Данная тренировка состояла из 10 отрезков бега в активном режиме со скоростью 10 км/ч, между которыми выполнялся бег со скоростью 8 км/ч, продолжительность каждого отрезка составляла 1 мин. Максимальное значение ЧСС за личную тренировку находилось в пределах от 130 до 144 уд/мин. Через 2 полетных месяца личная тренировка была модифицирована и заменена на тренировку, состоящую из 8 отрезков бега в активном режиме работы полотна бегущей дорожки в течение 1 мин, между которыми выполнялся бег со скоростью 8 км/ч продолжительностью 2 мин. Максимальное значение ЧСС за личную тренировку находилось в пределах от 139 до 152 уд/мин.

Обсуждение результатов

Оценка пульсовой суммы, нормированной на величину осевой нагрузки в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой, проведенным до, во время и после космического полета позволила определить тенденции изменения уровня физической работоспособности после КП. Космонавты, у которых в условиях КП пульсовая сумма от сессии к сессии снижалась, имели меньшие изменения в уровне физической работоспособности после КП. Ранее другими исследователями было показано, что в условиях КП индекс аэробной производительности, а следовательно, и уровень физической работоспособности имеет тенденцию к линейному росту [8]. В нашем исследовании такие результаты были получены только для 3-х космонавтов. Возможными причинами отличия в полученных данных могут быть разные предполетные уровни, а также средства определения физической работоспособности. В рассматриваемой работе тест для определения индекса аэробной производительности проводился на велоэргометре без учета величины осевой нагрузки [9]. В нашем исследовании использовался локомоторный тест, в котором мощность нагрузки регулируется не только скоростью, но и силой “притяга” испытуемого к дорожке. Послеполетные изменения пульсовой суммы в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой в среднем составили 8,6%. Полученные результаты соответствуют данным, полученным другими исследователями, которые показали, что уровень аэробных возможностей после КП снижался на 10-15% [10].

Стоит отметить, что у космонавта А, имевшего тенденцию к снижению пульсовой суммы в течение КП, пульсовая сумма в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой после КП снизилась, что может свидетельствовать об улучшении физической работоспособности после КП. Полученные результаты могут быть объяснены включением в четвертый день тренировочного микроцикла индивидуального протокола локомоторной тренировки. Нарботанный нами протокол обеспечивал тренировочную нагрузку с

мощностью, близкой к порогу анаэробного обмена без выраженного закисления работающих мышц.

Послеполетное увеличение пульсовой суммы по сравнению с предполетным указывает на увеличение ответа физиологических систем на физическую нагрузку. Такие результаты могут быть обусловлены изменениями в системах вегетативного обеспечения мышечной деятельности в условиях КП, а также многочисленными приспособительными изменениями в сердечно-сосудистой и дыхательной системах, такими как перераспределение крови в краниальном направлении, смещение жидкости из внутри- во внесосудистое пространство, что приводит к увеличению интерстициального пространства [11], снижение насосной функции сердца [12], нарушение свойств миокарда [13], сосудистое ремоделирование [14], изменение чувствительности сердечного барорефлекса [15], увеличение ударного и сердечного выброса в совокупности со снижением систолического, диастолического и среднего артериального давления [16], снижение вентиляционно-перфузионного отношения вследствие гиперволемии легких, исчезновение градиента гидростатического давления между основанием и верхушками легких, детренированность дыхательных мышц [4]. Постоянное снижение МПК (максимального потребления кислорода) на протяжении всей миссии связано с потерей мышечной массы, угнетением сердечно-сосудистой функции и метаболической дисфункцией. Клиническая важность гиповолемии, вызванной микрогравитацией, проявляется в ее взаимосвязи с ортостатической непереносимостью и снижением МПК. Триггерная роль фактора снижения опорной афферентации в развитии гипогравитационного двигательного синдрома, характеризующегося атонией, атрофией, снижением выносливости и силовых способностей мышц [17], а также выявляемое снижение скорости синтеза мышечного белка, которое является основным механизмом, лежащим в основе мышечной атрофии, вызванной разгрузкой в длительных космических полетах также непосредственно влияют на физическую работоспособность [5]. После полета выявляется снижение резистивности венозной системы нижних конечностей, увеличение емкости и растяжимости сосудов этих зон [18], увеличение жесткости сонной артерии [19]. Все вышеперечисленные факторы, влияющие на доставку кислорода к мышцам - ЧСС, ударный объем, сердечный выброс, МПК, а также доставка кислорода из артериальных кровеносных сосудов к мышцам [20] обеспечивают физическую работоспособность космонавта.

Заключение

Построение тренировочного процесса в направлении снижения величины пульсовой суммы на основе параметров тренировки, подобранных индивидуально, может явиться одним из путей дальнейшего развития профилактики гипогравитационных нарушений.

Работа поддержана базовым финансированием РАН 63.1.

Список литературы

1. Mulavara AP, Peters BT, Miller CA, et al. Physiological and Functional Alterations after Spaceflight and Bed Rest. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(9):1961-1980. doi:10.1249/MSS.0000000000001615
2. Loehr JA, Williams ME, Petersen N, Hirsch N, Kawashima S, Ohshima H. Physical Training for Long-Duration Spaceflight. *Aerosp Med Hum Perform.* 2015;86(12 Suppl):A14-A23. doi:10.3357/AMHP.EC03.2015
3. Norsk P, Asmar A, Damgaard M, Christensen NJ. Fluid shifts, vasodilatation and ambulatory blood pressure reduction during long duration spaceflight. *J Physiol.* 2015;593(3):573-584. doi:10.1113/jphysiol.2014.284869

4. Prisk GK. Microgravity and the respiratory system. *Eur Respir J*. 2014 May;43(5):1459-71. doi: 10.1183/09031936.00001414.
5. Fitts RH, Colloton PA, Trappe SW, Costill DL, Bain JL, Riley DA. Effects of prolonged space flight on human skeletal muscle enzyme and substrate profiles. *J Appl Physiol (1985)*. 2013;115(5):667-679. doi:10.1152/jappphysiol.00489.2013
6. Козловская И.Б. Гравитация и позно-тоническая двигательная система // *Авиакосм. и экол. мед.* 2017. Т. 51. Выпуск 3.С. 5–21. DOI: 10.21687/0233-528X-2017-51-3-5-21
7. Smith SM, Heer MA, Shackelford LC, Sibonga JD, Ploutz-Snyder L, Zwart SR. Benefits for bone from resistance exercise and nutrition in long-duration spaceflight: Evidence from biochemistry and densitometry. *J Bone Miner Res*. 2012;27(9):1896-1906. doi:10.1002/jbmr.1647
8. Moore AD, Lynn PA, Feiveson AH. The First 10 Years of Aerobic Exercise Responses to Long-Duration ISS Flights. *Aerosp Med Hum Perform*. 2015;86(12 Suppl):A78-A86. doi:10.3357/AMHP.EC10.2015
9. Lee SM, Moore AD, Everett ME, Stenger MB, Platts SH. Aerobic exercise deconditioning and countermeasures during bed rest. *Aviat Space Environ Med*. 2010 Jan;81(1):52-63. doi: 10.3357/ase.2474.2010
10. Moore A., Downs M., Lee S., Feiveson A., Knudsen P., Ploutz-Snyder L. Peak exercise oxygen uptake during and following long-duration spaceflight // *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. :1985), 117(3), 2014. pp. 231–238. doi:10.1152/jappphysiol.01251.2013
11. Convertino VA. Clinical aspects of the control of plasma volume at microgravity and during return to one gravity. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28(10 Suppl):S45-S52. doi:10.1097/00005768-199610000-00033
12. Турчанинова В.Ф., Алферова И.В., Голубчикова З.А., Лямин В.Р., Криволапов В.В., Хорошева Е.Г. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в состоянии покоя. // *Орбитальная станция “Мир”. Космическая биология и медицина. Под ред. А.И. Григорьева.* – 2001. – Т. 1. – С. 267-275.
13. Голубчикова И.В., Алферова В.Р., Лямин В.Р. и др. Исследования биоэлектрической активности миокарда. // *Орбитальная станция «Мир».* М.- 2001.- Т. 1.- С. 276-282.
14. Zhang LF. Vascular adaptation to microgravity: what have we learned?. *J Appl Physiol (1985)*. 2001;91(6):2415-2430. doi:10.1152/jappl.2001.91.6.2415
15. Hughson RL, Shoemaker JK, Blaber AP, et al. Cardiovascular regulation during long-duration spaceflights to the International Space Station. *J Appl Physiol (1985)*. 2012;112(5):719-727. doi:10.1152/jappphysiol.01196.2011
16. Norsk P, Asmar A, Damgaard M, Christensen NJ. Fluid shifts, vasodilatation and ambulatory blood pressure reduction during long duration spaceflight. *J Physiol*. 2015;593(3):573-584. doi:10.1113/jphysiol.2014.284869
17. Григорьев А.И., Козловская И.Б., Шенкман Б.С. Роль опорной афферентации в организации тонической мышечной системы // *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова*. 2004. Т. 90. № 5. С. 508–521.

18. Котовская А.Р., Фомина Г.А., Сальников А.В. Изменение состояния вен нижних конечностей космонавтов в длительных космических полетах. // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2015.- Т.49.- №5.- С.5-10.

19. Hughson RL, Robertson AD, Arbeille P, et al. Increased postflight carotid artery stiffness and inflight insulin resistance resulting from 6-mo spaceflight in male and female astronauts. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2016;310(5):H628-H638. doi:10.1152/ajpheart.00802.2015

20. Richter C, Braunstein B, Winnard A, Nasser M, Weber T. Human Biomechanical and Cardiopulmonary Responses to Partial Gravity - A Systematic Review. *Front Physiol.* 2017;8:583. Published 2017 Aug 15. doi:10.3389/fphys.2017.00583

Abstract: *The paper presents the preliminary results of the space experiment "Profilactika-2", conducted 30-60 days before the flight, in space flight (SF) and on the 8-13th day after its completion. 7 cosmonauts took part in the experiment (age 43-50 years, duration of space flight from 138-205 days). In the experiment, the level of physical working capacity of the crew members was assessed in the test with a stepwise increasing load. The test was carried out in the active mode of the treadmill canvas (moving the track canvas by means of a motor) and consisted of 13 load steps from 3 to 15 km / h, the speed increment was 1 km / h every 30 seconds. Evaluation of the level of performance was carried out according to the pulse sum of the test at each stage of the load, normalized to the value of the axial load. The prognostic criteria for assessing the level of physical performance after SF were identified based on the data obtained in flight tests. Astronauts who had a tendency to decrease this indicator during SF, the level of physical working capacity after SF did not change significantly.*

Keywords: *"Profilactika-2", means of prevention, space flight, locomotor test, support unloading compensator, "individual strategies", physical performance*

Средства повышения специальной работоспособности квалифицированных пловцов на средние дистанции на основе использования дыхательных тренажеров

Малахов М.И.^{1.}, *maksim-malahov@bk.ru*,
Войтенко Ю.Л.^{1.}, *канд. пед. наук, доцент, yur3048@yandex.ru*
Сонькин В.Д.^{1,2,3.} *Доктор биол. наук, профессор, sonkin@mail.ru*

¹Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва

²Институт возрастной физиологии Российской академии образования, Москва

³Государственное казенное учреждение «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд», Москва

Аннотация. В статье рассматривается влияние шестинедельного тренировочного цикла, основанного на использовании дыхательных тренажеров, на показатели периферической крови, кардиореспираторной системы и специальной работоспособности. После 6 недель использования дыхательных тренажеров в тренировочном процессе (20% от общего времени тренировки) было отмечено достоверное улучшение спортивного результата и значительное снижение физиологической стоимости мышечной работы при выполнении повторного плавательного теста 8x100м. В ходе исследования было установлено достоверное повышение количественных показателей эритроцитарного звена, которое характеризует повышение кислородной емкости циркулирующей крови.

Ключевые слова: дыхательный тренажёр, гипоксическая тренировка, плавание.

Организация и методы исследования

Опытно-экспериментальной базой исследования был СШОР "Юность Москвы" по водным видам спорта бассейна «СКИФЫ» В соответствии с задачами исследования, в эксперименте приняло участие 28 спортсменов пловцов в возрасте 17±2,8 лет. Спортивная квалификация участников эксперимента была на уровне I разряд - МС. Стаж занятий плаванием в среднем 11±2,4 лет. Количество тренировочных занятий в неделю 30-36 часов. Средние показатели массы тела были на уровне 74±5,9 кг, показатели длины тела составляли 181±7,1 см. Все участники тренировались по единому тренировочному плану, который был составлен на основе программ для недельных ударных микроциклов в системе подготовки пловцов высшей квалификации

Для достижения поставленной цели и решения задач в ходе нашего исследования применялись следующие методы и средства:

Методы исследования. В качестве тестовых заданий для оценки функциональной работоспособности спортсменов, до и после проведения шестинедельного тренировочного цикла, использовали тест повторного плавания 8x100 метров, который проводился в закрытом двадцатипятиметровом бассейне. При проведении теста фиксировались следующие показатели:

1. Время, за которое спортсмены проплывали заданный отрезок, фиксировалось при помощи секундомера с точностью до сотых долей секунды.

2. Показатели молочной кислоты в периферической крови, были зафиксированы в состоянии покоя, сразу же после выполнения теста, а также на 5 и 10 минуте восстановительного периода, при помощи анализатора лактата «Lactate Scout 4», который соответствует стандартам безопасности, сертифицирован в соответствии с директивой ЕС IVD (CE 0483 / 0123) как изделие медицинского назначения, допущен как к самостоятельному применению, так и в клинической практике в различных областях.

3. Показатели ЧСС, которые непрерывно регистрировали при помощи электронного водонепроницаемого кардиомонитора «POLAR H10» и программного обеспечения «Polar Flow» и «Polar Beat» для анализа полученных данных. По данным ЧСС восстановительного периода вычисляли индекс накопления пульсового долга (ИНПД), который рассчитывался по формуле, предложенной Король и др. [11]:

$$\text{ИНПД} = ((f1+f2+f3+f4+f5) - 5f0) / t_{\text{общ}}$$

Где f_0 – средняя ЧСС исходного состояния за 1 минуту (уд/мин); f_1-5 – средняя ЧСС восстановительного периода за 1-5 минут (уд/мин); $t_{\text{общ}}$ – время выполнения теста (с)

В качестве оценки функционального состояния кардиореспираторной системы мы использовали функциональные пробы Штанге и Генче, которые проводились до и после шестинедельного тренировочного цикла с использованием дыхательных тренажеров. Функциональная проба Штанге проводится на задержке дыхания на вдохе, а Генче – на выдохе, и регистрирует время задержки дыхания до отказа. Данные пробы характеризуют устойчивость организма к недостатку кислорода: чем продолжительнее время задержки дыхания, тем выше функциональные возможности организма [3].

По показателям ЧСС, которые фиксировались при проведении функциональных дыхательных проб, вычисляли индекс пульсовой реакции (ПР), который вычислялся по формуле:

$$\text{ПР} = \text{ЧСС за 30 сек (после теста)} / \text{ЧСС за 30 сек (до теста, в положении стоя)}$$

Показатель пульсовой реакции у здорового человека не должен превышать значение 1,2. При значениях показателя ПР свыше 1,2 фиксируется неблагоприятная реакция сердечно-сосудистой системы на недостаток кислорода. Соответственно, чем ниже пульсовая реакция на произвольную задержку дыхания, тем более устойчив организм к гипоксии [3].

Показатели оксигенации крови были измерены перед началом тестирования, в течение 1 минуты, для определения исходного уровня, далее сразу после финиша и в течение всей паузы отдыха по методике пульсовой оксиметрии (при помощи пальчикового пульсоксиметра «Армед УХ300»)

Анализ крови проводился для оценки изменений эритроцитарного звена. Забор крови из пальца и сам анализ крови производился медицинским персоналом.

Исследования проводились на базе многофункционального спортивного клуба «Кисловский» в первой половине дня, при температуре воздуха около 22° С. Все тестовые задания проводились спустя 15-20 минут после привыкания к лабораторным условиям, после тщательной разминки общего и специального характера и получения методических указаний по проведению процедур и регистрации показателей.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием программы Microsoft Excel 2017 for Windows. Для определения статистической значимости различий для связанных выборок использовали параметрический t-критерий Стьюдента. В качестве критерия достоверности оценки результатов использовались вероятности $p < 0.05$, принятые в педагогических исследованиях.

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии с поставленными задачами исследования на первом этапе была произведена оценка исходного уровня работоспособности спортсменов, которая оценивалась при помощи плавательного повторного теста 8x100м. Далее, на основе функциональных проб Штанге и Генче, была произведена оценка функционального состояния кардиореспираторной системы. Также до и после эксперимента был произведен клинический анализ периферической крови.

Для проверки эффективности методики применения дыхательных тренажеров (ДТ), при помощи которых создавалась гипоксически гиперкапническая тренировка, нами был использован естественный педагогический эксперимент, который проводился в привычных для испытуемых условиях их деятельности.

В ходе эксперимента нами в качестве тренажеров были использованы следующие средства:

Диафрагмальная маска «Elevation training mask 2.0» является дыхательным тренажером, воздействующим на кардиореспираторную систему. Данный тренажер состоит из силиконовой маски с носовым фиксатором; ремешок-фиксатор на голову; и тремя сменными клапанами воздушного сопротивления, с помощью которых можно регулировать уровень аэродинамического сопротивления при инспирации и экспирации.

Дыхательный тренажер – трубка для плавания «Breath top» является дыхательным тренажером, воздействующим на кардиореспираторную систему. «Breath top» состоит из корпуса с загубником; дыхательная трубка с крепежным ремнем, для фиксации тренажера на голове спортсмена. Также в комплекте «Breath top» идет три сменные насадки, с помощью которых происходит регуляция просвета дыхательного канала с целью повышения аэродинамического сопротивления при инспирации и экспирации.

Данные тренажеры имеют систему сменных насадок и клапанов, при помощи которых возможно регулировать просвет дыхательного канала, создавая дополнительное аэродинамическое сопротивление как на вдохе, так и на выдохе, а также изменять состав вдыхаемой смеси, которая соответствует следующим значениям: сопротивление 1 (ДТ1) - соответствует высоте 914м над уровнем моря и содержанию O₂ ~ 18,5%; сопротивление 2 (ДТ2) - соответствует высоте 1828м над уровнем моря и содержанию O₂ ~ 16,4%; сопротивление 3 (ДТ3) - соответствует высоте 2743м над уровнем море и содержанию O₂ ~ 14,6%.

Учебно-тренировочные задания в исследуемой группе, проводились с использованием дыхательных тренажеров и продолжались в течение 6 недель и включали в себя: 16 тренировок в неделю (12 в воде и 4 на суше), общий объем которых составил 32 часа (объем плавания составил 78-80км или 26ч, объем работы на суше был равен примерно 6ч). Упражнения аэробного характера (II зона мощности) составили 9ч, упражнения смешанного аэробно-анаэробного характера (III зона мощности) составили 17ч, упражнения анаэробного гликолитического характера (IV зона мощности) составили 4ч и упражнения анаэробного алактатного характера (V зона мощности) составили 2ч.

На первой неделе, втягивающего микроцикла, на воде, тренировка спортсменов была направлена на развитие преимущественно аэробной выносливости. Дыхательные тренажеры использовались при работе в II и III зоне мощности. При работе в II зоне, спортсмены использовали ДТ1, работа в III зоне производилась с ДТ2, процентное отношение выполнения тренировочных упражнений с использованием ДТ1 и 2 составлял 30 и 10% от общего объема работы в этих зонах, что составило около 4ч в неделю. Тренировки на суше проходили в II и III зонах мощности с использованием ДТ1 процентное отношение выполнения тренировочных упражнений с использованием дыхательных тренажеров было равно 50% от общего объема работы на суше и составила около 3ч.

На второй неделе, ординарного микроцикла, на воде и суше, продолжилось совершенствование аэробной выносливости. Использование дыхательных тренажеров (ДТ1) было преимущественно в III зоне мощности, процентное отношение выполнения тренировочных упражнений с использованием ДТ1 от общего объема работы в этой зоне было равно 50%, что составило около 9 часов.

На третий неделе, ударного микроцикла, на воде, тренировка спортсменов была направлена на совершенствование анаэробной гликолитической выносливости. Дыхательные тренажеры (ДТ1) использовались преимущественно в IV зоне мощности, процентное отношение выполнения тренировочных упражнений с использованием ДТ1 от общего объема работы в этой зоне было равно 50%, что составило около 2 часов. Тренировки

на суше были направлены на совершенствование аэробной выносливости и проходили в II зоне мощности при постоянном использовании ДТ1, общий объема работы на суше составил 6ч.

На четвертой и пятой неделе, подводящего микроцикла, воспроизводился режим предстоящего контрольного теста 8x100м, который спортсмены проплывали с ДТ1, в течении 5 раз за неделю в IV-V зоне мощности. Время использования ДТ1 на четвертой недели составило около 4ч. Тренировки на суше проводились без использования ДТ.

На шестой недели, восстановительного микроцикла, спортсмены тренировались без использования дыхательных тренажеров. Таким образом, за шести недельный эксперимент, дыхательные тренажеры использовались в течении 32 часов, что составило 20% от общего объема выполненной работы. В конце шестой недели эксперимента, был проведен тест повторного плавания 8x100м для оценки работоспособности пловцов.

Таблица 1. Сравнительная характеристика показателей работоспособности в тесте 8x100м вольным стилем до и после шестинедельного тренировочного цикла в исследуемой группе (M±m)

Отрезки	Время		ЧСС _{макс} (уд/мин)	
	до	после	до	после
1	56,97±1,16	56,89±0,98	187,32±2,31	185,74±1,93*
2	57,21±0,81	57,12±0,79	189,37±1,78	185,40±1,60*
3	57,03±0,49	56,99±0,63	191,72±2,03	186,49±1,42*
4	57,02±0,51	57,01±0,42	192,28±1,54	186,89±1,37*
5	57,44±0,26	57,08±0,40*	193,16±1,93	188,32±1,84*
6	58,08±0,42	57,45±0,44*	194,37±1,70	188,93±1,32*
7	58,17±0,35	57,76±0,42*	194,51±0,74	189,70±1,94*
8	57,99±0,42	57,63±0,43*	193,64±0,99	190,36±2,42*
La ₅ (ммоль/л)	18,95±0,58	18,11±0,84*		
La ₁₀ (ммоль/л)	13,26±0,47	12,49±0,32*		
La ₅ - La ₁₀ (в %)	30,02	31,03*		
ИНПД			4,21±0,06	4,02±0,11*

Результаты, представленные в таб. 1, отчетливо свидетельствуют о положительном влиянии шестинедельного тренировочного цикла с использованием дыхательных тренажеров на спортивную работоспособность пловцов. Это выразилось в улучшении результатов в повторном плавательном тесте 8x100м, начиная с 5 отрезка, то есть во второй половине дистанции – наиболее важной для характеристики специальной функциональной подготовленности [12, 14,15]. При этом, на фоне более быстрого преодоления дистанции, мы видим снижение уровня лактата крови на финише, а также достоверное снижение ЧСС на дистанции, начиная с первого 100-метрового отрезка и до конца теста (рис.1). Такая экономизация со стороны ЧСС говорит об уменьшении физиологической стоимости тестовой работы. Точно так же, снижение величины ИНПД, зарегистрированной после выполнения специализированного теста, говорит о достоверном снижении физиологической стоимости

тестовой нагрузки [11] у спортсменов, прошедших 6-недельный тренировочный цикл с применением дыхательных тренажеров.

Полученные результаты могут служить доказательством повышения у спортсменов анаэробного гликолитического компонента выносливости, который, как известно, имеет критически важное значение для спортивного результата в плавании на короткие и средние дистанции [5,12].

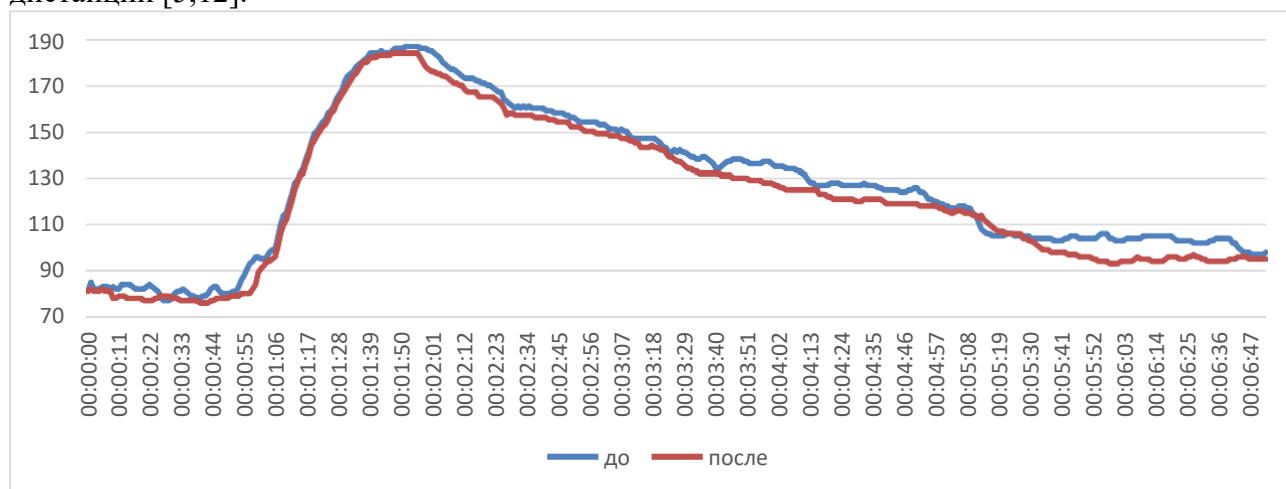


Рисунок 1 - Динамика показателей ЧСС на последнем стометровом отрезке до и после шестинедельного тренировочного цикла в исследуемой группе

Как видно из данных табл.1, было отмечено достоверное ($p < 0,05$) снижение показателей молочной кислоты по результатам тренировочного цикла в среднем на 4,43%. Одним из механизмов такого снижения лактата при том, что интенсивность общей работы на дистанции выросла, может служить повышение мощности эритроцитарной буферной системы [10]. В пользу такого предположения говорят результаты показателей периферической крови до и после шестинедельного тренировочного цикла., представленные в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительная характеристика показателей периферической крови у пловцов до и после шестинедельного тренировочного цикла в исследуемой группе ($M \pm m$)

Показатели	До	После
Эритроциты (RCB) * $10^{12}/л$	5,10±0,33	5,35±0,46*
Средний объем эритроцита (MCV), $мкм^3$	87,45±0,23	87,47±0,15
СОЭ (ESR), мм/ч	4,3±0,64	4,1±0,66*
Гемоглобин (HGB) г/л	149,67±2,91	159,90±2,17*
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), пг	29,34±0,19	29,88±0,86*
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), г/л	335,58±1,57	341,66±2,08*
Гематокрит (HCT) отн. ед.	44,6±0,24	46,8±0,58*
Ширина распределения эритроцитов (RDW-CV), %	12,60±0,31	12,20±0,28*
Лейкоциты (WBC) * $10^9/л$	6,68±0,10	6,97±0,15*
Нейтрофилы (NE) * $10^9/л$	2,51±0,19	2,52±0,13
Лимфоциты (LY) * $10^9/л$	1,40±0,04	1,52±0,06*
Эозинофилы (EO) * $10^9/л$	0,17±0,02	0,16±0,03

Моноциты (МО) *10 ⁹ /л	0,52±0,02	0,51±0,04
Базофилы (ВА) *10 ⁹ /л	0,13±0,01	0,12±0,01
Тромбоциты (PLT) *10 ⁹ /л	198,33±2,38	205,27±2,49*

В ходе первичного анализа крови, до эксперимента, было выявлено, что средние значения показателей периферической крови у спортсменов, находятся в пределах медицинских норм (ГОСТ Р53022-3 – 2008). У большинства испытуемых имело место относительно высокое содержание эритроцитов и гемоглобина в крови, что характерно для спортсменов, тренирующих выносливость [2, 4].

После шестинедельного тренировочного цикла у спортсменов наблюдаются изменения показателей эритроцитарного звена циркулирующей крови, которые проявляются в увеличении концентрации эритроцитов (RCB) на 4,67%, при этом закономерно увеличилась концентрация гемоглобина (HGB) на 6,39%. Увеличение рассматриваемых показателей приводит к изменению физико-химических свойств крови, что, в свою очередь, приводит к понижению рН крови (за счет RCB) и увеличению кислородной емкости крови.

Известно, что белковая система гемоглобина и оксигемоглобина играет важную роль как в процессе дыхания (транспортная функция по переносу кислорода к тканям и органам и удалению из них метаболической CO₂), так и в поддержании постоянства рН внутри эритроцитов, а в результате и в крови в целом [15]. В результате повышения показателя RCB, увеличивается гематокрит (HCT) на 5,7% (рис. 2), но остается в пределах медицинских норм. Кроме того, важно отметить, что показатель HCT повышается за счет общего количества RCB, а не за счет их размера: так, показатель среднего объема эритроцита (MCV) не имеет статистически достоверной разницы до и после шестинедельного тренировочного цикла.

При анализе эритроцитарных индексов, было зафиксировано достоверно значимое увеличение среднего содержания гемоглобина в эритроците (MCH) на 1,80%, и средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC) на 1,77% (рис. 2). Показатель MCV, как было сказано выше, остался на прежнем уровне, и не имел статистически достоверной разницы до и после шестинедельного тренировочного цикла. Из этого следует, что концентрация RCB повысилась за счет их количества, а не размера. Это приводит к снижению степени анизоцитоза, что подтверждается снижением показателя RDW-CV на 3,27% (рис. 2), т.е. наблюдается тенденция к снижению гетерогенности популяции эритроцитов. Все это может свидетельствовать об усилении процессов гемоглобинообразования в эритроцитах после тренировки с использованием дыхательных тренажеров.

Анализ лейкоцитарных индексов позволил определить, что предлагаемая нагрузка не являлась чрезмерной. В зависимости от характера выполняемой работы, в крови повышается содержание продуктов распада гликогена и мышечных белков. Для дезактивации продуктов белкового обмена в крови необходимы дополнительные концентрации лейкоцитов в крови.

В конце шестинедельного тренировочного цикла было отмечено достоверное повышение показателя лейкоцитов на 7,89% (рис.2), который остался в пределах медицинских норм. Также было отмечено нормальное соотношение показателей нейтрофилов (NE), лимфоцитов (LY), эозинофилов (EO), моноцитов (МО) и базофилов (ВА) по лейкоцитарной формуле. Выявленные изменения в клеточной структуре крови, особенно ее эритроцитарного звена, могут оказать существенное влияние на регуляцию дыхательной функции, что и проявилось в результатах функциональных дыхательных тестов пробах Штанге и Генче. Результаты исследования представлены в таблице 3.

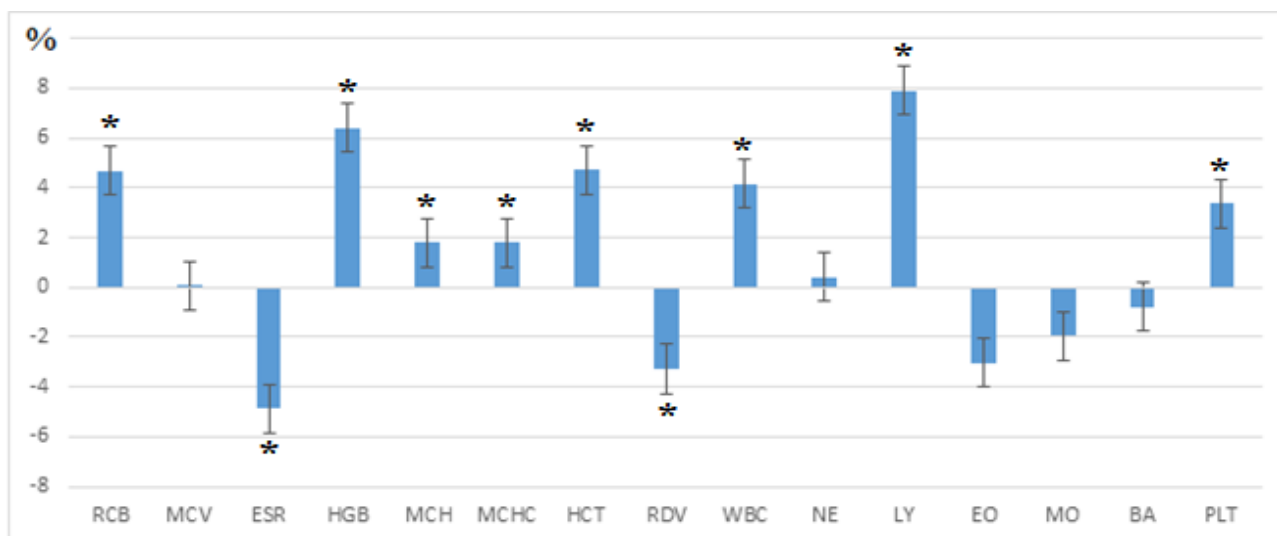


Рисунок 2 - Приросты (в % к исходному состоянию) показателей периферической крови после завершения шестинедельного тренировочного цикла в экспериментальной группе ($M \pm m$). Знаком * обозначены достоверные сдвиги.

Таблица 3. Реакция кардиореспираторной системы на функциональные пробы с задержкой дыхания до и после шестинедельного тренировочного цикла ($M \pm m$)

Проба	Время (с)		SaO ₂ (%)		ЧСС (уд/мин)			
	до	после	до	после	до		после	
					После пробы	В положении стоя	После пробы	В положении стоя
Штанге	87,17± 6,54	92,39± 3,74 *	97,18± 0,42	95,46 ±0,59 *	81,07 ±1,51	85,21 ±1,72	77,82 ±1,65 *	85,21 ±1,72
Генче	44,28± 3,72	46,57± 1,87 *	96,27± 0,12	93,50 ±0,52 *	85,17 ±1,80	85,21 ±1,72	80,14 ±1,57 *	85,21 ±1,72

По результатам первичного обследования спортсменов была отмечена высокая устойчивость их организмов к недостатку кислорода. Так, показатели задержки дыхания на вдохе и выдохе в среднем составляли 87,17±6,54 и 44,28±3,72 секунд соответственно (табл. 3), а показатель пульсовой реакции (ПР) составил 0,95 и 1. Известно, что показатель ПР у здорового человека не должен превышать значение 1,2 [1, 3, 6].

После шестинедельного тренировочного цикла было отмечено достоверное повышение времени произвольной задержки дыхания как на вдохе, так и на выдохе. Показатель времени пробы Штанге увеличился на 5,98%, а индекс ПР снизился на 4,05% (рис. 2). Показатель времени пробы Генче увеличился на 8,67%, а индекс ПР упал на 5,17% (рис. 2). Снижение реакции сердечно сосудистой системы на гипоксическое воздействие говорит о повышении устойчивости к дефициту кислорода. При этом важно отметить, что показатель оксигенации, при функциональных пробах снизился после эксперимента на 1,76% при проведении пробы Штанге и на 2,87% при проведении пробы Генче (рис. 2). Иными словами, после тренировки с дыхательными тренажерами, спортсмены смогли выдерживать более глубокую гипоксемию, чем в исходном (хотя и достаточно хорошем) состоянии. Это подтверждает предположение о

развитии более высокой толерантности организма спортсменов после 6-недельной тренировки к избытку диоксида углерода (гиперкапнии) и к дефициту кислорода в крови (гипоксемия). Возможно, более высокое содержание RCB и HGB позволило компенсировать развивающееся гипоксическое состояние [7, 9].

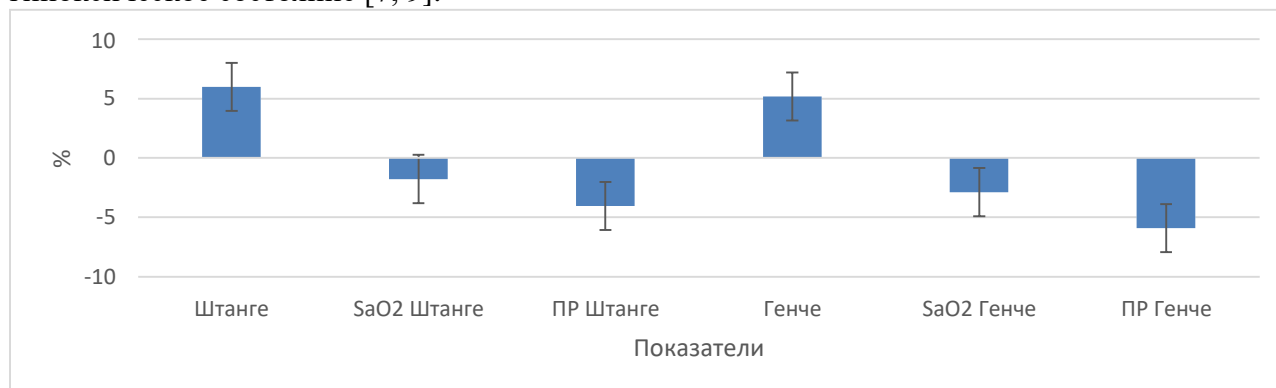


Рисунок 3 - Достоверные приросты (в % к исходному состоянию) показателей функциональных проб Штанге и Генче после завершения шестинедельного тренировочного цикла ($M \pm m$)

Таким образом, в результате шестинедельного педагогического эксперимента с применением дыхательных тренажеров, спортсмены-пловцы продемонстрировали улучшение технических результатов в тесте специальной работоспособности, что сопровождалось снижением физиологической стоимости выполненной физической нагрузки. Возможные механизмы такого функционального улучшения могут быть связаны с изменениями в эритроцитарном звене крови, а также, возможно, с повышением толерантности дыхательного центра к стимулирующим факторам. Приспособительный характер выявленных в результате эксперимента гемических сдвигов заключается в развитии реакций, направленных на повышение кислородной и буферной емкости циркулирующей крови. В то же время, содержание лейкоцитов и тромбоцитов не превысило верхней границы физиологической нормы, наличие миогенного лейкоцитоза установлено не было. Используемые дыхательные тренажеры продемонстрировали свою эффективность и могут быть рекомендованы для использования в тренировке пловцов на средние дистанции, и вероятно спортсменов других, близких по структуре нагрузке, специализаций.

Выводы

1. В результате проведенного эксперимента была разработана и научно обоснована методика применения дополнительных тренировочных средств, на основе дыхательных тренажеров, для повышения работоспособности спортсменов пловцов, которая включает в себя использование дыхательного тренажера «Breath top» для тренировок в воде, и диафрагмальной маски «Elevation training mask 2.0» для тренировки на суше.

2. Определены организационно-методические особенности применения дополнительных тренировочных средств в системе спортивной подготовки пловцов. Построение гипоксических мероприятий должно осуществляться с учетом планирования нагрузок в рамках микро и мезоциклов, содержание которых определяется целями и задачами определенного периода.

3. В ходе шестинедельного эксперимента с участием 28 спортсменов-пловцов, основанного на использовании дыхательных тренажеров, отмечается снижение показателя ЧСС, при этом время прохождения плавательного повторного теста 8x100 улучшается (повышается скорость плавания, и соответственно, мощность работы), что предполагает снижение физиологической стоимости работы, а также может служить доказательством повышения у спортсменов анаэробного гликолитического компонента выносливости. Снижение физиологической стоимости работы также подтверждается снижением показателя

ИНПД, который характеризует интенсивность анаэробных энергозатрат при выполнении физической нагрузки.

4. На основании функциональных проб Штанге и Генче было выявлено, что шестинедельный тренировочный цикл, основанный на использовании дыхательных тренажеров, приводит к повышению толерантности организма к избытку диоксида углерода (гиперкапнии) и к дефициту кислорода (гипоксия), что является одним из важнейших факторов достижения высоких результатов, так как спортивная деятельность в плавании сопряжена с выполнением двигательных задач в условиях нехватки кислорода.

5. Возможные механизмы такого функционального улучшения могут быть связаны с изменениями в эритроцитарном звене крови. Приспособительный характер выявленных в результате эксперимента гемических сдвигов заключается в развитии реакций, направленных на повышение кислородной и буферной емкости циркулирующей крови. В то же время, содержание лейкоцитов и тромбоцитов не превысило верхней границы физиологической нормы, наличие миогенного лейкоцитоза установлено не было.

Список литературы

1. Бреслав И.С. Дыхание и мышечная активность человека в спорте / И.С. Бочкарев, Н.И. Волков, Р.В. Тамбовцева // Советский спорт — 2013. — 337с.
2. Бочкарева, А. А. Влияние физических нагрузок на изменения суточной динамики клеток крови / А. А. Бочкарева, И. М. Лисова, Т. И. Джандарова // БМИК. – 2011. – №7. – С. 18–28.
3. Буйкова О.М. Функциональные пробы в лечебной и массовой физической культуре / О. М. Буйкова, Г. И. Булнаева // ИГМУ. – 2017. – 24с.
4. Быковская Т.Ю. Влияние искусственной адаптации человека к условиям периодической нормобарической гипоксии на показатели эритроцитарного звена циркулирующей крови / Т.Ю. Быковская, Д.В. Шатов, А. О. Иванов // Медицинский вестник Юга России. – № 4. – 2014. – С. 31-34. Волков Н.И. Проблемы эргогенных средств и методов тренировки в теории и практике спорта высших достижений / Н.И. Волков // Теория и практика физической культуры: Тренер: журнал в журнале. – 2013. – №8. – С. 68-72.
5. Глазачев, О.С. Особенности реактивности сосудов микроциркуляторного русла практически здоровых людей при моделировании острой умеренной гипоксии и гипероксии / О.С. Глазачев, Е.Н. Дудник // Физиология человека. – 2013. – Т. 39, № 4. – С. 74–81.
6. Доница, Ж.А. Межсистемные взаимоотношения дыхания и кровообращения / Ж.А. Доница // Физиология человека. – 2011. - том 37. - №2. - С. 117–128.
7. Дышко Б.А. Инновационные технологии тренировки дыхательной системы / Б.А. Дышко, А.Б. Кочергин, А.И. Головачев. – М.: Теория и практика физической культуры и спорта, 2012. -122 с
8. Зеленкова И.Е. Практическое применение оценки динамики параметров общей гемоглобиновой массы и объема циркулирующей крови методом возвратного дыхания монооксидом углерода в контексте тренировочного процесса / И.Е. Зеленкова, С.В. Зоткин, А.А. Грушин // Спортивная медицина: наука и практика. 2014. – №4. С. 17–21.
9. Классина С.Я. Влияние гиповентиляционного дыхания человека на «физиологическую цену» работы до отказа при физических нагрузках различной интенсивности / Классина С.Я., Фудин Н.А. // Вестник новых медицинских технологий – 2017. – Т. 24, № 2 – С. 193–199.
10. Король В.М. Мышечная работоспособность и частота сердечных сокращений у подростков в зависимости от уровня полового созревания / В.М. Король, В.Д. Сонькин, Л.И. Ратушная // Теория и практика физической культуры – 1985. – №8 – С. 27.
11. Макаренко, Л.П. Соревновательная деятельность высококвалифицированных пловцов спринтеров: учебное пособие слушателей ИПК и ФПК, тренеров по плаванию / Л.П. Макаренко; Рос. гос. ун-т физ. культуры. – М. : 2003. – 105 с.

12. Матеева Е.В. Реакция сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека на нормобарическую гипоксию до и после курса интервальных гипоксических воздействий /Матеева Е.В, Н.И. Пантелеева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6-7. – С. 1406-1411.
13. Павлов, А.И. Определение понятия «спортивная тактика» / А.И. Павлов, В.Г. Войтов // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 9. – С. 20-21.
14. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и её практическое приложение: учебник для студ. вузов физ. воспитания и спорта / В.Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 806 с.
15. Сороко С.И. Различия в стратегиях и возможностях адаптации человека к гипоксическому воздействию / С.И. Сороко, Э.А. Бурых // Физиология человека. - 2007. - Т. 33, №3. - С. 63-74.

Координационные способности и физическая работоспособность танцоров и танцовщиц при занятиях спортивными бальными танцами

Малиева Е.И.¹, *elena.malieva13@gmail.com*

Захарьева Н.Н.¹, *доктор мед. наук, zakharyeva.natalia@mail.ru*

¹ Центр спортивной медицины НИИ спорта и спортивной медицины ФГБОУ ВПО РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), Москва

Аннотация. В статье представлены результаты стабиллографического тестирования и теста PWC_{170} , определяющего физическую работоспособность танцоров-партнеров и танцовщиц-партнерш высокой квалификации. Обнаружены достоверные различия в тесте на устойчивость между мужчинами и женщинами по показателям: разброс по сагиттали и фронтали, площадь эллипса; по показателям абсолютной физической работоспособности и гемодинамики после выполнения теста. Выявленные в ходе физиологического тестирования данные показывают преимущества координационных способностей и недостаточность физической работоспособности партнерш по сравнению с партнерами.

Ключевые слова: *постуральная система, стабилометрия, PWC_{170} , систолический объем крови, танцоры высокой квалификации, спортивные бальные танцы, спорт высших достижений.*

Введение

Постуральный контроль обеспечивает выполнение любого автоматического или произвольного движения и представляет собой сложное сенсомоторное взаимодействие [7, 8]. Основные задачи постурального контроля – сохранение устойчивого вертикального положения (позы или осанки) и поддержание общего центра масс «center of mass» (ОЦМ) в пределах опоры (равновесие, баланс) [7, 8]. Для спортивных результатов вопросы постурального контроля играют первостепенную роль, ведь он обеспечивает выполнение спортивной техники во всех видах спорта.

Изменение постурального контроля при выполнении функциональных проб приводит к соответствующим изменениям функционирования вегетативных систем: сердечно-сосудистой, дыхательной и др. [9].

Можно предположить, что у спортсменов разного пола сформирован специфический паттерн поддержания устойчивости из-за различных условий выполнения соревновательных движений. Партнерши танцуют на высоком и узком каблуке, в стандартных танцах с большим прогибом назад в грудном отделе. Подтверждено исследованиями [11], что женщины в танцевальном спорте больше склонны к травмам. Возможно, причина возникновения травм лежит в специфике поддержания баланса у танцоров разного пола.

Различные исследования посвящены изучению вертикальной устойчивости у танцоров, занимающихся спортивными бальными танцами [1, 9, 10], вестибулярной устойчивости у детей в танцевальном спорте [6, 9], балансу у танцоров других стилей [12]. Однако оценка функционирования постуральной системы и изменения вегетативных систем при выполнении проб на стабиллографической платформе в определенной мере позволяет прогнозировать точность выполнения танцевальных фигур при координационной нагрузке в танце. Вышеизложенное подчеркивает значимость рассматриваемой проблемы для физиологии танцевального спорта.

Методы и организация исследования

В исследовании приняли участие 25 спортсменов-танцоров (12 мужчин и 13 женщин). В группы сравнения вошли спортсмены только высокой квалификации с разрядами от I взрослого до мастеров спорта, с высокой результативностью на соревнованиях (финалисты и полуфиналисты Чемпионата Мира в соответствующих возрастных категориях). Возраст испытуемых $19,4 \pm 3,7$ лет. Стаж занятий $12,4 \pm 2,4$. Вес у мужчин – $70,17 \pm 5,51$, рост – $179,58 \pm 5,66$; у женщин вес составляет $54,97 \pm 6,12$, рост – $166,46 \pm 3,64$. Индекс массы тела (ИМТ) у мужчин равен $21,8 \pm 1,74$, у женщин – $20,2 \pm 1,91$. Все участники подписали добровольное согласие. Исследование проводилось в подготовительном периоде спортивной подготовки.

Перед тестированием мы проводили анкетирование и интервьюирование спортсменов, сбор антропометрических данных, включающий в себя определение тотальных размеров тела. Исследование проводили в 2 этапа. *1-й этап* исследования: компьютерная стабилметрия (стабилоплатформа с обратной биологической связью ОКБ «Ритм» «Стабилан 01-2»), спортсмены выполняли тесты: «Мишень» и тест «Устойчивость». Стабилографические методики исследования человека основаны на записи стабилографического сигнала. Они позволяют оценить устойчивость человека, его кратковременную двигательную память. Статический тест «Мишень» проводится в один этап: испытуемый, стоя на платформе, удерживает общий центр масс в одной точке, не допускает сильных отклонений. Тест «Устойчивость» является динамическим, испытуемый перемещает ОЦМ по стопе по четырем направлениям: вправо, влево, назад, вперед. Результаты оцениваются в мм и определяют запас устойчивости у испытуемого [3, 4].

Для оценки устойчивости танцоров из множества стабилографических параметров отобрали: Разброс по фронтоли $Q(x)$ мм и сагиттали $Q(y)$ мм, скорость изменения площади статокинезиграммы SV кв.мм/сек, площадь эллипса $EllS$ кв.мм, Длина траектории ЦД по фронтоли LX мм и сагиттали LY мм и векторный показатель «Качество функции равновесия» (в %).

С помощью полуавтоматического тонометра Omron S1 снимали показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД) в покое и после постуральной нагрузки.

2-й этап исследования: 12 танцоров (6 мужчин и 6 женщин) выполняли функциональное тестирование PWC₁₇₀ [2] на велоэргометре, результаты которого обрабатывались в компьютерной программе «Экспресс программа оценки физической работоспособности, функциональных резервов и процессов восстановления (Велоэргометрия 170)».

Методы математической статистики в программе Microsoft Excel 2007. Вычислялись среднее арифметическое и стандартное отклонение. Для проверки гипотезы о равенстве дисперсии 2-х нормальных распределений применили двухвыбросный F-тест. Для проверки достоверности применяли t-тест Стьюдента для неравных дисперсий.

Результаты

Результаты по статическому тесту «Мишень» представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, и как показывают ранее проведенные нами исследования [1, 9], значимыми показателями для выявления межгрупповых, в том числе и половых различий для танцоров высокой квалификации являются показатели: «Длина траектории ЦД по фронтоли» LX мм и «Длина траектории ЦД по сагиттали» LY мм. Партнерши имеют некоторые преимущества по сравнению с партнерами в поддержании баланса при выполнении заданий теста, что выражается в тенденции к меньшему значению показателей «Длина траектории ЦД по сагиттали» LY мм и «Длина траектории ЦД по фронтоли» LX мм.

Таблица 1. Показатели стабилметрического теста «Мишень» у танцоров высокой квалификации

Показатели\испытываемые	Мужчины	Женщины
Хср± SD		
Разброс по фронтали <i>Q(x) мм</i>	2,23±0,67	1,96±0,95
Разброс по сагиттали <i>Q(y) мм</i>	2,31±0,63	2,31±0,87
Скорость изменения площади статокинезиграммы <i>SV кв.мм/сек</i>	10,03±4,45	8,95±5,37
Площадь эллипса <i>EllSkв.мм</i>	74,99±39,22	71,98±58,89
Длина траектории ЦД по фронталю <i>LX мм</i>	136,86±51,22	124,07±53,88
Длина траектории ЦД по сагитталю <i>LY мм</i>	144,53±44,52	132,48±38,14
КФР %	74,93±11,32	77,82±11,09

Результаты динамического теста «Устойчивость» представлены в таблицах 2 и 3. Мы отметили тенденцию: у партнерш меньший запас устойчивости во всех четырех направлениях (таблица 2). На основании результатов тестирования мы рекомендуем включить в тренировочный процесс танцовщиц специальные физические упражнения, развивающие способность эффективно перемещать ОЦМ во всех 4-х направлениях.

Таблица 2. Показатели теста «Устойчивость» у танцоров высокой квалификации

Показатели\испытываемые	Мужчины	Женщины
Хср± SD		
Отклонение вперед, мм	130,19±9,27	121±11,72
Отклонение назад, мм	92,91±17,51	84,15±20,15
Отклонение вправо, мм	122,37±19,69	115,69±13,81
Отклонение влево, мм	115,81±22,41	110,15±21,25

Однако по показателям разброса по фронтали и сагитталю *Q(x) мм* и *Q(y) мм* и площади эллипса *EllSkв.мм* мы выявили достоверное различие между партнерами и партнершами

(таблица 3). Танцовщицы обладают более развитой возможностью поддерживать равновесие в координированных локальных движениях при оптимальном напряжении мышц во время выполнения теста на устойчивость.

Таблица 3. Показатели стабилметрического теста «Устойчивость» у танцоров высокой квалификации

Показатели\испытуемые	Мужчины	Женщины
Хср± SD		
Разброс по фронтالي <i>Q(x) мм</i>	44,25±6,26	36,78±74*
Разброс по сагиттали <i>Q(y) мм</i>	39,19±2,16	34,66±5,58*
Скорость изменения площади статокинезиграммы <i>SV кв.мм/сек</i>	418,17±88,61	350,31±111,64
Площадь эллипса <i>EllSkв.мм</i>	25040,21±3791,72	18806,33±6109,17*
Длина траектории ЦД по фронтали <i>LX мм</i>	1231,42±411,94	1201,64±255,64
Длина траектории ЦД по сагиттали <i>LY мм</i>	1522,13±318,56	1473,11±339,04
КФР %	27,49±6,06	30,71±7,15

Примечание: * Уровень достоверности $p < 0,0$

На 2-м этапе танцоры выполняли 2-х ступенчатый субмаксимальный тест PWC_{170} , с расчетом гемодинамического показателя систолического объема крови CO (мл) после выполнения пробы в программе «Велоэрогметрия 170». По этому показателю выявлено достоверное различие между партнершами и партнерами: у мужчин СОК равен $154,07 \pm 32,02$ мл, у женщин – $93,82 \pm 7,28$ (различия достоверны при $p < 0,05$).

Также мы выявили достоверные межгрупповые отличия физической работоспособности в 2-х ступенчатом тесте PWC_{170} . Показатель абсолютной физической работоспособности в кГм/мин у мужчин составляет 1613 ± 400 , у женщин – 860 ± 215 кГм/мин (различия достоверны при $p < 0,05$). Относительная физическая работоспособность у партнеров – $22,2 \pm 3,87$ кГм/мин/кг, у партнерш – $15,5 \pm 4,23$ кГм/мин/кг (различия достоверны при $p < 0,05$).

У мужчин относительная физическая работоспособность в перерасчете на безжировую массу тела составила $24,97 \pm 4,61$ кГм/мин/кг, у женщин – $19,9 \pm 5,51$ кГм/мин/кг.

Обсуждение результатов

Достоверность различий по полу у танцоров высокой квалификации обнаружена по трем показателям динамического теста «Устойчивость»: «Разброс по фронтالي» $Q(x)$ мм и «Разброс по фронтالي» $Q(y)$ мм и «Площадь эллипса» $EllS$ кв.мм; по абсолютным и относительным показателям теста PWC_{170} и по показателям ударного объема крови после выполнения теста PWC_{170} .

Показатели разброса по фронтали и сагиттали отражают девиацию, смещение от среднего положения, и у мужчин (партнеров) отмечены достоверно более низкие результаты. Площадь эллипса представляет собой рабочую площадь опоры испытуемого. Если показатель увеличивается, это говорит об ухудшении устойчивости, если уменьшается – устойчивость в тесте улучшается. В нашем исследовании у партнеров площадь эллипса достоверно больше, что указывает на худшую вертикальную устойчивость танцоров-мужчин при выполнении теста «Устойчивость».

Длина траектории ЦД по фронтали и сагиттали – это интегральные показатели, указывающие на величину колебаний тела человека при прохождении теста. Увеличение этих показателей также отражает ухудшение устойчивости во время пробы, и в нашем исследовании у партнеров результаты тестирования ниже, чем у партнерш.

Динамический тест «Устойчивость» в сравнении со статическим тестом «Мишень» имеет большую координационную нагрузку и требует от танцоров большего напряжения функциональных систем для удержания равновесия во время выполнения тонко координированных локальных движений. Как показали результаты представленного в статье исследования, диагностический стабилметрический тест «Устойчивость» на этапе высокой спортивной квалификации танцоров позволяет более четко выявить достоверные половые отличия по основным параметрам (таблица 3).

Векторный показатель «Качество функции равновесия» (КФР) точнее и полнее, чем другие стабилграфические показатели, отражает функцию прямостояния. Чем больше значения показателя, тем выше способность поддерживать вертикальную позу. В нашем исследовании у танцовщиц-партнерш в двух стабилметрических тестах (таблица 1 и 3) отмечена тенденция к более высоким результатам по показателю «КФР», чем у танцоров-партнеров.

У мужчин (партнеров) показатели относительной физической работоспособности по тесту PWC_{170} соответствуют высокой оценке в соответствии с данными В.Л. Карпмана с соавт., (1974). Показатели относительной физической работоспособности по тесту PWC_{170} женщин (партнерш) согласно полученным данным составили в перерасчете на безжировую массу тела $19,9 \pm 5,51$ кГм/мин/кг. Выявлены достоверные половые различия абсолютных и относительных показателей физической работоспособности в группах сравнения. В настоящее время шкала для оценки физической работоспособности женщин-танцовщиц высокой квалификации разрабатывается, исследования в этом направлении будут продолжаться.

Различия физической работоспособности в танцевальной паре могут определять рассогласование в исполнении танца, например, скорости, качества выполнения танцевальных шагов и основных фигур, что особенно выражено в танцах быстрого темпа.

Выводы

1. В статическом тесте «Мишень» не выявлено достоверных межполовых различий, в отличие от динамического теста «Устойчивость». Выраженные тенденции к более высоким результатам у женщин (партнерш) в статическом тесте «Мишень» выявляют их преимущество в данном тесте по сравнению с партнерами.

2. Достоверные различия по стабилметрическим показателям в тесте «Устойчивость» выявили более точное функционирование регуляторных систем при поддержании вертикальной позы у партнерш в сравнении с партнерами.

3. Результаты проведенного физиологического тестирования и выполнения 2-х ступенчатого субмаксимального теста PWC₁₇₀ выявили достоверные половые различия в абсолютных и относительных показателях физической работоспособности танцоров, что может объяснять межполовые различия физической подготовки и, в определенной мере, снижать спортивные результаты пары.

Список литературы

1. Захарьева, Н. Н. и др. Показатели вертикальной устойчивости и функционального состояния сердечно-сосудистой системы танцоров высокой квалификации // Экстремальная деятельность человека. – 2019. - №4 (54). – С.76-81.
2. Карпман, В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. – 1974.
3. Методические рекомендации по использованию стабилметрических методов оценки функций равновесия у спортсменов в летних видах спорта. М. – 2013. –С.35.
4. Стабилографические исследования. Руководство пользователя. – С. 300.
5. Харитонов, Л. Г., Нопин С. В. Экспресс программа оценки физической работоспособности, функциональных резервов и процессов восстановления (Велоэргометрия 170)№ 2007611195 //Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. – 2007. – №. 2. – С. 277.
6. Шапошникова, П. С. и др. Формирование вестибулярной устойчивости у спортсменов-танцоров //Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2017. – №. 4 (146). – С. 251-254.
7. Fornari, M. C. Biomechanical and Neurophysiological Study of Postural Control: дис. – Universidade do Porto, 2018.–P. 42
8. Ivanenko, Y., Gurfinkel V. S. Human postural control //Frontiers in neuroscience. – 2018. – Т. 12. – P. 171.
9. Zakharyeva, N.N. Features of the Functioning of Regulatory Systems When Performing Stabilometric Test«Stability in the Pose of Romberg» among Young Dancers //Basic & clinical pharmacology & toxicology, 2019. – Т. 124. – P. 365-365.
10. Zemková, E. Sport-specific balance //Sports Medicine. – 2014. – Т. 44. – №. 5. – P. 579-590.
11. Premelč, J. et al. A retrospective investigation on age and gender differences of injuries in DanceSport //International journal of environmental research and public health. – 2019. – Т. 16. – №. 21. – P. 4164.
12. Sirois-Leclerc, G., Remaud A., Bilodeau M. Dynamic postural control and associated attentional demands in contemporary dancers versus non-dancers //Plos one. – 2017. – Т. 12. – №. 3. – P. 1-11.

Организация физиологического сопровождения и проведения гипоксических тренировок при подготовке команд альпинистов

Матыцин В.О.,¹ канд. мед. наук, matitsin@list.ru

Трубникова Е.М.¹

Лунин А.А.,¹ канд. техн. наук

Кинцель Т.А.²

*1 Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург
2 Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*

Аннотация. Предложен методический подход по физиологическому сопровождению альпинистских команд, проходящих подготовку к восхождениям. Проводится курс гипоксических тренировок альпинистов в условиях барокамеры с моделированием условий высоты до 3000 м над уровнем моря. Перед курсом тренировок и после их завершения выполняется кардиореспираторный нагрузочный тест с целью определения физической работоспособности и выносливости альпинистов. Предлагается более широкое внедрение данного методического подхода в практику подготовки альпинистов.

Ключевые слова. высотная гипоксия, альпинисты, гипоксические тренировки, барокамера, физическая работоспособность

Введение

В системе подготовки альпинистов первостепенное значение имеет общая физическая подготовка и тренировка выносливости, а также развитие специфических профессиональных навыков, применяемых в условиях горной местности. Однако горная местность обладает важной особенностью, оказывающей существенное влияние на организм человека – пониженным парциальным давлением кислорода в атмосфере. Данный климатический фактор вызывает развитие у человека высотной гипоксии, следствием чего может явиться снижение физической работоспособности спортсмена, неспособность выполнить задачу из-за проявлений горной болезни. Поскольку работа альпинистов подразумевает работу в команде, то потеря работоспособности хотя бы у одного члена команды ставит под угрозу срыва выполнение спортивной или профессиональной задачи всей командой. Поэтому, помимо специальных индивидуальных и групповых тренировок, для подготовки команд альпинистов важно оказание комплексного медицинского, физиологического, психофизиологического и психологического сопровождения участников. В системе такого комплексного сопровождения важное место занимают гипоксические тренировки.

В настоящее время гипоксические тренировки применяются в различных странах для тренировки спортсменов различных видов спорта и повышении их устойчивости к гипоксии, поскольку гипоксия как универсальный процесс имеет место при любых физических нагрузках в том числе и в нормоксических условиях. Для гипоксических тренировок используют гипобарические камеры (барокамеры), моделирующие горные условия с пониженным атмосферным давлением, либо нормобарические камеры, в которых гипоксия создается за счет уменьшения процентного содержания кислорода при нормальном атмосферном давлении. Считается, что как гипербарические, так и нормобарические гипоксические тренировки являются адекватной заменой тренировкам в горной местности [1]. Тем не менее, в некоторых работах было показано статистически значимое снижение насыщения крови кислородом и повышение частоты пульса у альпинистов во время реального горного похода на высоте 4200 м над уровнем моря по сравнению с показателями, зарегистрированными у тех же спортсменов при имитации условий местности и физической нагрузки в нормобарической гипоксической камере, при отсутствии у спортсменов

клинических признаков горной болезни в обоих случаях [2]. Исходя из этого предполагается, что моделирование условий среднегорья в гипобарической камере может вызывать физиологические реакции, в большей степени соответствующие таковым в реальной горной местности. Еще Поль Бер в 1878 году установил, что пониженное парциальное давление кислорода в атмосфере является стимулом для развития адаптационных реакций [3].

Данные многочисленных работ показывают, что оптимальным режимом гипоксических тренировок спортсменов является моделирование высоты 2000–4000 м над уровнем моря [1,4–9]. Вместе с тем гипоксические тренировки с подъемами на большие высоты, 4000–5500 м, оказались недостаточно эффективными как для повышения работоспособности спортсменов, так и для улучшения транспорта кислорода кровью [10]. Также имеются наблюдения, что чередование гипоксических тренировок на высотах около 2500 м с физическими тренировками, выполняемыми в условиях высот, соответствующих уровню моря, является оптимальным режимом подготовки спортсменов. Проведение же физических тренировок в условиях моделирования высотной гипоксии приводит к снижению работоспособности и выносливости спортсменов [7].

Однако несмотря на обилие публикаций по гипоксическим тренировкам, применение их в системе подготовки спортсменов к соревнованиям, и в частности, альпинистов к восхождениям, остается ограниченным. Не выработан оптимальный подход к контролю функционального состояния организма альпинистов в рамках проведения гипоксических тренировок. Поэтому целью настоящей работы явилась отработка методологии физиологического сопровождения альпинистов и проведения их гипоксических тренировок в условиях барокамеры при подготовке команды к соревнованиям.

Методы

Под наблюдением состояла команда альпинистов (8 мужчин, 2 женщины), проходившая подготовку к соревнованиям по восхождению на Эльбрус. Возрастной состав группы неоднородный: 5 участников молодого возраста (19–25 лет), 3 участника среднего возраста (34–47 лет) и 2 человека старшей возрастной группы (61 и 62 года). Все участники имели хорошую общую физическую подготовку, но по альпинистскому стажу члены команды отличались: стаж более 5 лет имели 3 человека, из них более 15 лет – двое, стаж от 1 до 3 лет имели 5 участников, двое готовились к восхождению впервые.

Физическую работоспособность и выносливость участников команды оценивали при проведении кардиореспираторного теста с физической нагрузкой на компьютерной эргоспирометрической установке MetaLyser V3 (Германия) с подключенным велоэргометром. Для измерения сатурации и пульса использовали пульсоксиметры Vitmos Sat 801.

Гипоксические тренировки команды выполняли в термобарокомплексе «Табай» (Япония).

Результаты и их обсуждение

Выбор режима гипоксических тренировок был основан на опыте подготовки профессиональных альпинистских команд [7,11–13]. Выбранная схема гипоксических тренировок участников команды на термобарокомплексе «Табай» представляла собой ежедневные барокамерные подъемы, высота первого подъема составила 1500 м, второго 2000 м, третьего 2500 м, высота четвертого и остальных подъемов составила 3000 м; всего выполнено 10 подъемов, продолжительность каждого подъема составляла один час. Участники находились в камере в условиях покоя в креслах.

Физиологическое сопровождение гипоксических тренировок команды альпинистов заключалось в выполнении следующих мероприятий:

1. Проведение перед началом гипоксических тренировок каждому участнику кардиореспираторного нагрузочного теста. Участники выполняют работу на велоэргометре в условиях постепенно повышающейся нагрузки по рамповому протоколу до достижения ими анаэробного порога. Непосредственно перед тестом проводят спирометрическое

исследование, основными показателями которого являются функциональная жизненная емкость легких и объемы форсированного выдоха. В тесте определяют комплекс показателей, основными из которых являются максимальное потребление кислорода и максимальная достигнутая нагрузка.

2. Проведение гипоксических тренировок в барокомплексе. Всем участникам во время каждой тренировки выполняли мониторинг показателей насыщения крови кислородом и частоту пульса при помощи пульсоксиметров. Случаев выхода данных показателей за пределы нормативных значений не было зарегистрировано.

3. После завершения курса гипоксических тренировок участники выполняли кардиореспираторный нагрузочный тест и спирометрию. Проводили сравнение полученных показателей с исходными, на основании чего было выявлено, что все участники сохраняли физическую работоспособность и выносливость на протяжении всего курса тренировок.

Несмотря на достаточное число публикаций, посвященных гипоксической тренировке спортсменов, применение таких тренировок в практике подготовки альпинистских команд ограничено и имеет в основном научно-исследовательские цели. Предложенный в работе методический подход к проведению гипоксических тренировок может быть более широко использован в практике подготовки альпинистов. Основной задачей гипоксических тренировок является не только тренировка устойчивости к высотной гипоксии, но и поддержание физической работоспособности и выносливости альпинистов за счет активации адаптационных резервов организма. При этом контроль за функциональным состоянием организма альпинистов, включающий в себя проведение нагрузочного тестирования до и после гипоксических тренировок, а также мониторинг пульсоксиметрических показателей непосредственно во время тренировок, является обязательным компонентом предложенного методического подхода.

Выводы

Предложен методический подход по физиологическому сопровождению альпинистских команд, проходящих подготовку к восхождениям. Он заключается в проведении курса гипоксических тренировок членов команды в условиях барокамеры с моделированием условий высоты до 3000 м над уровнем моря, в ежедневном режиме, не менее 10 подъемов. Перед курсом тренировок и после их завершения выполняется кардиореспираторный нагрузочный тест с целью определения физической работоспособности и выносливости альпинистов. Непосредственно при выполнении гипоксических тренировок выполняется пульсоксиметрия. Предлагается более широкое внедрение данного методического подхода в практику подготовки альпинистов.

Список литературы

1. Woods D.R. et al. Markers of physiological stress during exercise under conditions of normoxia, normobaric hypoxia, hypobaric hypoxia, and genuine high altitude // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2017. Vol. 117, № 5. P. 893–900.
2. Netzer N.C. et al. SpO₂ and heart rate during a real hike at altitude are significantly different than at its simulation in normobaric hypoxia // *Front Physiol.* 2017. Vol. 8. P. 81.
3. Bert P. *La Pression Barométrique: Recherches De Physiologie Expérimentale.* Paris: Masson, 1878.
4. Доценко Э.А., Чиркин А.А., Прищепа И.М. Технологии адаптационной медицины: возможности и перспективы применения гипобарической гипокситерапии // УО “ВГУ им. П. М. Машерова”: сборник научных трудов. 2002. Vol. 1. P. 218–233.
5. Левшин И.В. [и др.] Физиологические закономерности гипоксических воздействий на функциональное состояние системы внешнего дыхания спортсменов в спорте высших достижений // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта.* 2010. № 9 (67). P. 62–66.

6. Kim S.-H. et al. Effects of 2-week intermittent training in hypobaric hypoxia on the aerobic energy metabolism and performance of cycling athletes with disabilities // J Phys Ther Sci. 2017. Vol. 29, № 6. P. 1116–1120.
7. Levine B.D. Intermittent hypoxic training: fact and fancy // High Alt. Med. Biol. 2002. Vol. 3, № 2. P. 177–193.
8. Vallier J.M., Chateau P., Guezennec C.Y. Effects of physical training in a hypobaric chamber on the physical performance of competitive triathletes // Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1996. Vol. 73, № 5. P. 471–478.
9. Wilber R.L. Current trends in altitude training // Sports Med. 2001. Vol. 31, № 4. P. 249–265.
10. Rodríguez F.A. et al. Performance of runners and swimmers after four weeks of intermittent hypobaric hypoxic exposure plus sea level training // J. Appl. Physiol. 2007. Vol. 103, № 5. P. 1523–1535.
11. Новиков В.С., Шустов Е.Б., Горанчук В.В. Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях. СПб: Наука, 1998. 544 р.
12. Ганапольский В.П. [и др.] Влияние гипоксических тренировок и фармакокоррекции на физическую работоспособность и автономную регуляцию у альпинистов // Авиакосмическая И Экологическая Медицина. Институт медико-биологических проблем РАН, 2019. Vol. 53, № 5.
13. Ганапольский В.П. [и др.] Повышение физической работоспособности спортсменов на основе интервальной гипоксической тренировки // Теория И Практика Физической Культуры. Научно-издательский центр “Теория и практика физической культуры и спорта,” 2019. № 10.

***Abstract.** A methodical approach to physiological assistance of climber teams, preparing to mountain climbing, is proposed. A course of hypoxic trainings for climbers is performed in a hypobaric chamber, with simulating of altitude conditions up to 3000 m above sea level. Before and after course, a cardiorespiratory stress test is performed to determine the physical performance and endurance of climbers. Wider applying of this approach for the practice of climber teams training is proposed.*

Особенности кардиореспираторной системы организма спортсменок высокой квалификации, занимающихся художественной и эстетической гимнастикой

Махалин А.В., канд. биол. наук, *fiziologi@mail.ru*

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)», Москва, Россия

***Аннотация.** В работе представлены результаты функционального исследования кардиореспираторной системы организма девушек, занимающихся художественной и эстетической гимнастикой высокой квалификации. У художественных и эстетических гимнасток артериальное давление несколько снижено. По показателям частоты сердечных сокращений, у эстетических гимнасток он более высокий, чем у художественных гимнасток. Показатели жизненной ёмкости лёгких установлены практически в равной степени в обеих группах высококвалифицированных спортсменок-гимнасток.*

***Ключевые слова:** художественная гимнастика, эстетическая гимнастика, функциональные показатели, кардиореспираторная система, частота сердечных сокращений, жизненная ёмкость лёгких, артериальное давление систолическое, артериальное давление диастолическое.*

Введение

Актуальным направлением является изучение взаимосвязи морфофункционального статуса спортсменок-гимнасток с уровнем их подготовленности [4]. Функциональные особенности играют важную роль, как в краткосрочном, так и в долгосрочном планировании спортивной подготовки, при этом в практике гимнастики широкое распространение получили такие показатели, как частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление и жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) [2,3].

Цель работы – анализ особенностей кардиореспираторной системы у спортсменок высокой квалификации, занимающихся художественной и эстетической гимнастикой.

Методика и организация исследования

На базе кафедры анатомии и биологической антропологии РГУФКСМиТ в 2019-2020 гг. проводилось обследование спортсменок высокой квалификации – мастеров спорта, входящих в состав сборных команд РГУФКСМиТ по эстетической (команда «AMUAZH», n=10) и художественной гимнастике (n=10) в предсоревновательном периоде. Возраст обследованных составил от 18 до 22 лет.

Программа обследования включала функциональные измерения кардиореспираторной системы спортсменок по стандартной методике [5]. Межгрупповые различия оценивали по критерию Стьюдента. Обработку данных проводили с использованием пакета программ MS Excel 2016.

Результаты исследования

Рассматривая функциональные особенности организма спортсменок в группах девушек, занимающихся художественной и эстетической гимнастикой, значительно различались только возраст ($p < 0,05$). Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Функциональные показатели кардиореспираторной системы высококвалифицированных художественных и эстетических гимнасток (* $p < 0,05$)

Показатели	Эстетическая гимнастика, n=10	Художественная гимнастика, n=10
Возраст, лет	18,8±0,4*	20,8±1,2*
ЧСС, уд в мин.	87,0±16,3	77,9±13,5
АДС, мм. рт. ст.	114,0±11,7	111,5±10,0
АДД, мм. рт. ст.	78,2±6,5	73,5±8,7
ЖЕЛ, л.	3,8±0,6	3,7±0,5

Анализируя показатели кардиореспираторной системы (АД, ЧСС и ЖЕЛ), нами выявлено, что артериальное давление систолическое и диастолическое незначительно выше в группе эстетических гимнасток по сравнению с группой художественной гимнастикой (таблица 1). В целом, можем наблюдать пониженное значение показателей систолического давления среди обследованных спортсменок.

Исходя из полученных данных, мы можем предположить, что значения близки, с тенденцией к понижению в обеих группах, из чего можем сделать вывод о том, что согласно исследованиям, многих авторов у спортсменов высокой квалификации может наблюдаться несколько сниженное артериальное давление, чем у нетренированных людей, что и подтверждает полученные нами данные [3].

По показателям частоты сердечных сокращений, нами выявлено, что у обеих групп гимнасток высокие показатели, которые свойственны спортсменам высокой квалификации ЧСС, 87,0 за минуту у эстетических гимнасток, 77,9 у художественных гимнасток.

По показателям ЖЕЛ нами установлено, что показатели жизненной ёмкости лёгких практически равны в обеих группах, у эстетических гимнасток оно составляет 3,8 л., а у художественных гимнасток данный показатель составляет 3,7 л., что отражает хорошие показатели внешнего дыхания спортсменок [1].

Таким образом, показатели кардиореспираторной системы характеризуются в обследованных группах тем, что у художественных и эстетических гимнасток артериальное давление несколько снижено. По показателям ЧСС, у эстетических гимнасток он более высокий, чем у художественных гимнасток, вероятнее всего это связано с более старшим возрастом спортсменок. Показатели жизненной ёмкости лёгких установлены практически в равной степени в обеих группах высококвалифицированных спортсменок-гимнасток.

Заключение

Результаты проведённого исследования подтверждают влияние уровня двигательной активности и интенсивности тренировок на функциональный статус и действие спортивного отбора, предъявляющего специфические требования к индивидуальным характеристикам высококвалифицированных спортсменок. Индивидуально-типологический подход с оценкой функционального статуса целесообразно использовать при построении тренировочного процесса спортсменок высокой квалификации в данном виде спорта.

Список литературы

1. Демковская, С. М., Береславская, Н. В. Морфофункциональные показатели художественных гимнасток высокой квалификации / С.М. Демковская, Н. В. Береславская // Тезисы докладов XIV научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного федерального округа Материалы конференции. 2018. С. 304-305.

2. Жужгов, А.П. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта / А.П. Жужгов, Н.И. Шлык // Сборник материалов VI меж- вуз. науч.-практ. конферен., посвященной 85-летию высшего образования на Урале. - Чайковский, 2014. – С. 97-99.
3. Захарьева, Н.Н. Возрастная физиология спорта: Монография / Н.Н. Захарьева; М-во спорта Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Российский гос. ун-т физ. культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)». – М., 2016. – 380 с.: ил.
4. Ларионова, Г.П., Малахова, Е.Э. Факторы будущей успешности начинающих спортсменок в художественной гимнастике / Г.П. Ларионова, М.Э. Малахова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2019. № 4 (170). С. 187-193.
5. Негашева М.А. Основы антропометрии: учебное пособие. – М.: Изд-во «Экон-Информ», 2017. – 216 с.

Annotation. *The paper presents the results of a functional study of the cardiorespiratory system of the body of girls involved in high qualification rhythmic and aesthetic gymnastics. In artistic and aesthetic gymnasts, blood pressure is slightly reduced. In terms of heart rate, it is higher for aesthetic gymnasts than for rhythmic gymnasts. The indicators of the vital capacity of the lungs were established almost equally in both groups of highly qualified sportswomen-gymnasts.*

Key words: *rhythmic gymnastics, aesthetic gymnastics, functional indicators, cardiorespiratory system, heart rate, vital capacity of the lungs, systolic blood pressure, diastolic blood pressure.*

Эффекты стретчинг-тренировки на стабиллографические и кинематические показатели регуляции позы

Мельников А.А.¹, доктор биол. наук, профессор, meln1974@yandex.ru

Смирнова П.А.², аспирант, Polina954t@mail.ru

Р.Ю. Николаев³, канд. биол. наук, nikolaev.r.u@yandex.ru

Белицкая Л.А.¹, lubbel2@yandex.ru

Андреева А.М.⁴, канд. биол. наук, toutio@yandex.ru

¹ Российский государственный университет физической культуры спорта молодёжи и туризма, Москва

² Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, Ярославль

³ Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, Рыбинск

⁴ ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта, Москва

Аннотация. Целью работы изучить эффекты стретчинг-тренировки на стабиллографические и кинематические показатели регуляции вертикальной позы у здоровых девушек. Колебания общего центра давления регистрировали синхронно с колебаниями углов в голеностопном (ГСС), коленном (КС) и тазобедренном (ТБС) суставах опорной конечности во время моноопорной стойки с открытыми глазами. Установлено, что после тренировки увеличение суставной подвижности в ТБС было связано с уменьшением фронтальных колебаний в ТБС, что было связано с уменьшением осцилляций в ГСС и ОЦД во время моноопорной стойки. Таким образом, стретчинг-тренировка нижних конечностей повышает устойчивость моноопорной позы, возможно, за счёт стабилизации ТБС.

Ключевые слова: тренировка гибкости, постуральная регуляция, моноопорная поза, суставная подвижность, стабиллография, кинематика позы.

Введение

Применение растягивающих упражнений, или стретчинга, является очень распространённым в различных видах спорта. Под влиянием растягивающих упражнений умеренной интенсивности увеличивается амплитуда движений, уменьшается мышечная и общая суставная жёсткость [4], что способствует снижению травматизма во время высокоамплитудных или ультрадлинных и однообразных упражнений. Позитивные изменения отмечаются также в регуляции динамического постурального баланса [6]. Однако длительный и интенсивный статический стретчинг снижает мощность мышечных сокращений, проприоцептивную чувствительность и статическую устойчивость вертикальной позы [1, 5], что может ухудшать спортивные результаты, связанные с этими физическими способностями. Вместе с тем, эффекты хронического применения стретчинг-упражнений (или стретчинг-тренировок) на особенности регуляции статического и динамического равновесия позы практически не изучены. В единичных работах [2] показаны позитивные эффекты четырёхмесячного использования стретчинг-упражнений на стабиллографические показатели регуляции позы у пожилых испытуемых, однако механизмы выявленного эффекта раскрыты не полностью. Несмотря на большое количество работ, анализирующих влияние повышенной растяжимости сухожильно-мышечного аппарата на различные стороны физических и двигательных способностей, роль суставной подвижности в эффективности постуральной регуляции мало изучена. Таким образом, целью настоящей работы было исследовать эффекты стретчинг-тренировки на стабиллографические и кинематические показатели регуляции вертикальной позы у здоровых девушек.

Организация и методы исследования

Организация исследования. В исследовании на добровольной основе приняли участие здоровые физически активные 28 девушек-студенток (18-21 год). 14 девушек вошли в группу «Контроль» и 14 – в экспериментальную группу «Стретчинг», группы не различались по антропометрическим параметрам.

Стретчинг-тренировка. Экспериментальная группа тренировалась по программе стретчинг-тренировки (трижды в неделю по 80 минут). Стретчинг-тренировка включала статические и динамические растягивающие упражнения с целью увеличения подвижности в голеностопном суставе (ГСС) и тазобедренном суставе (ТБС) нижних конечностей. Каждое занятие включало: 15 мин общей разминки (беговые и прыжковые упражнения); 20 мин динамического стретчинга в движении; 20 мин динамического стретчинга на месте; 20 мин статического стретчинга; 5 мин восстановительных динамических упражнений. Тренировки выполнялись под руководством тренера. Контрольная группа занималась физическими упражнениями в рамках по программе общей физической культуры (2 раза в неделю).

Устойчивость вертикальной позы оценивали по величине колебаний ОЦД в моноопорной стойке на не ведущей ноге с открытыми глазами (40 сек) на стабиллоплатформе («Neurocor Trast-M». Москва. 500 Гц). Для анализа использовали: 1) среднее квадратическое отклонение (или амплитуду) колебаний ОЦД в сагиттальной и фронтальной плоскости (SD-ОЦД-с и SD-ОЦД-ф в мм, соответственно); 2) среднюю линейную скорость ОЦД в сагиттальной и фронтальной плоскости (V-ОЦД-с и V-ОЦД-ф в мм/сек, соответственно); 3) 95% площадь колебаний ОЦД (S-ОЦД, мм*мм).

Кинематический анализ моноопорной позы. Во время постурального теста синхронно с ОЦД определяли колебания углов в ТБС, КС и ГСС опорной конечности с помощью четырех датчиков-гироскопов («Neurocor Trast-M»), закреплённых эластичной лентой на тыльной стороне стопы, латеральных сторонах голени и бедра, а также на спине (L4-L5). Для анализа использовались показатели колебаний углов в ТБС, КС и ГСС опорной конечности в сагиттальной и фронтальной плоскости: 1) среднее квадратическое отклонение (или амплитуда) (SD-ТБС-с/ф, SD-ГСС-с/ф и SD-КС-с в град); 2) средняя угловая скорость колебаний суставных углов (V-ТБС-с/ф, V-ГСС-с/ф и V-КС-с в град/сек).

Активную суставную подвижность в ТБС и ГСС одной опорной конечности регистрировали с помощью гониометрических датчиков-гироскопов в положении лёжа испытуемого на кушетке. Определяли общую максимальную амплитуду (в градусах) суставной подвижности: 1) тыльного и подошвенного сгибания стопы в ГСС; 2) сгибания выпрямленной ноги в ТБС; 3) отведения выпрямленной ноги в сторону в ТБС. Испытуемый выполнял трижды необходимое движение, для расчёта отбирался максимальный результат. Перед тестом испытуемый выполнял 5 пробных целевых движений.

Статистика. Результаты представлены как средняя арифметическая (M) ± стандартное отклонение (Ст. Откл.). Для всех показателей определяли степень изменения за экспериментальный период относительно исходного уровня (Δ , %). По данным критерия Shapiro-Wilk значительная часть показателей имела ненормальное распределение. Сравнительный анализ между группами выполнен с помощью критерия Mann-Whitney. Различия в показателях до и после экспериментального периода выполнен с помощью парного теста Wilcoxon. Корреляционный анализ проведён с изменениями показателей за экспериментальный период (Δ) с помощью ранговой корреляции Spearman (r). Расчёты выполнены в программе Statistica v12.

Результаты исследования

Эффект стретчинг-тренировки на максимальную активную подвижность в суставах опорной конечности. До тренировки в группе Стретчинг была повышена подвижность в ТБС в тесте сгибание ноги (116 ± 15 и 94 ± 15 град. группах Стретчинг и Контроль соответственно, $p < 0,01$), в других тестах группы не различались.

В результате тренировки в группе Стретчинг увеличилась активная подвижность в ТБС: на 6,5 град ($p=0,069$) в сгибании и на 6,4 град ($p=0,012$) в отведении ноги, что отличалось от изменений в контроле ($p=0,039$ и $p=0,014$ соответственно), однако изменения подвижности в ГСС были не существенны ($p=0,35$ между Δ в группах).

Эффект тренировки на стабилографические показатели устойчивости одноопорной позы. До и после тренировки группы существенно не отличались по V-ОЦД, S-ОЦД и SD-ОЦД-с/ф (все $p>0,1$). (Таблица 1).

Под влиянием тренировки произошло существенное снижение S-ОЦД ($p=0,024$), SD-ОЦД-с ($p<0,01$) по сравнению с исходным уровнем. Также, изменения показателей: ΔS -ОЦД ($p=0,041$), ΔSD -ОЦД-с ($p=0,021$) были отличны от изменений в контроле (Таблица 1).

Повышение активной подвижности в ТБС (и в отведении, и в сгибании) не коррелировало с улучшением, т.е. с ΔS -ОЦД и ΔSD -ОЦД-с.

Таблица 1. Эффект стретчинг-тренировки на стабилографические показатели в группах ($M \pm St.$ Отк.)

Показатели	Стретчинг N=14	Контроль N=14	p
SD-ОЦД-с(до), мм	7,5±2,4	6,2±1,8	0,077
SD-ОЦД-с(после), мм	5,3±0,8**	6,2±1,6	0,183
ΔSD -ОЦД-с, %	-24,8±21,1	8,7±46,6	0,021
SD-ОЦД-ф(до), мм	4,6±1,3	3,9±0,7	0,064
SD-ОЦД-ф(после), мм	4,4±0,7	4,3±1,0	0,597
ΔSD -ОЦД-ф, %	-0,6±20,8	12,1±28,0	0,323
S-ОЦД(до), мм*мм	412,9±295,9	269,0±88,2	0,093
S-ОЦД(после), мм*мм	258,3±70,6*	317,6±156,0	0,476
ΔS -ОЦД, %	-26,3±27,6	31,0±80,6	0,041
V-ОЦД-ф(до), мм/сек	20,0±5,8	18,9±5,7	0,836
V-ОЦД-ф(после), мм/сек	21,7±5,0	19,9±4,3	0,260
ΔV -ОЦД-ф, %	12,0±22,3	9,3±24,3	0,476
V-ОЦД-с(до), мм/сек	19,7±7,0	18,3±6,2	0,765
V-ОЦД-с(после), мм/сек	18,7±5,8	18,6±4,5	0,730
ΔV -ОЦД-с, %	-2,1±18,8	5,4±22,4	0,395

Эффект тренировки на кинематические показатели (колебания суставных углов) устойчивости одноопорной позы.

Колебания углов в ТБС. До тренировки группа Стретчинг отличалась немного повышенной V-ТБС-ф ($p=0,076$) (Таблица 2).

Эффект тренировки проявился в снижении амплитуды колебаний углов в ТБС по фронтالي (SD-ТБС-ф) (-24,8%, $p=0,008$ по сравнению с исходным уровне) и это изменение отличалось от контрольных величин ($p=0,043$. Таблица 2). ΔSD -ТБС-ф коррелировало с ΔSD -ОЦД-с ($r=0,44$, $p<0,05$), S-ОЦД ($r=0,48$, $p<0,01$) и ΔV -ОЦД-с ($r=0,44$, $p<0,01$). Кроме того, только увеличение суставной подвижности ТБС (сгибание ТБС) коррелировало с уменьшением амплитуды колебаний в ТБС ($r= -0,43$; $p=0,022$).

Таблица 2. Эффект стретчинг-тренировки на кинематические показатели устойчивости одноопорной позы (M±Ст. отк.)

Показатели	Стретчинг N=14	Контроль N=14	P
ТБС			
SD-ТБС-с(до), град	0,62±0,31	0,45±1,26	0,35
SD-ТБС-с(после), град	0,51±0,24	0,50±2,27	0,36
ΔSD-ТБС-с, %	17,4±93,9	44,1±102,7	0,479
SD-ТБС-ф(до), град	0,82±0,25	0,54±7,45	0,70
SD-ТБС-ф(после), град	0,44±0,44**	0,62±7,84	0,16
ΔSD-ТБС-ф, %	-24,8±98,1	30,1±48,5	0,043
V-ТБС-ф(до), град/сек	1,64±0,43	1,23±2,53	0,076
V-ТБС-ф(после), град/сек	1,60±0,52	1,40±2,28	0,78
ΔV-ТБС-ф, %	1,7±36,9	17,4±44,9	0,319
V-ТБС-с(до), град/сек	1,88±0,75	1,54±1,16	0,228
V-ТБС-с(после), град/сек	2,47±0,93	1,92±3,18	0,279
ΔV-ТБС-с, %	33,6±43,4	27,6±79,7	0,803
КС-ОГ			
SD-КС-с(до), град	1,13±0,74	0,64±0,54	0,056
SD-КС-с(после), град	0,79±0,41	1,06^±0,76	0,265
ΔSD-КС-с, %	-45,6 ±157,9	49,8±170,9	0,023
V-КС-с(до), град/сек	2,92±1,70	1,7±0,68	0,022
V-КС-с(после), град/сек	2,47±1,35	2,1^±0,78	0,431
ΔV-КС-с, %	-4,0±42,3	29,4±25,3	0,020
ГСС-ОГ			
SD-ГСС-с(до), град	1,08±0,51	0,72±0,31	0,032
SD-ГСС-с(после), град	0,67±0,23**	0,91^±0,47	0,110
ΔSD-ГСС-с, %	-33,7±13,2	37,0±63,0	0,001
SD-ГСС-ф(до), град	1,58±0,71	1,22±0,49	0,124
SD-ГСС-ф(после), град	1,33±0,51	1,71^±0,96	0,221
ΔSD-ГСС-ф, %	-0,7±57,4	51,0±91,5	0,099
V-ГСС-ф(до), град/сек	5,19±2,36	5,02±2,67	0,866
V-ГСС-ф(после), град/сек	6,14±3,19	6,09±2,38	0,961
ΔV-ГСС-ф, %	24,5±52,5	40,2±68,3	0,507
V-ГСС-с(до), град/сек	2,82±1,12	2,05±0,72	0,085
V-ГСС-с(после), град/сек	2,65±1,12	2,36^±0,91	0,464
ΔV-ГСС-с, %	-4,1±25,4	18,2±32,0	0,088

Примечание: p – различия между группами, ^/*/** - p < 0,1/0,05/0,01 – различия между до и после стретчинг-тренировки. Δ - изменение за период тренировки в %.

Колебания углов в КС. До тренировки отмечалась тенденция к повышенной SD-КС-с (p=0,056) и V-КС (p=0,022) в группе Стретчинг по сравнению с Контроль, указывая на

сниженную постуральную стойчивость группы Стретчинг за счет повышенной амплитуды и особенно скорости движений в коленном суставе.

Тренировка не вызвала существенных изменений амплитуды или скорости колебаний углов в КС. Однако отмечены межгрупповые различия в динамике: ΔSD -КС-с ($p=0,023$) и ΔV -КС-с ($p=0,020$) (Таблица 2). Хотя ΔSD -КС-с коррелировало с колебаниями ОЦД: ΔSD -ОЦД-с ($r=0,59$; $p<0,001$), ΔSD -ОЦД-ф ($r=0,55$; $p<0,01$), ΔV -ОЦД-с ($r=0,44$; $p=0,018$) и ΔS -ОЦД ($r=0,59$; $p<0,01$), но поскольку достоверного снижения SD и V в КС не было, то снижение амплитуды колебаний КС после стретчинг-тренировки не объясняло позитивные сдвиги в постуральной устойчивости в группе Стретчинг.

Колебания углов в ГСС. До тренировки в группе Стретчинг в тесте с ОГ отмечались повышенные величины SD-ГСС-с ($p=0,032$. Таблица 2), V-ГСС-с ($p=0,085$) по сравнению с контролем, указывая на меньшую стабильность в ГСС. После тренировки выявлено существенное снижение SD-ГСС-с ($-33,7\%$, $p<0,01$). Изменение ΔSD -ГСС-с коррелировало с ΔSD -ОЦД-с ($r=0,53$; $p<0,01$), ΔSD -ОЦД-ф ($r=0,39$; $p=0,042$), ΔS -ОЦД ($r=0,57$; $p<0,01$), также ΔSD -ГСС-ф коррелировало с ΔSD -ОЦД-ф ($r=0,46$; $p=0,015$). Увеличение суставной подвижности в ТБС в результате тренировки не коррелировало с изменениями колебаний углов в ГСС.

Обсуждение результатов

В ходе нашей работы мы установили, что: 1) повышение максимальной подвижности в ТБС под влиянием стретчинг-тренировки нижних конечностей сопровождалось небольшим, но существенным повышением устойчивости моноопорной позы *в сагиттальной плоскости*; 2) *улучшение сагиттальной устойчивости* моноопорной не коррелировало с ростом активной подвижности в ТБС, но было связано с уменьшением амплитуды колебаний в ТБС *во фронтальной плоскости* и с уменьшением амплитуды колебаний в ГСС *в сагиттальной плоскости*.

Наши результаты указывают на повышение постуральной устойчивости в моноопорной стойке с ОГ в результате 10 недельной стретчинг-тренировки. Одним из механизмов роста устойчивости моноопорной позы после стретчинг-тренировки может быть повышение стабильности тазобедренного сустава.

Анализ колебания в ТБС, КС и ГСС в стойке с ОГ показал, что после стретчинг-тренировки произошло уменьшение амплитуды колебаний углов в ТБС по фронтале, а также в ГСС во время постурального теста. Причём ΔSD -ТБС-ф и ΔSD -ГСС-с коррелировали между собой ($r=0,46$; $p<0,05$), а также с ΔSD -ОЦД-с ($r=0,44$, $p<0,05$ для ΔSD -ТБС-ф и $r=0,53$; $p<0,01$ для ΔSD -ГСС-с). Следовательно, снижение колебаний ОЦД-с были связаны с уменьшением колебаний ТБС-ф. Эти результаты позволяют предположить, что стретчинг-тренировка вызывала увеличение суставной подвижности, главным образом, в ТБС, что было связано с уменьшением амплитуды фронтальных колебаний в ТБС во время моноопорной стойки. В свою очередь, уменьшение фронтальных колебаний в ТБС, вероятно, вызывало уменьшение колебаний в ГСС, что способствовало снижению амплитуды колебаний ОЦД в сагиттальной плоскости. Хотя считается, что в регуляции позы, особенно в сагиттальной плоскости, большее значение имеет ГСС и все тело совершает маятникообразные движения в ГСС, но в моноопорной стойке вклад ТБС значительно возрастает, и колебания в ТБС усиливают влияние на постуральную устойчивость позы [3]. Следовательно, фронтальная стабилизация ТБС после тренировки способствовала снижению колебаний в ГСС и осцилляций ОЦД в сагиттальной плоскости. Тесную взаимосвязь фронтальной и сагиттальной устойчивости показывали и другие авторы [3].

Выводы

Полученные результаты позволяют заключить, что повышение суставной подвижности в тазобедренном суставе после стретчинг-тренировки было связано с уменьшением

амплитуды колебаний в тазобедренном и голеностопном суставах во время стояния, которые, в свою очередь, вызвали снижение колебаний ОЦД моноопорной позы.

Практическая значимость

Результаты работы указывают на позитивные эффекты долговременного использования стретчинг-упражнений комплексного характера на способность сохранять равновесие тела на одной ноге. Следовательно, в тренировочном процессе разных видов спорта можно рекомендовать систематическое использование упражнений на растяжку без опасности снижения функции равновесия.

Список литературы

1. Behm D.G., Bamburg A., Cahill F., Power K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time // Med. Sci. Sports Exerc. - 2004. - V. 36. - P. 1397-1402.
2. Bird M.L., Hill K., Ball M., Williams A.D. Effects of resistance- and flexibility-exercise interventions on balance and related measures in older adults // J. Aging Phys. Act. - 2009. - V. 17. - P. 444-454.
3. Horak F.B., Nashner L.M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. // J. Neurophysiol. - 1986. - V. 55. - P. 1369-1381.
4. Konrad A., Stafilidis S., Tilp M. Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties // Scand. J. Med. Sci. Sports. - 2017. - V 27.- P. 1070-1076.
5. Lima B.N., Lucareli P.R., Gomes W.A. et al. The acute effects of unilateral ankle plantar flexors static- stretching on postural sway and gastrocnemius muscle activity during single-leg balance tasks // J. Sports Sci. Med. - 2014. - V. 13. - P. 564-570.
6. Nelson A.G., Kokkonen J., Arnall D.A., Li L. Acute stretching increases postural stability in nonbalance trained individuals // J. Strength Cond. Res. - 2012. - V. 26. - P. 3095-3100.

***Annotation.** The aim of this work was to study the effects of stretching training on stabilographic and kinematic indicators of vertical posture regulation in healthy girls. Oscillations of the center of pressure (COP) synchronously with the oscillations of angles in the ankle (Ank), knee (Kne), and hip (Hip) joints of the supporting limb were recorded during monopodal stance with open eyes. After stretching training, an increase in the hip joint mobility was associated with a decrease in frontal oscillations in the hip joint, which was associated with a decrease in oscillations in the Ank and COP during a monopodal stance. Thus, stretching training of the lower limbs increases the monopodal postural stability, possibly due to stabilization of the hip joint.*

***Key words:** flexibility training, postural regulation, one-legged posture, joint mobility, stabilography, posture kinematics.*

Особенности функционального состояния регуляторных систем высококвалифицированных кёрлингисток на подготовительном этапе годичного цикла тренировки по результатам тремометрии и вариационной кардиоинтервалометрии

Мельников Д.С.¹, канд. биол. наук, доцент, *d.s.mel@mail.ru*

Чернозипунникова Е.В.¹, *lenchern@yandex.ru*

¹ФГБОУ ВО Национальный Государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

***Аннотация.** Степень нервно-мышечного напряжения влияет на результативность выполнения точностных соревновательных действий кёрлингистов. В работе отражена взаимосвязь между показателями функционального состояния регуляторных систем и характеристиками тремометрии рук у кёрлингисток уровня высшего спортивного мастерства в подготовительном периоде годичного цикла подготовки, что позволяет использовать данную методику, как способ медико-биологического контроля.*

***Ключевые слова:** кёрлинг, тремор, вариационная пульсометрия, функциональное состояние.*

Введение

Соревновательная деятельность в кёрлинге представляет собой выполнение «прицельных» двигательных действий (пуски кёрлингового камня) в сочетании с осуществлением высокоинтенсивной двигательной деятельностью, связанной с передвижением по площадке и натиранием её ледовой поверхности (сви́пинг) [1, 2].

Для результативного выполнения броска кёрлингового камня, как индивидуального тактического действия, необходимо наличие у игроков следующих качеств:

- умение точно выпускать спортивный снаряд на заданный ориентир (щетка скипа),
- умение задавать оптимальное усилие, придаваемое спортивному снаряду в момент его выпуска игроком,
- умение придавать необходимое количество вращений камню перед его выпуском [3].

Тремор, представляющий собой «непроизвольные, быстрые, ритмичные колебательные движения частей тела, связанные с временной задержкой корректирующих афферентных сигналов» [4] способен существенно повлиять на эффективность выполнения пуска кёрлингового камня. В то же время вопрос о взаимосвязи степени проявления постурального, кинетического тремора и уровня функционального состояния регуляторных систем у кёрлингистов высокой квалификации на настоящий момент практически не рассматривается.

Предыдущие исследования

На текущий момент существует достаточно большое количество работ, посвященных медико-биологическому обеспечению подготовки кёрлингистов, связанных с исследованием уровня энерготрат [5], особенностями реакции регуляторных систем на соревновательные нагрузки [6], компонентному составу массы тела [7] и других характеристик. Однако оценка взаимосвязи параметров тремометрии и состояния регуляторных систем организма у кёрлингистов проводится впервые.

Методика и организация исследования

Исследование проводилось на базе СПб ГБУ СШОР «ШВСМ по ЗВС» (Санкт-Петербург), расположенной в п. Токсово. В качестве испытуемых выступали 10 спортсменов групп высшего спортивного мастерства, возраста 19-22 года. Уровень спортивной квалификации спортсменов КМС и МС. Результаты были получены в процессе однократного обследования в середине базового микроцикла тренировки. Для оценки степени выраженности тремора использовалась методика динамической и статической тремометрии. Определение текущего функционального состояния регуляторных систем проводилось с использованием методики анализа variability сердечного ритма (VSR).

В ходе исследования применялся прибор «Устройство психофизиологического тестирования, компьютеризированное для проведения индивидуального или группового предметного контроля функционального состояния и работоспособности оператора УПФТ-1/30-«Психофизиолог», производства фирмы «Медиком МТД» (ООО НПКФ «Медиком МТД»), Таганрог, РФ, имеющий регистрационное удостоверение № ФСР 2007/00125 от 07.11.2014 г.

Запись вариационной кардиоинтервалометрии (ВКМ) осуществлялась у спортсменов, находящихся в состоянии покоя, через 1,5 часа после приема пищи по истечении 5-ти минутного периода адаптации. Испытуемые находились в комфортном для себя положении, которое не меняли в течение всей регистрации. Статистический анализ сердечного ритма осуществлялся автоматически предустановленным программным обеспечением.

Выбор методики связан с рекомендациями, приведенными в отчете о НИР «Разработка научно-обоснованных модельных характеристик специальной подготовленности в годичном цикле тренировки высококвалифицированных керлингистов», выполненной в рамках Государственного контракта №88 от 10 мая 2018 года между Министерством спорта Российской Федерации и ФГБОУ ВО «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург» на выполнение НИР в целях обеспечения Государственной программы Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта». В данном отчете результаты вариационной пульсометрии приведены в качестве модельных показателей для оценки состояния регуляторных систем высококвалифицированных керлингистов. В качестве показателей, в наибольшей степени взаимосвязанных с результативностью игровой деятельности в керлинге, приведены [8]:

- ИН (Индекс напряжения), у. е. — индекс напряжения регуляторных систем, характеризующий степень напряжения нейрогуморальных механизмов регуляции;
- TP (Total Power), mc^2 — суммарная мощность всех компонентов спектра, характеризующая суммарный эффект воздействия на сердечный ритм всех уровней регуляции и адаптационный потенциал организма;
- АМо (Амплитуда моды), % – отражает эффект централизации управления ритмом сердца;
- HF, mc^2 – мощность дыхательных волн, определяет активность автономного контура регуляции ритма и парасимпатического отдела вегетативной нервной системы;
- LF (mc^2) – мощность медленных волн первого порядка, характеризует состояние симпатического отдела вегетативной нервной системы;
- VLF, mc^2 – мощность медленных волн второго порядка, является индикатором межсистемного уровня управления – эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма;
- LF/HF (индекс вагосимпатического взаимодействия) у.е. – отражает баланс мощности волн низкой и высокой частоты.

В качестве критерия «интегральной комплексной оценки функционального состояния организма по данным ВКМ» [9] использовался показатель активности регуляторных систем,

позволяющий дифференцировать различные степени напряжения и оценивать адаптационные возможности организма.

Результаты

Результаты тестирования выборки испытуемых приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Показатели статического и динамического тремора у высококвалифицированных кёрлингисток (n = 10) (по материалам собственных исследований).

№ испытуемой	Число кас. (5 мм) п	Число кас. (5 мм) л	Процент времени касаний (п) стат	Процент времени касаний (л) стат	Коэффициент асимметрии (стат)	Число кас. (дин) п	Число кас. (дин) л	% вр кас (п) дин	% вр кас (л) дин	Коэфф. асимметрии. (дин)
1	42	48	12	14	-0.09	11	17	4	9	-0.27
2	14	37	5	15	-0.42	7	16	2	10	-0.49
3	7	36	3	13	-0.61	3	6	0	1	-0.44
4	27	46	6	13	-0.26	6	14	2	6	-0.35
5	12	39	4	10	-0.55	7	11	2	5	-0.29
6	11	31	2	12	-0.43	1	9	0	7	-0.82
7	16	31	1	4	-0.37	8	9	2	2	-0.07
8	11	24	3	5	-0.34	7	17	2	5	-0.43
9	7	29	3	8	-0.53	3	9	1	2	-0.41
10	39	29	10	7	+0.11	19	15	8	7	+0.13
Хср ± m	12,9± 3,9	35,0± 7,7	4,9± 1,1	10,1± 1,2	- 0,4±0,2	7,2± 5,1	12,1± 1,2	2,3± 0,7	5,4 ± 0,9	-0,4±0,2

Таблица 2. Результаты анализа кардиоинтервалограммы у высококвалифицированных кёрлингисток (n = 10) (по материалам собственных исследований)

№ испытуемой	ИН (у.е.)	TP (мс ²)	HF (мс ²)	LF (мс ²)	VLF (мс ²)	LF/HF (у.е.)	AMo (%)	ПАРС (у.е.)
1	27	15816	5993	8681	1134	1.45	19	8
2	188	1741	296	685	764	2.31	59	5
3	215	1343	379	366	594	0.97	53	4

4	98	1521	753	384	388	0.5	59	2
5	255	676	308	112	254	0.36	60	3
6	346	1038	389	367	281	0.94	61	3
7	229	1767	314	1211	238	3.98	25	4
8	187	1127	648	273	204	0.42	58	2
9	288	1091	375	372	354	0.99	63	3
10	103	3607	833	2278	483	2.73	47	4
Хср ± m	193,6±2 9,1	2972,7± 1388,9	1028,8± 531,9	1472,9± 791,7	469,4±8 8,6	1,5±0,4	50,4±4, 8	3,8±0,5

Обсуждение результатов

Показатели тремора во многом определяются свойствами нервно-мышечного аппарата человека, при этом значительное психоэмоциональное изменение, сопровождающееся напряжением нервно-мышечного аппарата, увеличивает частоту и амплитуду тремора.

Анализируя результаты статической тремометрии, можно сделать следующие выводы. Практически все спортсменки, за исключением №10, демонстрируют правостороннюю асимметрию, хотя для пуска камня испытуемые используют «правостороннюю» стойку, когда именно левая рука выполняет преимущественно статическую работу. Возможно, это связано с относительно небольшим объемом тренировочной нагрузки, направленной на совершенствование статической выносливости, проделанной к моменту исследования в текущем сезоне. Тем не менее, на этот компонент специальной подготовки следует обратить внимание. О недостаточном уровне готовности свидетельствует также общее количество касаний у испытуемых.

Показатель процента времени касания также позволяет говорить об эффективности выполнения тремометрической пробы. В обследованной выборке отмечается достаточно большой разброс показателей. Оптимальные кондиции демонстрируют только спортсменки №№ 7 и 8. У испытуемой №1 с минимальным коэффициентом асимметрии процент времени касаний достаточно большой, что свидетельствует о низком уровне статической устойчивости. Испытуемая №10 демонстрирует левостороннюю асимметрию, что, возможно, связано с недостаточной реабилитацией после тяжелой травмы правой руки и скелета верхнего плечевого пояса.

Показателями динамического тремора являются время прохождения траектории и количество ошибок. Уровень эмоциональной возбудимости оценивают по количеству колебаний установочного тремора. Для оценки координации используют скорость и точность динамического тремора. Разность количества колебаний установочного и основного треморов рассматривается как показатель подавления тремора, по которому судят об умении испытуемого произвольно управлять своими движениями.

В обследованной выборке у всех испытуемых отмечается уменьшение числа касаний при выполнении динамической работы по сравнению с тестированием в статике. Таким образом, у всех кёрлингисток достаточно развита способность к сознательному управлению движениями. О более совершенном выполнении задания свидетельствует также и тенденция к снижению процента времени касания у 9 из 10 испытуемых.

По показателям вариационной пульсометрии спортсменок можно разделить на три группы. Спортсменки №№ 1 и 5 демонстрируют низкий уровень функционального состояния регуляторных систем. По показателям комплексной оценки [9] одна из них демонстрирует выраженный срыв адаптационных механизмов и состояние перетренированности (ПАРС –8),

вторая спортсменка поддерживает адекватные реакции приспособления за счет большего напряжения биологических резервов и централизации регуляторных процессов.

Допустимое функциональное состояние регуляторных систем наблюдается у спортсменок №№ 3, 5, 6, 8. У всех кёрлингисток этой группы отмечается умеренно сниженный или средний уровень нейрогуморальной регуляции по общей мощности спектра (ТР) и выраженное преобладание воздействия парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что указывает на доминирование восстановительных реакций. Показатели ПАРС в этой подгруппе составляют от 2 до 4 единиц.

Близкое к оптимальному функциональному состоянию отмечается у спортсменок №№ 2, 7, 9 и 10. Однако необходимо отметить, что биологическая цена поддержания высокого уровня адаптированности очень высока. У троих наблюдается состояние умеренного напряжения регуляторных систем, когда для адаптации требуются дополнительные функциональные резервы; одна кёрлингистка демонстрирует состояние выраженного напряжения регуляторных систем с активной мобилизацией защитных механизмов, повышение активности симпатoadреналовой, симпатико-адреналовой и системы надпочечников. Таким образом, можно предположить, что дальнейшее увеличение объема или интенсивности выполняемой тренировочной нагрузки может привести к развитию состояния перенапряжения или перетренированности.

Также обращает на себя внимание преобладание сниженных, по сравнению с нормой, показателей общей мощности спектра у обследованных, и высокие значения амплитуды моды (АМо), что указывает на понижение эффективности автономного контура регуляции и повышение роли центральных механизмов, что позволяет также предположить у спортсменок состояние истощения адаптивных резервов.

Сопоставив показатели результатов тремометрии и результатов анализа кардиоинтервалограммы, можно сделать следующие выводы. Оптимальное функциональное состояние регуляторных систем сопровождается малым количеством касаний ведущей руки и низким процентом времени касания при выполнении теста, как в статическом, так и в динамическом режимах. Результаты спортсменок оказываются выше нормативных значений. Неведущая рука при этом демонстрирует снижение качества выполнения задания в 3-3,5 раза.

У кёрлингисток «промежуточной» группы по показателям функционального состояния регуляторных систем отмечается снижение результативности выполнения статической и динамической тремометрии ведущей рукой, результаты динамической работы снижаются в большей степени. В дальнейшем эта же тенденция сохраняется для статической тремометрии при переходе от «промежуточной» группы к группе с низким функциональным состоянием регуляторных систем. Возможно, некоторое улучшение показателей динамической работы связано с максимальной мобилизацией всех резервов регулирующих систем, косвенно затрагивая и возможности сознательного контроля моторики. Однако подобное напряжение может вызывать развитие пред- и патологических состояний, коррекция которых невозможна без специализированного воздействия.

Для определения степени взаимосвязи между показателями тремометрии и результатами вариационной кардиоинтервалографии мы использовали метод корреляционного анализа. Определялась корреляция у показателей тремора с Индексом напряжения (стресс-индексом), характеризующим степень напряжения регуляторных систем и уровень централизации в управлении сердечным ритмом.

Наибольшую степень взаимосвязи среди показателей постуральной тремометрии с ИН демонстрируют «Число касаний для правой руки» и «Процент времени касаний для правой руки» - $r = -0,76$ и $-0,74$ соответственно. По шкале Чеддока подобную степень взаимосвязи можно считать «высокой». Расчётные значения r оказываются выше критичного для данного числа степеней свободы ($n-2 = 8$) при $p = 0,05$, таким образом, значения коэффициента корреляции являются статистически достоверными. В обоих случаях связь оказывается отрицательной, то есть повышение уровня симпатического влияния и степени централизации в управлении ритмом сердца приведет к снижению выраженности постурального тремора.

При повышении степени парасимпатического воздействия показатели статического тремора будут выше нормативных.

Для характеристик кинетического тремора «Числа касаний для правой руки» и «Процента времени касаний для правой руки», а также «Числа касаний для левой руки» была определена «средняя» степень корреляции с ИН – $r = -0,69$, $-0,66$ и $-0,64$. Значения коэффициента корреляции статистически достоверны. Как и в случае с результатами статической тремометрии, для показателей кинетического тремора наблюдается обратная корреляция.

Таким образом, очевидно существование взаимосвязи между степенью напряжения механизмов нейрогуморальной регуляции и некоторыми характеристиками тремометрии правой руки у высококвалифицированных кёрлингисток в подготовительном периоде годового цикла подготовки.

Выводы

По мере снижения уровня функциональных резервов результаты статической тремометрии (количество касаний и процент времени касаний) ухудшаются. Показатели динамической тремометрии снижаются при переходе от оптимального функционального состояния к допустимому и затем демонстрируют тенденцию к улучшению у кёрлингисток с низким функциональным уровнем регуляторных систем. Подобная «парадоксальная» реакция может рассматриваться, как признак чрезмерного напряжения и скорого «срыва» адаптации.

Установлена достоверная обратная корреляция между показателями постуральной и кинетической тремометрии и степенью напряжения регуляторных систем и уровнем централизации в управлении сердечным ритмом.

Практическая значимость

Корреляция параметров тремометрии и характеристик резервных возможностей регуляторных систем позволяет применять данную методику для оценки функционального состояния и индивидуализации тренировочного процесса у высококвалифицированных кёрлингисток.

Список литературы

1. Андрианова О.А. Техничко-тактическая подготовка кёрлингисток на этапе начальной спортивной специализации: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2009. – 25 с.
2. Задворнов К.Ю., Мельников Д.С., Бадилин А.О. Теория и методика избранного вида спорта (кёрлинг): учебное пособие / Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. – СПб.: [б.и.], 2015. – 90 с.
3. Сепсяков В.А. Особенности управления движениями при выполнении броска камня в кёрлинге // Научные исследования и разработки в спорте: Вестник аспирантуры / СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта. - СПб., 1998. - Вып.6. - С.232-237.
4. Павлова, Н.В., Оценка психофизиологического состояния у биатлонистов на этапе совершенствования спортивного мастерства / Павлова, Н.В., Орлова, О.И. // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 11 (177). - С. 332 – 337
5. Мельников, Д.С. Определение энергозатрат у спортсменов-кёрлингистов в процессе игровой деятельности / Д.С. Мельников // Научные исследования и разработки в спорте: Вестник аспирантуры СПб ГАФК им. П.Ф. Лесгафта. – СПб.: ГУФК, 1997. – Вып. 3. – С. 63-66.
6. Бадилин, А.О. Особенности волновой структуры ритма сердца у кёрлингистов под воздействием нагрузок в соревновательный период годового цикла подготовки / А.О. Бадилин, Д.С. Мельников, Ю.В. Шулико, Ю.А. Поварещенкова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 1 (107). - С. 18-21.

7. Бойко, А.А. Исследование компонентов массы тела у спортсменов-керлингистов высокой квалификации / А. А. Бойко, А. В. Кропалев // Научные исследования и разработки в спорте: вестник аспирантуры и докторантуры /СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта. - СПб., 2006. - Вып.15. - С. 70-72.

8. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка научно обоснованных модельных характеристик специальной подготовленности в годичном цикле тренировки высококвалифицированных керлингистов» (заключительный). – СПб.: НГУ им. П.Ф. Лесгафта, 2018. – 81 с. – Рег. № НИОКТР АААА-А18-118091390020-4. – Рег. № ИКРБС АААА-А19-219020190241-3.

9. Методы и приборы космической кардиологии на борту Международной космической станции. Монография / [под ред. Р.М. Баевского, О.И. Орлова]. Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 368 с.

Системное применение мышечных сокращений как средство восстановления мышечной силы и «кинетической мелодии»

Мирзаев Дж.А., магистр, *dzhavidmirzoev@gmail.com*

Mediland hospital, Баку, Азербайджан

Аннотация. В статье описывается опыт использования методики «нейромышечная периодизация» в нейрореабилитации, которая демонстрирует свою эффективность для повышения самостоятельной регуляции движений.

Ключевые слова: координация, мышечные сокращения, ритм, темп, динамическая система, нейромышечная периодизация

Цель– Эмпирически выявить степень эффективности использованной методики в нейрореабилитации.

Пациентка - Н., 78 лет. Последствие инсульта (24 июля, начало занятий 16 августа 2019 г.), левосторонний гемипарез, умеренное нарушение баланса. Всего было проведено шесть занятий. При тестировании в положении сидя спастичность (в стопе, 4 балла по Ашворту) выступала барьером в ходе пассивного мышечного сокращения, произвольное выполнение же осуществлялась без каких-либо затруднений.

MMSE – 23/30 (память 0/3, ориентировка во времени 1/5).

Разработанная методика «нейромышечная периодизация» была нацелена на улучшение координации. Термин координация требует расшифровки, точнее выделения двух уровней: нейромышечная и двигательная [2]. В этом случае, двигательная деятельность нарушилась на нейромышечном уровне. Образно выражаясь, тут можно провести аналогию с музыкальным ансамблем. Внутри «ансамбля» есть отстающие «музыканты» не попадающие в ритм.

Методика опирается на концепцию чувственности, исходя из Сеченовского положения чувствование – регулятор движения [4, с.188], принципы реципрокности [5], целенаправленности, программированности - что и как в физиологии активности [1, с.414-415], доминанты [6] и эффекта прерванных движений [3]. Пациент активно вовлекается в процесс, работая над восстановлением регуляции движений через совершенствование чувства ритма и темпа. Эффект прерванных действий в составе этой методики используется не совсем в своем амплуа, а именно реализуется посредством чередований режимов сокращений. А принцип доминанты встраивается в динамическую систему из режимов мышечных сокращений. Она включает в себя пять разных комбинаций по режимам сокращений (по одной на каждое занятие). Общее количество упражнений – 4 по 2 подхода, повторения – от 9 до 15.

1) Доминантная комбинация: эксцентрический – 4, изометрический, концентрический – 2 подхода. При повторении данного комплекса – эксцентрический и концентрический уравнились по 3, изометрический остался неизменным.

2) Чередование баллистических, изометрических и эксцентрических сокращений в первом подходе, второй подход выполнялся только в концентрическом режиме, объем такой же.

3) Восходящая комбинация из баллистического, медленного, эксцентрического режимов сокращения (например, подряд выполняется 3 повторения в баллистическом, 4 раза медленно и 5 в эксцентрическом режиме). Во втором подходе суммарно одинаковое количество исполнялось в концентрическом режиме для мышц антагонистов.

4) Равномерное распределение из медленного, каатсу (ограничение кровотока), концентрического (например: по пять повторений на каждое сокращение).

5) Суммация всех режимов с разным сочетанием в упражнениях: 1- баллистический – медленный - концентрический; 2 – эксцентрический – изометрический - концентрический; каатсу – медленный; концентрический.

Результаты

Согласно проведенному мануальному мышечному тестированию, во всех отстающих мышцах произошли положительные изменения в сторону нормализации силы: Портняжная, передний пучок дельтовидной - с 3 до 5; Средний пучок дельтовидной - с 4 до 5; Четырехглавая, трапецевидная – с 3 до 4; Двуглавая мышца бедра – с 2 до 5; Большая ягодичная – с 2 до 2+; Повздошно - поясничная – с 3 до 4 - ; Средняя ягодичная – с 2 до 3 -;

Уже после второго занятия пациентка абсолютно самостоятельно могла сама вставать и садиться. Тест на равновесие (шкала Берга) показал небольшое улучшение (с 24 до 28 баллов). По словарному запасу (с 0 до 1/3 баллов) и серий движений (с 1 до 3/3) также были отмечены улучшения. Прогресс в функциональной независимости: садиться/вставать от 3 до 5, из положения лежа в сидя и наоборот от 2 до 5.

Выводы

Экспериментальная методика способствовала повышению мышечной силы, улучшению координации и общему расширению функциональной независимости.

Список литературы

1. Бернштейн Н. А., Фейгенберг И. М. Физиология движений и активность. – Наука, 1990. – 373 с.
2. Донской Д. Д. Законы движений в спорте. – Советский спорт, 2015.
3. Зейгарник Б. В. Патопсихология. - Изд-во Моск. ун-та, 1986 – 287 с.
4. Сеченов И.М. Избранные произведения. Том 1. Физиология и психология. – Изд-во АН СССР, 1952. – 771 с.
5. Шеррингтон Ч. С. Интегративная деятельность нервной системы. – Наука, 1969.
6. Ухтомский, А.А. Избранные труды. – Наука, 1978.

Динамика значений внутрицикловой скорости при плавании брассом

Митрофанов А.А.¹, аспирант, *andrey.mitrofanof@yandex.ru*

Акимов М.Г.², тренер, *akimov.1963@mail.ru*

Попов О.И.¹, доктор пед. наук, профессор, *olegpo57@gmail.com*

Стрельников К.В.³, спортсмен, *starica63@gmail.ru*

Давыдов А.Б.², тренер, *elkinnen@rambler.ru*

¹ РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК), Москва

² ГБПОУ «МССУОР №3» Москомспорта, Москва

³ ГБУ «ФСО «Юность Москвы» Москомспорта, Москва

Аннотация. В статье представлены данные о динамике внутрицикловой скорости (ВЦС) высококвалифицированного пловца (МСМК), специализирующегося в плавании брассом. Для определения результирующей эффективности техники плавания использовалась методика гидроакустической спидографии. В результате качественного и количественного анализа колебаний мгновенной скорости, а также определения модельных характеристик, присущих способу плавания брасс, были сделаны выводы о текущем состоянии технической (напрямую) и физической (косвенно) подготовленности спортсмена.

Ключевые слова: гидроакустическая спидография, внутрицикловая скорость, брасс, техническое мастерство.

Введение

К детерминантам технического мастерства относят эффективность, освоенность, стабильность, вариативность и экономичность техники [1]. Эти критерии можно качественно (графически или по видео) и количественно (коэффициенты и кинематические характеристики) оценить на основании анализа динамики мгновенных значений скорости плавания в течение цикла движений – так называемой внутрицикловой скорости плавания (ВЦС).

В нашем исследовании использована методика гидроакустической спидографии, разработанная на кафедре плавания ГЦОЛИФК, которая позволяет выводить зарегистрированные значения ВЦС на соответствующий кадр подводной видеозаписи. Подобное сочетание инструментальных средств позволяет получать комплексное представление об уровне технической подготовленности пловца.

Предыдущие исследования

Основы методологии организации исследования, а также особенности конфигурации аппаратно-программного комплекса представлены в предыдущих работах [2-6]. В результате была установлена сильная взаимосвязь средних значений скоростей, полученных гидроакустическим способом и с помощью анализа подводного видео ($r = 0,983$). Это дает возможность использовать данную методику для получения значений ВЦС, что соответствует выводам из исследований, проводимым в КНГ сборной команды России [7,8]. Тем не менее, была установлена некоторая систематическая погрешность – гидроакустическая спидография показывала значения скорости, примерно на 15 % ниже скорости по видеозаписи. Эта погрешность была стабильной в диапазоне скоростей 0,8-1,8 м/с и хорошо корректировалась с помощью уравнения регрессии [2].

Также нами была обнаружена высокая эффективность применения методики при определении оптимальных величин темпа и шага для текущего уровня подготовленности

высококвалифицированных пловцов-кролистов [5]. В более ранних публикациях А.Б. Крылова с соавторами были показаны возможности детального анализа техники плавания кролем на груди с вычислением множества информативных кинематических и динамических показателей [9-10]. Плавание способом брасс также было проанализировано с позиции обработки данных спидограмм, совместно с экспертной оценкой полученных видеок кадров подводной видеосъёмки. На основании этих данных были подобраны упражнения, нивелирующие обнаруженные технические ошибки, что способствовало улучшению технической подготовленности спортсменов [11].

Соответственно опыт применения методик, имеющих в своей основе Доплеровский принцип измерения скорости, показывает актуальность продолжения исследований технической подготовленности пловцов, в том числе специализирующихся в плавании брассом. В данной работе будет представлена разбор и анализ ВЦС пловца-бассиста высокой квалификации (МСМК).

Методика и организация исследования

Исследование проводилось на базе ГБУ «МОЦВС» Москомспорта, в 50-метровом бассейне. Общая протяжённость заплыва с максимальной скоростью составляла 20-25 метров (учитывая необходимость разгона и профилактику предотвращения раннего финиширования). Видеосъёмка и измерение скорости с подсчётом других кинематических характеристик производилась на отрезке 10 метров. Отсечка времени прохождения дистанции производилось по пересечению головой спортсмена специальных маркеров, расположенных на плавательных дорожках. Для более точного измерения времени 10-метрового отрезка производилась надводная видеосъёмка с помощью камеры AKASO V50X. Последующая оцифровка и обработка данных мгновенной скорости производилась с помощью программы Microsoft Office Excel.

Корректирующее уравнение регрессии [3] было выведено для плавания кролем на груди и не проверялось для брасса. В представляемой работе будут приводиться исходные данные скорости, полученные без применения уравнения регрессии, поэтому акцент сделан не на абсолютные значения скоростей, а на их динамику внутри цикла движений.

Обсуждение результатов

Чтобы качественно и количественно оценить технику плавания способом брасс, было принято решение проанализировать несколько заплывов и отобрать наиболее репрезентативные циклы плавательных движений, отображающих основную специфику данного способа плавания.

На рисунке 1 представлена динамика колебаний ВЦС в одном из заплывов С.К. (МСМК). Один лишь визуальный просмотр затрудняет анализ и определение наиболее эффективного цикла гребковых движений.

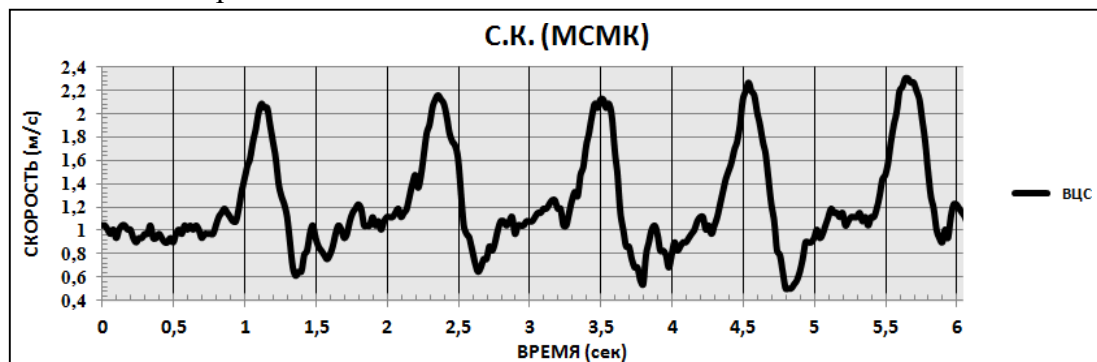


Рисунок 1. График ВЦС 5 последовательных циклов движений С.К. (МСМК)

Поэтому для упрощения анализа спидограммы весь заплыв разбивается на циклы гребков, а циклы – на отдельные фазы. Один цикл состоит из следующих фаз: 1 – скольжение; 2 – гребок руками; 3 – выведение рук вперёд с одновременным сгибанием ног; 4 – удар ногами [8]. С целью упрощения интерпретации получаемых данных, а также пофазового анализа каждого гребка, предлагается нормировать время каждого цикла, путём пересчёта секунд в процентное отношение от общей длительности [5]. Тем самым фазовая структура каждого цикла нормируется, т.е. становится идентичной по общей протяжённости (рис. 2).

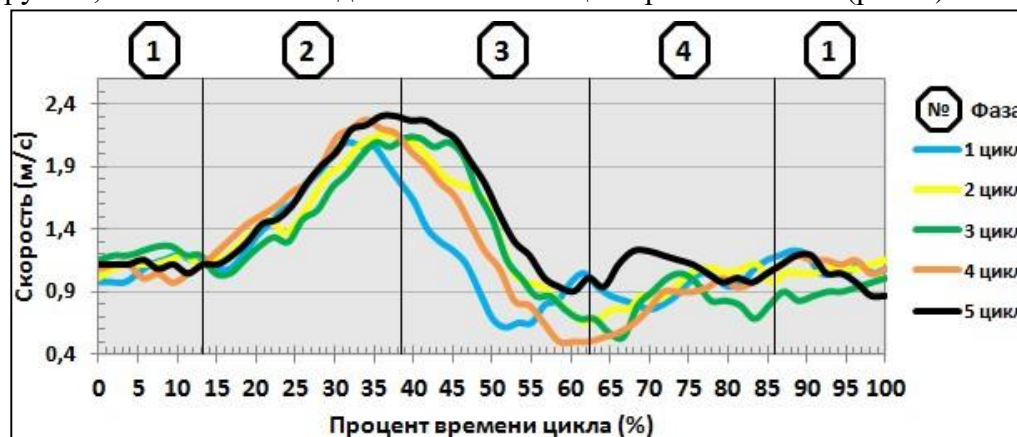


Рисунок 2 - Нормированные циклы заплыва С.К. (МСМК)

Максимальная скорость в пяти циклах варьирует не очень сильно, но продолжительность ее удержания различается существенно. По-видимому, это позволяет пловцу выходить на большие значения средней скорости в цикле под номером 5, особенно при сравнении с циклом 1.

Как показано в таблице 1, средняя скорость плавания в цикле 1 составляет 1,168 м/с, в цикле 5 – 1,359 м/с, что на 16% больше. Стоит отметить, что КГД, основанный на разности между минимальной и максимальной скоростью, различается в данных циклах на 6,8%. Модифицированный КГДм, вычисляемый с учетом средней скорости плавания [9] показывает больший прирост гидродинамической добротности – 18%. Это объясняется схожестью средних скоростей, а также довольно широким диапазоном колебаний разницы максимальной и минимальной мгновенной скорости в цикле.

Таблица 1. Основные характеристики циклов гребков пловца С.К. (МСМК)

Показатель	Номер цикла				
	1	2	3	4	5
V_{макс} (м/с)	2,088	2,16	2,124	2,268	2,304
V_{мин} (м/с)	0,612	0,648	0,54	0,504	0,864
V_{ср} (м/с)	1,168	1,257	1,202	1,22	1,359
ΔV (м/с)	1,476	1,512	1,584	1,764	1,44
КГД	1,09	1,10	1,07	1,05	1,164
КГДм	0,342	0,372	0,342	0,304	0,405
Время (сек)	1,2	1,1	1,08	1,06	1,06
Темп (ц/сек)	50	54,5	55,6	56,6	56,6

ИС	2,3	2,5	2,4	2,4	2,7
----	-----	-----	-----	-----	-----

Обсуждение результатов

Фазовая структура плавательных циклов гребковых движений, наблюдаемая в современном плавании способом брасс, несколько отличается от техники аналогичного способа плавания 1980-х годов. В более ранней публикации от 1984 года Р. Хальянд с соавторами выделяли следующие фазы: 1 – удар ногами; 2 – гребок руками; 3 – скрывание локтей со сгибанием ног; 4 – выведение рук со сгибанием ног [12]. По сравнению с сегодняшним фазовым составом, последовательностью движений в цикле при плавании брассом обнаруживаются очевидные противоречия, такие как: а) отсутствие фазы скольжения; б) запаздывающее сгибание ног и относительно раннее выведение рук вперёд, без акцента на синхронное завершение данных движений перед фазой скольжения. Именно поэтому на сегодняшний день наиболее актуально применять фазовую структуру цикла, упоминаемую в работе С.В. Колмогорова [8].

Чтобы иметь возможность сравнивать полученные данные с модельными универсальными характеристиками рассматриваемого способа плавания, за основу были взяты апробированные ранее коэффициенты гидродинамической добротности (КГД) [7,8] и индекс способа (ИС) [13,14] для плавания в полной координации. Как указывают исследователи, брасс обладает самыми низкими ИС и КГД показателями по сравнению с остальными стилями спортивного плавания, прежде всего, по причине критически низкой минимальной скорости в цикле гребка.

Исходя из абсолютных средних характеристик скорости, КГД и ИС, которые фиксировались у высококвалифицированных пловцов, можно предположить, что в нашем случае количественные показатели свидетельствуют о высокой степени готовности спортсмена к соревновательной деятельности. Так, в рассматриваемом 5 цикле: Средняя скорость ($V_{ср}$) = 1,359 м/с; Максимальная скорость ($V_{макс}$) = 2,304 м/с; Минимальная скорость ($V_{мин}$) = 0,864 м/с; КГД = 1,164; ИС = 2,7. По данным литературы, КГД у элитных пловцов-бассистов составляет в среднем 1,09 [8]; в то время как ИС равняется в среднем 2,51 [14]. Другие циклы гребковых движений имеют значения, близкие к усреднённым модельным показателям высококвалифицированных пловцов, специализирующихся в плавании брассом.

Соответственно, даже находясь на общеподготовительном этапе, спортсмен способен периодически демонстрировать скоростные показатели, превышающие уровень модельных характеристик пловцов-бассистов сборной команды России. Грамотно проведённая специализированная подготовка к избранной соревновательной дистанции позволит повысить количество наиболее эффективных циклов гребковых движений, что должно положительно сказаться на итоговом результате.

Исходя из представленных качественных и количественных показателей техники плавания способом брасс испытуемого С.К. (МСМК), а также при сопоставлении этих данных с кадрами подводной и надводной видеосъёмки, можно объективно судить о текущем уровне технической подготовленности спортсмена. Стоит также отметить, что некоторые параметры могут косвенно служить и маркерами функциональной, силовой подготовленности (максимальная скорость, стабильность воспроизведения циклов гребков).

Выводы

1) Представленная методика анализа данных мгновенной скорости, полученная путём использования методики гидроакустической спидографии, с использованием соответствующих коэффициентов и характеристик техники плавательных движений, позволяет объективно отслеживать текущий уровень технической подготовленности спортсмена.

2) Техника, а именно фазовая структура и согласование движений, способа брасс в современном плавании отличается от аналогичной техники, использовавшейся пловцами в 1980-х годах.

3) Полученные кинематические характеристики, а также значения коэффициентов КГД и ИС пловца С.К. (МСМК) свидетельствуют о хорошей степени подготовленности пловца для данного (подготовительного) периода подготовки.

Практическая значимость

Полученные данные динамики ВЦС пловца позволяют тренеру объективно отслеживать состояние и динамику подготовленности своих подопечных и как следствие вносить необходимые коррективы в тренировочный процесс.

Список литературы

1. Шалманов, А.А. Методы исследования двигательных действий и технического мастерства спортсменов в спортивной биомеханике / А.А. Шалманов, Е.А. Лукунина, В.Г. Медведев // Наука о спорте: Энциклопедия систем жизнеобеспечения. - 2011. - С. 165-178.
2. Митрофанов, А.А. Использование гидроакустической спидографии для оценки внутрицикловой скорости в плавании / А.А. Митрофанов, Н.Ж. Булгакова, О.И. Попов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – №10 (164). – С. 224-229.
3. Митрофанов, А.А., Попов, О.И. Погрешность методики гидроакустической спидографии: оценка средней скорости плавания / А.А. Митрофанов, О.И. Попов // В сборнике: Молодые учёные. Материалы Межрегиональной научной конференции, 2019. – С. 170-175.
4. Митрофанов, А.А., Попов, О.И. Методика гидроакустической спидографии: дальнейшие перспективы / А.А. Митрофанов, О.И. Попов // День спортивной информатики. Сборник материалов III научной практической конференции (всероссийской с международным участием). - 2019. – С. 82-89.
5. Митрофанов, А.А., Попов, О.И. Взаимосвязь внутрицикловой скорости пловцов с темпом и шагом / А.А. Митрофанов, О.И. Попов // Спортивно-педагогическое образование: сетевое издание. - 2019. - № 2. - С. 21-25.
6. Митрофанов, А.А. Влияние плавательных лопаток на внутрицикловую скорость плавания / А.А. Митрофанов // Студенческая наука и “Молодые учёные ГЦОЛИФК”. Сборник материалов Межрегиональных итоговых научных конференций студентов. - 2017. – С. 205-208.
7. Дышко, Б.А. Инновационная технология оценки эффективности техники выполнения циклических локомоций: на примере плавания / Б.А. Дышко, А.Б. Кочергин, Д.В. Мамонтов // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности: материалы III Международной научно-технической конференции. – 2014. – С. 155-161.
8. Колмогоров, С.В. Оценка эффективности технического мастерства пловцов / С.В. Колмогоров, А.Б. Кочергин // Плавание: наука побеждать. – 2010. - №1. – С. 42-48.
9. Крылов, А.И. Внутрицикловая скорость плавания кролем на груди / А.И. Крылов, А.А. Бутов, Е.О. Виноградов // Учёные записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. – №2 (132) – С. 106-110.
10. Крылов, А.И., Виноградов, Е.О. Изучение динамических характеристик гребка пловцов-кролистов высокой квалификации / А.И. Крылов, Е.О. Виноградов // Культура физическая и здоровье. Волжский государственный педагогический университет. – 2017. - № 2 (62). – С. 12-15.
11. Гусев, А.В. Коррекция техники плавания брассом на основе оптимизации кинематических характеристик движений ногами / А.В. Гусев, В.Л. Кондаков, А.В. Самус // Учёные записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2019. – №10 (176) – С. 121-124.
12. Хальянд, Р. Модель техники плавания брассом / Хальянд Р., Каал Р., Тамп Т. // Плавание. - 1983. - Выпуск 1. - С. 15-18.
13. Франченко, А.С. «Индекс способа» как критерий оптимальности соотношения основных параметров техники плавания: темпа и длины шага / А.С. Франченко, В.В. Сухинин // Проблемы совершенствования олимпийского движения, физической культуры и спорта в

Сибири: Материалы межрегиональной научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов. – 2004. – 268 с.

14. Мироненко, Е.Н. Оптимизация темпа и длины шага в спортивных способах плавания / Е.Н. Мироненко, В.Б. Антипин // Омский научный вестник. – 2015. – № 5 (142). – С. 104-109.

Abstract: *The article presents the intracycle speed (ICS) dynamics data of the highly qualified swimmer, specializing in breaststroke swimming. The hydroacoustic speedography method was used for determining the resulting effectiveness of the swimming technique. As a result of a qualitative and quantitative analysis of the instantaneous speed fluctuations, as well as the model characteristics determination inherent to the breaststroke swimming, a conclusion was drawn about the current state of the technical (directly) and physical (indirectly) athlete preparation level.*

Key words: *hydroacoustic speedography method, intracycle velocity, breaststroke, technique performance.*

Развитие координационных способностей скалолазов 10-12 лет с применением тренажерных устройств

Мищенко Н. Ю., канд. пед. наук, доцент NUMishenko@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры», г. Челябинск

***Аннотация.** Рассмотрена проблема развития координационных способностей спортсменов 10-12 лет, занимающихся скалолазанием. Дана краткая характеристика экспериментальной методики, направленной на развитие координационных способностей спортсменов 10-12 лет, занимающихся скалолазанием с использованием тренажеров: батут, «Диск здоровья», «баланс-борд», «балансировочный диск» и учебного скалодрома. Проанализированы результаты анкетного опроса, организованного для изучения мнения тренеров и инструкторов по скалолазанию спортивных школ в вопросах первостепенной значимости развития того или иного физического качества в различных предметных областях скалолазания: «Трудность», «Скорость», «Булдеринг», «Многоборье», а также необходимости применения дополнительных тренажеров для развития координационных способностей юных спортсменов. Прослежена динамика развития координационных способностей юных спортсменов 10-12 лет в процессе эксперимента.*

***Ключевые слова:** скалолазание, координационные способности, тренажерные устройства, анкетный опрос, физическая подготовленность, юные спортсмены 10-12 лет.*

Введение

В настоящее время, как подчеркивают Е. В. Лизанец, Е. А. Хадырова (2019), «широкое распространение и развитие в мире получили экстремальные виды спорта, характерной особенностью которых является стремление выхода за рамки урбанизированного стиля жизни современного общества, увеличенная грань опасности, большое количество сложных приемов, максимальный выброс адреналина» [3].

Одним из видов экстремального спорта является «скалолазание. Скалолазание (англ. rock climbing – «восхождение на скалу» или «лазание по скалам») – самостоятельный вид спорта, характеризующийся способами передвижения и лазания по различным рельефным (искусственным или естественным) препятствиям (скалодромам или скалам). В настоящее время спортивное скалолазание (англ. sport climbing – «спортивное восхождение») является отдельным видом спорта и представляет собой соревнования по скалолазанию, проводящимся по определенным утвержденным правилам. С 2002 года спортивное скалолазание считается Олимпийским видом спорта. [1; 8].

В своей монографии И. Ю. Горская с соавт. (2015) «Координационная подготовка спортсменов» отмечает, что «особенно бурное развитие скалолазания началось, когда оно «переместилось» на искусственные скалодромы, которые с одной стороны имитируют природные скалы, а с другой дают возможность легко менять количество, протяженность и сложность трасс, обеспечить безопасную страховку, позволяя при этом тренироваться круглогодично, что играет немаловажную роль, так как скалолазы перестали зависеть от погодных условий» [2].

По мнению Н. Т. Новиковой (2004), «перейдя в помещения, скалолазание стало привлекать огромное количество детей и подростков. Скалолазание – сложно-координированный вид спорта, требующий хорошей общефизической подготовки, высокого уровня всех физических качеств: выносливости, скорости, силы, гибкости, координации, быстроты реакции, а также качеств, присущих непосредственно скалолазанию: умение ориентироваться на маршруте, запоминать сам маршрут и характер зацепок, умение

проходить его самым рациональным способом, не тратя бессмысленно свои силы» [5].

Помимо спортивного, скалолазание имеет и прикладное значение, так как во время занятий скалолазанием воспитываются и совершенствуются такие жизненно необходимые человеку физические качества, как координационные способности.

Между тем, анализ научно-методической литературы и опрос тренеров по скалолазанию показал, что проблема формирования, развития и совершенствования координационных способностей в этом виде спорта разработана недостаточно [7].

Анализ перечисленных проблем выявил следующие **противоречия** между: большой практической значимостью вопросов развития и совершенствования координационных способностей, средств технической подготовки спортсменов 10-12 лет, занимающихся скалолазанием и недостаточной разработанностью методик ее развития и совершенствования.

Цель исследования заключалась в теоретической разработке и экспериментальном обосновании методики развития координационных способностей юных спортсменов 10-12 лет, занимающихся скалолазанием.

Гипотеза исследования. Методика развития координационных способностей юных спортсменов 10-12 лет, занимающихся скалолазанием, будет способствовать повышению ее уровня развития, физической подготовленности и окажет положительное влияние на технику лазания, если:

– разработаны комплексы упражнений координационно-развивающей направленности, включающие упражнения на тренажерах: батут, «Диск здоровья», баланс-борд, «балансировочный диск».

– скалодром является средством организации тренировочного процесса спортсменов и выступает как вид искусственного рельефа.

Задачи исследования

1 Определить значение роли и сущности координации и координационных способностей для спортсменов-скалолазов 10-12 лет.

2 Отобрать эффективные средства и методы развития координационных способностей детей 10-12 лет, занимающихся скалолазанием.

3 Исследовать практический опыт ведущих тренеров г. Миасса в вопросах применения средств и методов развития координационных способностей в скалолазании.

4 Разработать методику развития координационных способностей юных спортсменов 10-12 лет, занимающихся скалолазанием, определить ее эффективность.

Опытно-экспериментальная база исследования

В исследовании, осуществляемом в период с 2016 по 2019 гг., приняли участие мальчики, юные спортсмены 10-12 лет, занимающиеся скалолазанием на базе автономной некоммерческой физкультурно-спортивной организации «Заря» г. Миасса (секция спортивного скалолазания), в количестве 20 человек, имеющие стаж занятий скалолазанием от 1 года до 3 лет, занимающиеся в группе начальной подготовки второго года обучения. Испытуемые были разделены на две группы: контрольную, с общим количеством 10 человек и экспериментальную, в состав которой вошло 10 человек. В анкетном опросе приняли участие тренеры и инструкторы по скалолазанию, имеющие стаж работы в области «Физическая культура и спорт» более 10 лет в количестве 10 человек.

Методы

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования: 1) анализ научно-методической литературы; 2) педагогическое наблюдение; 3) педагогическое тестирование; 4) анкетирование; 5) педагогический эксперимент; 6) метод математической статистики.

Анализ научно-методической литературы. Изучение и анализ специальной научно-методической литературы проводился с целью систематизации и обобщения имеющихся данных, близких по тематике нашего исследования, результатом чего стало обоснование проблемы и актуальности избранной темы, определение цели и конкретных задач исследования, а также формулирование объекта, предмета, гипотезы, научной новизны, теоретической и практической значимости исследования. В процессе работы, нами были изучены программы для ДЮСШ по скалолазанию, монографии, учебники, учебные пособия, методические разработки и рекомендации, статьи в научных сборниках и периодической печати [2; 3; 5; 6; 7]. Основное внимание было уделено вопросам, связанным с историческими аспектами становления и развития скалолазания, характеристикой скалолазания, как вида спорта и рекреации, характеристикой скалодрома как средства организации тренировочных занятий и вида искусственного рельефа, разработкой классификации скалодромов и обобщении требований к скалодромам на современном этапе, изучению средств и методов развития координационных способностей мальчиков 10-12 лет, занимающихся скалолазанием.

Педагогическое наблюдение. Педагогическое наблюдение проводилось на базе Дворца спорта «Заря» в г. Миасс, на опытных группах (контрольной и экспериментальной), занимающихся в возрасте от 10 до 12 лет, на тренировочном этапе подготовки, с целью выявления эффективности разработанных комплексов упражнений, направленных на развитие координационных способностей.

Педагогическое тестирование. Педагогическое тестирование было организовано и проведено с целью оценки исходного и конечного уровня развития координационных способностей мальчиков 10-12 лет, занимающихся в группах начальной подготовки. Были отобраны следующие контрольные упражнения (тесты), методика выполнения которых представлена в специальной литературе: 1 «Челночный бег» (3x10), (с); 2 «Три кувырка вперёд» (с); 3 «Повороты на гимнастической скамейке» (с); 4 «Стойка на одной ноге» (с); 5 «Прыжки со скакалкой» (кол-во раз).

Анкетирование. Анкетирование было организовано и проведено с целью выявления мнений тренеров-преподавателей по скалолазанию в вопросах применения средств и методов развития координационных способностей юных скалолазов 10-12 лет. В анкетировании приняло участие 10 тренеров г. Миасса. Анкета включала 15 вопросов с открытыми и закрытыми вариантами ответов.

Педагогический эксперимент. Педагогический эксперимент был организован и проведен с целью проверки выдвинутой гипотезы и оценки эффективности разработанной экспериментальной методики развития координационных способностей мальчиков 10-12 лет на тренировочном этапе подготовки, занимающихся скалолазанием.

Метод математической статистики. Математическая статистика применялась для обработки полученных данных в результате проведенных исследований с применением t-критерия Стьюдента.

Особенности экспериментальной методики

В течение 9 месяцев контрольная группа занималась по программе спортивной подготовки для ДЮСШ по скалолазанию [6], а экспериментальная группа с целью развития координационных способностей занималась по экспериментальной методике, включающая разработанные комплексы упражнений с применением специального оборудования (тренажеров) – прыжки на батуте с поворотами различной сложности и кувырки; «баланс-борд» (сохранение равновесия (рисунок 1), приседания, передача друг другу мячей); акробатику из различных исходных положений, подвижные игры, упражнения на «диске Здоровье» (рисунок 2), которые позволяют повысить вестибулярную устойчивость спортсмена, изменяя скорость вращения и положения тела; упражнения на «балансировочном диске», использовались для тренировки равновесия (рисунок 3). Разработанные комплексы упражнений применялись как в процессе общефизической, так и специальной подготовки, в

основной части тренировочного занятия. Длительность выполнения упражнений комплекса составляла от 15 до 30 минут в зависимости от цели и поставленных задач тренировочного занятия. В течение 9 месяцев было апробировано 8 комплексов, которые чередовались каждый месяц.

В основе комплексов были положены выявленные в ходе литературного анализа компоненты координационных способностей юных скалолазов: вестибулярная устойчивость, пространственная ориентация, умения воспроизводить и дифференцировать временные параметры движений, степень мышечных усилий, статическое и динамическое равновесие.

В первую группу вошли упражнения на вестибулярную устойчивость. Вторую группу составили упражнения на пространственную ориентацию. В третью группу вошли упражнения на умения воспроизводить и дифференцировать временные параметры движений и по степени мышечных усилий. Четвертую группу составили упражнения для статического и динамического равновесия.

Процесс специальной подготовки мальчиков экспериментальной группы строился в соответствии с разработанной экспериментальной программой, которая включала помимо экспериментальных комплексов упражнений, направленных на формирование вестибулярной устойчивости занимающихся, применение упражнений в лазанье на учебном скалодроме (рисунок 4), с прохождением трасс различного уровня сложности. Занятия были организованы три раза в неделю, продолжительность составляла 90 минут [4].



Рисунок 1 – Баланс-борд



Рисунок 2 – Тренажер «Диск здоровья»



Рисунок 3 – Балансировочный диск



Рисунок 4 – Учебный скалодром

Результаты

С целью изучения мнения тренеров и инструкторов по скалолазанию спортивных школ в вопросах эффективности применения средств и методов развития координационных способностей в тренировочном процессе скалолазов было организовано и проведено в сентябре 2018 года анкетирование. Анкета включала 15 вопросов. В опросе приняло участие 10 тренеров, имеющих стаж работы более 10 лет. Полученные в результате опроса данные показали следующее.

На вопрос анкеты: *«Какое физическое качество Вы считаете наиболее значимым в предметной области скалолазания «Трудность»?»* 5 человек (50%) ответили – «мышечная сила»; 4 тренера (40%) – выносливость; и лишь 1 тренер (10%) – координационные способности; 0 человек (0%) – скоростные способности и 0 тренеров (0%) – гибкость. Между тем, согласно данным специальной литературы, в образовательной области «Трудность» координационные способности в ранге мест занимают 3 место.

На вопрос: *«Какое физическое качество Вы считаете наиболее значимым в предметной области скалолазания «Скорость»?»* большинство респондентов 4 тренера (40%) выбрали – «выносливость», 3 тренера (30%) – «скоростные способности» и 3 тренера (30%) – «координационные способности». Между тем, в научной литературе первое место отводится скоростным способностям и лишь 5 место – координационным способностям.

На вопрос анкеты: *«Какое физическое качество Вы считаете наиболее значимым в предметной области скалолазания «Боулдеринг»?»* 4 тренера (40%) назвали «мышечная сила»; 4 тренера (40%) – «координационные способности» и 2 тренера (20%) – «выносливость». В ответе на этот вопрос мнения респондентов совпали со сведениями, в специальной литературе, где координационным способностям отводится 3 место.

На вопрос анкеты: *«Какое физическое качество Вы считаете наиболее значимым в предметной области скалолазания «Многоборье»?»* большинство респондентов (тренеров) 5 (50%) на первое место выдвинули «координационные способности», 4 тренера (40%) – «мышечная сила» и 1 тренер (10%) – «скоростные способности», что согласуется с имеющимися данными в научной литературе.

На вопрос анкеты: *«Какие виды спорта, по вашему мнению, дают лучшую базу для занятий на скалодроме?»* 5 тренеров (50%) ответили – «гимнастика» и 5 (50%) – «акробатика».

На вопрос анкеты: *«Считаете ли Вы необходимым на занятиях по скалолазанию развивать координационные способности?»* все 10 тренеров (100%) ответили положительно. На вопрос анкеты: *«Какие дополнительные средства (физические упражнения) Вы используете для развития координационных способностей в процессе занятий по скалолазанию?»* все тренера 100% перечисляли в основном традиционные средства:

упражнения в различных видах ходьбы, бега (бега с преодолением препятствий) и прыжков; упражнения на развитие координационных способностей на ограниченной опоре, на повышенной ограниченной опоре; метание в цель; упражнения с мячом; подвижные игры и др.

На вопрос анкеты: «*На Ваш взгляд, достаточно ли в имеющейся специальной литературе методик (программ) по развитию координационных способностей детей, занимающихся скалолазанием?*» все тренеры (100%) ответили, что имеют затруднения в выборе методик (программ), направленных на развитие координационных способностей юных скалолазов, так как их описание отсутствует в предлагаемой литературе.

На вопрос анкеты: «*На Ваш взгляд, тех методов, которые Вы используете, достаточно для достижения высоких результатов в скалолазании?*» все 10 тренеров (100%) ответили, что «не достаточно», хотели ознакомиться с новыми.

На вопрос анкеты: «*Как часто на своих занятиях Вы используете батут?*» 4 тренера (40%) ответили «1 раз в три месяца»; 2 тренера (20%) – «1 раз в год»; 2 тренера (20%) – «никогда» и лишь 1 тренер (10%) ответил, что использует батут «1 раз в неделю» и 1 тренер (10%) – «1 раз в месяц».

На вопрос анкеты: «*Как часто на своих занятиях Вы используете тренажер «баланс-борд?»*» большинство тренеров 5 (50%) ответили, что «никогда»; 2 тренера (20%) – «1 раз в три месяца» и 3 тренера – «1 раз в год».

На вопрос анкеты: «*Как часто на своих занятиях Вы используете тренажер «балансирующая тарелка?»*» в основном 7 (70%) ответили, что «никогда», 3 тренера (30%) выбрали ответ «1 раз в год».

На вопрос анкеты: «*Как часто на своих занятиях Вы используете тренажер «диск Здоровья?»*» в основном 5 (50%) ответили, что «никогда», 3 тренера (30%) выбрали ответ «1 раз в три месяца» и 2 (20%) – «1 раз в год».

На вопрос анкеты: «*Готовы ли Вы использовать на своих занятиях нестандартные упражнения?*» все 10 тренеров (100%) ответили положительно.

Таким образом, можно сделать заключение, что в основном на тренировочных занятиях большинство тренеров 80% применяют традиционные средства развития координационных способностей занимающихся и лишь незначительное количество 20% применяют нетрадиционные средства, в частности, батут и тренажеры: «баланс-борд», «балансирующая тарелка», «диск Здоровья». Применение обозначенных тренажеров носит эпизодический характер. В тоже время, 100% тренеров готовы применять в тренировочном процессе новые нетрадиционные средства и осваивать новые методики и программы тренировок.

Проведенное в начале педагогического эксперимента тестирование показало, что опытные группы оказались идентичны как по уровню развития координационных способностей, так и уровню физической и технической подготовленности и мы смогли начать эксперимент.

После проведения эксперимента (май 2019 г.) были выявлены положительные сдвиги в показателях координационных способностей юных спортсменов 10-12 лет опытных групп, занимающихся скалолазанием. Однако, более значимые изменения произошли в экспериментальной группе мальчиков 10-12 лет (рисунок 5). В контрольной группе мальчиков изменения произошли незначительные (рисунок 6). Кроме того, были обнаружены статистически достоверные отличия между показателями мальчиков контрольной и экспериментальной групп во всех исследуемых показателях координационных способностей (таблица 1). Темпы прироста были отмечены более высокие у мальчиков 10-12 лет экспериментальной группы (таблица 2; рисунок 7).

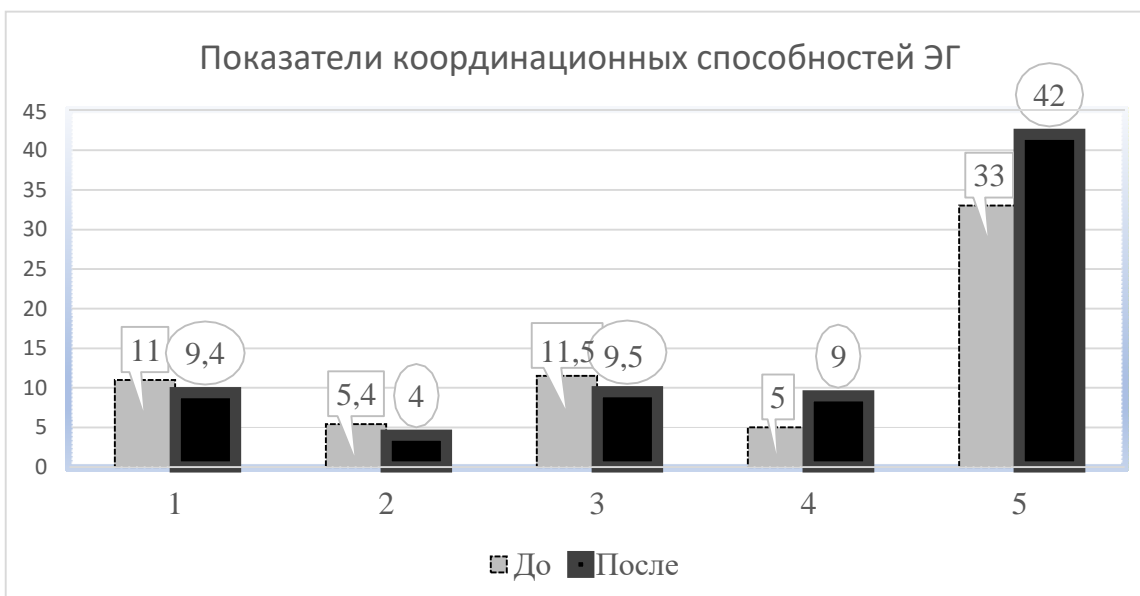


Рисунок 5 – Динамика изменений показателей координационных способностей мальчиков 10-12 лет экспериментальной группы в процессе эксперимента

Примечание: 1 – «Челночный бег» (3x10) (с); 2 – «Три кувырка вперёд» (с); 3 – «Повороты на гимнастической скамейке» (с); 4 – «Стойка на одной ноге» (с); 5 – «Прыжки со скакалкой» за 30 сек (кол-во раз).

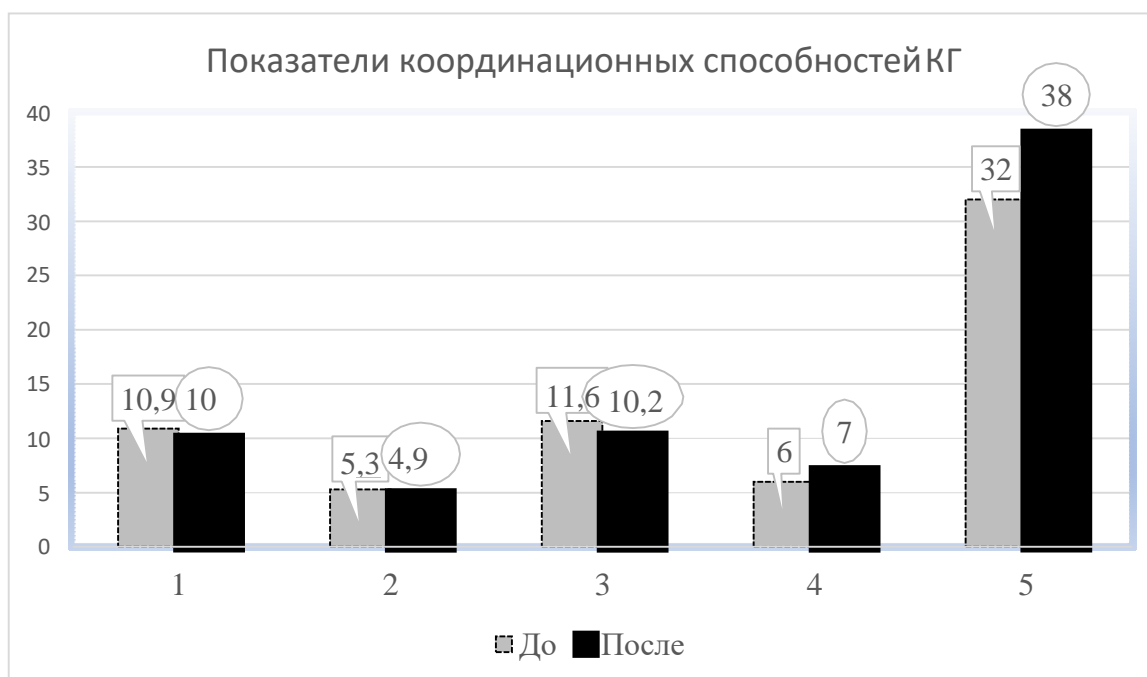


Рисунок 6 – Динамика изменений показателей координационных способностей мальчиков 10-12 лет контрольной группы в процессе эксперимента

Примечание: тоже, что и в рисунке 5

Таблица 1. Сравнительный анализ показателей, характеризующих уровень развития координационных способностей юных скалолазов 10-12 лет после проведения эксперимента (май 2019 г.)

Название контрольного упражнения	КГ ($X \pm \sigma$) (n=10)	ЭГ ($X \pm \sigma$) (n=10)	t	p
Координационные способности				
1 «Челночный бег» (3x10) (с)	10,0±5,31	9,4±4,32	2,12	<0,05
2 «Три кувырка вперёд» (с)	4,9±5,21	4,0±4,53	2,34	<0,05
3 «Повороты на гимнастической скамейке» (с)	10,2±4,35	9,5±4,28	2,49	<0,05
4 «Стойка на одной ноге» (с)	7,0±2,38	9,0±3,75	2,61	<0,05
5 «Прыжки со скакалкой» за 30 сек (кол-во раз)	38,0±3,71	42,0±4,56	2,64	<0,05

Таблица 2. Прирост результатов, характеризующих координационные способности мальчиков 10-12 лет в процессе эксперимента (%)

Название контрольного упражнения	Контрольная группа ($X \pm \sigma$) (n=10)	Экспериментальная группа ($X \pm \sigma$) (n=10)
1 «Челночный бег» (3x10) (с)	8,6	15,6
2 «Три кувырка вперёд» (с)	7,8	29,8
3 «Повороты на гимнастической скамейке» (с)	12,8	19,0
4 «Стойка на одной ноге» (с)	15,4	24,4
5 «Прыжки со скакалкой» за 30 сек (кол-во раз)	17,1	24,0

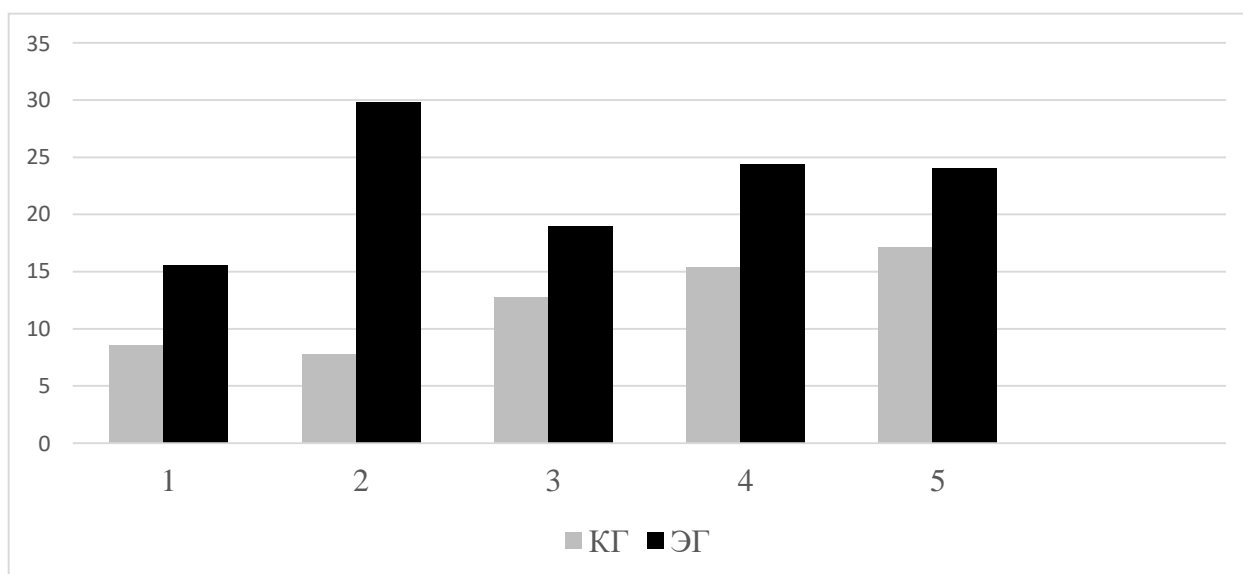


Рисунок 7 – Динамика прироста показателей координационных способностей

мальчиков 10-12 лет опытных групп, занимающихся скалолазанием в процессе эксперимента (%)

Примечание: 1 – «Челночный бег» (3x10) (с); 2 – «Три кувырка вперед» (с); 3 – «Повороты на гимнастической скамейке» (с); 4 – «Стойка на одной ноге» (с); 5 – «Прыжки со скакалкой» за 30 сек (кол-во раз)

Обсуждение результатов

На основе анкетного опроса выявлено, что специалисты в области скалолазания (тренеры, инструктора) проявляют интерес к инновационным средствам и методам развития координационных способностей и готовы их осваивать, а также внедрять в тренировочный процесс занимающихся.

В результате проведенного исследования доказано, что применение экспериментальной методики положительно влияет на уровень развития координационных способностей юных спортсменов-скалолазов 10-12 лет и на этой основе способствует повышению физической и технической подготовленности занимающихся, что выражено в следующем:

а) статистически достоверных отличиях в конце эксперимента между показателями мальчиков 10-12 лет, занимающихся скалолазанием контрольной и экспериментальной групп во всех исследуемых показателях координационных способностей: «челночный бег (3x10) (с); «три кувырка вперед (с); «повороты на гимнастической скамейке» (с); «стойка на одной ноге» (с); «прыжки со скакалкой за 30 сек.» (кол-во раз) ($P < 0,05$);

б) более значительных темпов прироста показателей координационных способностей за время проведения педагогического эксперимента (сентябрь 2017 г. – май 2018 г.) у мальчиков 10-12 лет экспериментальной группы и составляющих в тесте:

- «Челночный бег (3x10) (с) – 15,6%;
- «Три кувырка вперед» (с) – 29,8%;
- «Повороты на гимнастической скамейке» (с) – 19,0%;
- «Стойка на одной ноге» (с) – 24,4%;
- «Прыжки со скакалкой за 30 сек.» (кол-во раз) – 24,0%;

в) положительной динамике уровня развития координационных способностей за время исследования у мальчиков 10-12 лет, занимающихся скалолазанием экспериментальной группы, что прослеживается в тесте:

– «Челночный бег (3x10) (с) – снизилось количество мальчиков с низким уровнем с 6(60%) до 0(0%) и средним уровнем с 4(40%) до 3(30%) и увеличилось количество мальчиков с высоким уровнем с 0(0%) до 7(70%);

– «Три кувырка вперед» (с) – снизилось количество мальчиков с низким уровнем с 8(80%) до 0(0%) и увеличилось со средним уровнем с 2(20%) до 4(40%) и высоким уровнем с 0(0%) до 6(60%);

– «Повороты на гимнастической скамейке» (с) – снизилось количество с низким уровнем с 7(70%) до 0(0%) и увеличилось количество со средним уровнем с 3(30%) до 4(40%) и высоким уровнем с 0(0%) до 6(60%);

– «Стойка на одной ноге» (с) – снизилось количество мальчиков с низким уровнем с 5(50%) до 0(0%) и со средним уровнем с 5(50%) до 2(20%) и увеличилось с высоким уровнем с 0(0%) до 8(80%);

– «Прыжки со скакалкой» за 30 сек.» (кол-во раз) – снизилось количество мальчиков с низким уровнем с 5(50%) до 0(0%) и средним уровнем с 5(50%) до 1(10%) и увеличилось с высоким уровнем с 0(0%) до 9(90%).

Выводы

1. Разработана анкета для тренеров и инструкторов по скалолазанию для ДЮСШ, направленная на выявление их мнения в вопросах применения средств и методов развития координационных способностей в тренировочном процессе скалолазов. Результаты

проведенного анкетного опроса показали, что в основном на тренировочных занятиях большинство тренеров и инструкторов по скалолазанию (80%) применяют традиционные средства развития координационных способностей занимающихся и лишь незначительное количество (20%) включают нетрадиционные средства, в частности, батут и тренажер «баланс-борд». В тоже время, 100% тренеров готовы применять в тренировочном процессе новые нетрадиционные средства и осваивать новые методики и программы тренировок.

2. Разработана экспериментальная методика развития координационных способностей юных спортсменов 10-12 лет, занимающихся скалолазанием, основанная на применение нетрадиционных средств и тренажерных устройств – батута, баланс-борда, диска «Здоровье» и балансировочного диска.

3. Развитие координационных способностей у скалолазов 10-12 лет включает в себя использование методов целостного и расчлененного выполнения упражнения. Разработанные комплексы упражнений, средствами которых являются акробатические упражнения, упражнения на батуте, диске «Здоровье», баланс-борде, балансировочном диске дают положительный эффект в развитии и совершенствовании функций вестибулярной устойчивости, пространственной, мышечной и временной ориентации, а также сохранении статического и динамического видов равновесий.

4. Доказано, что применение экспериментальной методики положительно влияет на уровень развития координационных способностей юных спортсменов-скалолазов 10-12 лет и на этой основе способствует повышению физической и технической подготовленности занимающихся.

Список литературы

1. Байковкий, Ю. В. Теория и методика тренировки в горных видах спорта / Ю. В. Байковкий. – М.: ТВТ Дивизион, 2010. – 242 с.
2. Горская, И. Ю. Координационная подготовка спортсменов: монография / И. Ю. Горская, И. В. Аверьянов, А. М. Кондаков. – Омск : СибГУФК, 2015. – 220 с.
3. Лизанец, Е. В. История скалолазания России : историография проблемы / Е. В. Лизанец, Е. А. Хадырова // Проблемы и перспективы развития физической культуры и спорта : материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции, 12 апреля 2019 г., г. Кемерово. – Омск : Изд-во СибГУФК, 2019. – С. 16-24.
4. Мищенко, Н. Ю. Развитие координационных способностей спортсменов 10-12 лет, занимающихся скалолазанием / Н. Ю. Мищенко // Культура физическая и здоровье. – 2020. – № 2 (74). – С. 111-120.
5. Новикова, Н. Т. Основы техники скалолазания на специальных стендах (тренажерах) : учебно-методическое пособие / Н.Т.Новикова. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2004. – 106 с.
6. Пиратинский, А. Е. Скалолазание : примерная программа спортивной подготовки для детско-юношеских спортивных школ, специализированных детско-юношеских школ олимпийского резерва / А. Е. Пиратинский. – М. : Советский спорт, 2006. – 84 с.
7. Шамардина, Г. Н. Основные тенденции и направления развития современного скалолазания / Г. Н. Шамардина, А. С. Шульга // Слобожанский научно-практический вестник. – 2009. – № 2. – С. 43–46.
8. Hill, P. Technical Mountaineering / P. Hill. – Washington, 2008. – 272 p.

***Annotation.** The problem of the development of the coordination abilities of 10-12 year old athletes involved in rock climbing is considered. A brief description of the experimental methodology is given, aimed at the development of the coordination abilities of athletes 10-12 years old, engaged in rock climbing using the simulators: ba-tut, «Disc of health», «balance-board», «balancing disc» and training climbing wall. The results of a questionnaire survey, organized to study the opinion of rock climbing coaches and instructors of sports schools in matters of the paramount importance of the development of one or another physical quality in various subject areas of rock climbing: «Difficulty», «Speed», «Bouldering», «All-around», as well as the need to use additional simulators*

for the development of coordination abilities of young athletes. The dynamics of the development of the coordination abilities of young athletes of 10-12 years old is traced in the process of the experiment.

Key words: *rock climbing, coordination abilities, exercise equipment, questionnaire survey, physical fitness, young athletes 10-12 years old.*

О вариативности параметров внешнего дыхания и газообмена при локомоциях различной интенсивности

Моисеев С.А., канд. биол. наук, sergey_moiseev@vlgafc.ru

Михайлова Е.А., к.биол.наук, together-mm@yandex.ru

Кузьменкова С.А, магистр 2 года обучения, kuzmenkova.svetlana2015@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»,
Великие Луки

Аннотация. В экспериментах на 8 здоровых испытуемых мужского пола изучали особенности вариативности параметров внешнего дыхания и газообмена в условиях возрастающей нагрузки, преимущественно, аэробной направленности. Установлено снижение вариативности частоты дыхания при достижении скорости бега 8 км/ч. Вариативность показателей газообмена в начальном периоде выполнения нагрузки снижалась, а в последующих зонах интенсивности чередовалось возрастание и снижение ее величин, что, вероятно, указывает на улучшение качества регулирования физиологических функций в ЦНС.

Ключевые слова: вариативность, локомоции, внешнее дыхание, газообмен, бег на длинные дистанции

Введение

Изучение механизмов срочной и долговременной адаптации организма к двигательным нагрузкам является актуальной проблемой физиологии человека. Ее актуальность также обуславливается необходимостью поиска новых подходов в оценке уровня тренированности спортсменов. Этот вопрос недостаточно изучен в плане вариативности показателей, отражающих состояние двигательных и, особенно, вегетативных функций организма спортсмена в условиях выполнения работы разной интенсивности. Степень вариативности показателей различных систем организма спортсменов, в том числе дыхательной функции, может иметь непосредственное влияние на спортивный результат, поэтому ее изучение в практике спорта приобретает особую важность. В связи с этим целью нашей работы явилось изучение вариативности параметров внешнего дыхания и газообмена при выполнении локомоций с постепенно возрастающей их интенсивностью.

Методы

Исследование проведено на 8 здоровых испытуемых мужского пола в возрасте 35-45 лет, специализирующихся в беге на длинные дистанции. Было получено информированное письменное согласие от них на участие в экспериментах. После предварительной стандартной разминки испытуемые выполняли бег на тредбане (HRCosmos, Германия) с постепенно нарастающей скоростью от 4 до 14 км/ч каждые две минуты. Анализировали регистрируемые параметры в шести зонах интенсивности бега: 4 км/ч, 6 км/ч, 8 км/ч, 10 км/ч, 12 км/ч, 14 км/ч. Для регистрации параметров внешнего дыхания и газообмена использовалась эргоспирометрическая система «Quark» (Италия). Анализировали следующие параметры: частоту дыхания (RF), вентиляцию (VE), дыхательный объем (Vt), объем поглощенного кислорода (VO₂), объем выделения диоксида углерода (VCO₂), частоту сердечных сокращений (HR). Статистическую обработку данных осуществляли с помощью Statistica 10.0. Рассчитывали среднее арифметическое (M), ошибку среднего арифметического (m), вычисляли коэффициенты вариативности (V) индивидуально для каждого испытуемого (внутрииндивидуальная вариативность) и по сгруппированным данным (внутригрупповая

вариативность). Диапазон коэффициентов вариативности от 0 до 30% считали низким уровнем, от 30% до 60% – средним и от 60% до 100% – высоким.

Результаты

В результате проведенных исследований установлено, что частота дыхания у разных испытуемых в первой зоне интенсивности варьировала в диапазоне 20 – 30 циклов в минуту. С увеличением интенсивности нагрузки возрастал и частота дыхания, следует отметить, что разброс индивидуальных значений по этому параметру был небольшим, например, при беге со скоростью 14 км/ч частота дыхания находилась в пределах 36 – 45 циклов в минуту. Среднегрупповые значения регистрируемых параметров представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры внешнего дыхания и газообмена при беге разной интенсивности

Параметр	Зона интенсивности					
	1	2	3	4	5	6
RF(b/min)	26,06 ±0,55	30,51 ±0,49	35,59 ±0,41	36,37 ±0,48	38,84 ±0,57	42,36 ±0,67
VE (l)	48,22 ±1,01	70,62 ±0,89	86,96 ±1,07	95,27 ±0,94	106,61 ±1,61	115,17 ±1,47
Vt (l/min)	1,99 ±0,05	2,45 ±0,05	2,51 ±0,04	2,71 ±0,04	2,81 ±0,05	2,8 ±0,05
VO2 (ml/min)	2036,91 ±44,89	2863,82 ±28,67	3418,39 ±37,62	3685,98 ±37,02	4111,72 ±63,84	4217,18 ±73,12
VCO2 (ml/min)	1572,76 ±37,49	2353,47 ±31,69	2951,03 ±40,24	3275,72 ±38,28	3809,47 ±71,22	3994,65 ±67,74

Примечание. 1 – 4 км/ч, 2 – 6 км/ч, 3 – 8 км/ч, 4 – 10 км/ч, 5 – 12 км/ч, 6 – 14 км/ч.

Внутрииндивидуальная вариативность частоты дыхания в первых двух зонах интенсивности бега оценивалась, преимущественно, как низкая. У большей части испытуемых бегунов на длинные дистанции коэффициенты вариативности не превышали 30%. В других зонах интенсивности они были не больше 17%. Следует отметить, что с увеличением интенсивности бега среднегрупповая вариативность снижалась до скорости бега 8 км/ч, а далее оставалась на одном уровне – около 18% (рис. 1А). Примерно схожая картина наблюдалась по параметру VE, где регистрировался, по мере увеличения мощности работы, резкий спад вариативности до третьей зоны мощности, а далее наблюдалось их снижение, но не такое интенсивное. По данному параметру сохранялась та же тенденция к снижению коэффициентов вариативности по мере возрастания интенсивности бега (рис. 1Б). Вариативность параметров дыхательного объема, объемов кислорода и углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе демонстрировали схожую динамику с возрастанием скорости бега (Рис. 1 В,Г,Д). Коэффициенты внутригрупповой вариативности в первой зоне интенсивности в среднем по группе оценивались как низкие и средние, однако, начиная со скорости бега 6 км/ч, они были низкими. Так, наблюдалось снижение вариативности названных параметров во второй зоне, затем незначительное ее возрастание, не более чем на 5%, затем ее снижение при достижении скорости 10 км/ч, и снова возрастание. Таким образом, при возрастающей интенсивности локомоций вариативность дыхательного объема и параметров газообмена изменялась нелинейно, а колебалась в интервале 15%–25%, с чередованием возрастания и снижения коэффициентов. Следует отметить, что схожая динамика этих параметров наблюдалась и по индивидуальным значениям. Частота сердечных сокращений при максимально регистрируемой нагрузке в среднем по группе достигала 170 уд/мин, причем у большинства испытуемых она практически не менялась в пятой и шестой зонах интенсивности бега. Вариативность же данного параметра снижалась пропорционально

увеличению нагрузки и оценивалась как низкая. Особо следует отметить очень низкие коэффициенты вариативности частоты сердечных сокращений, начиная с третьей зоны интенсивности – менее 5%.

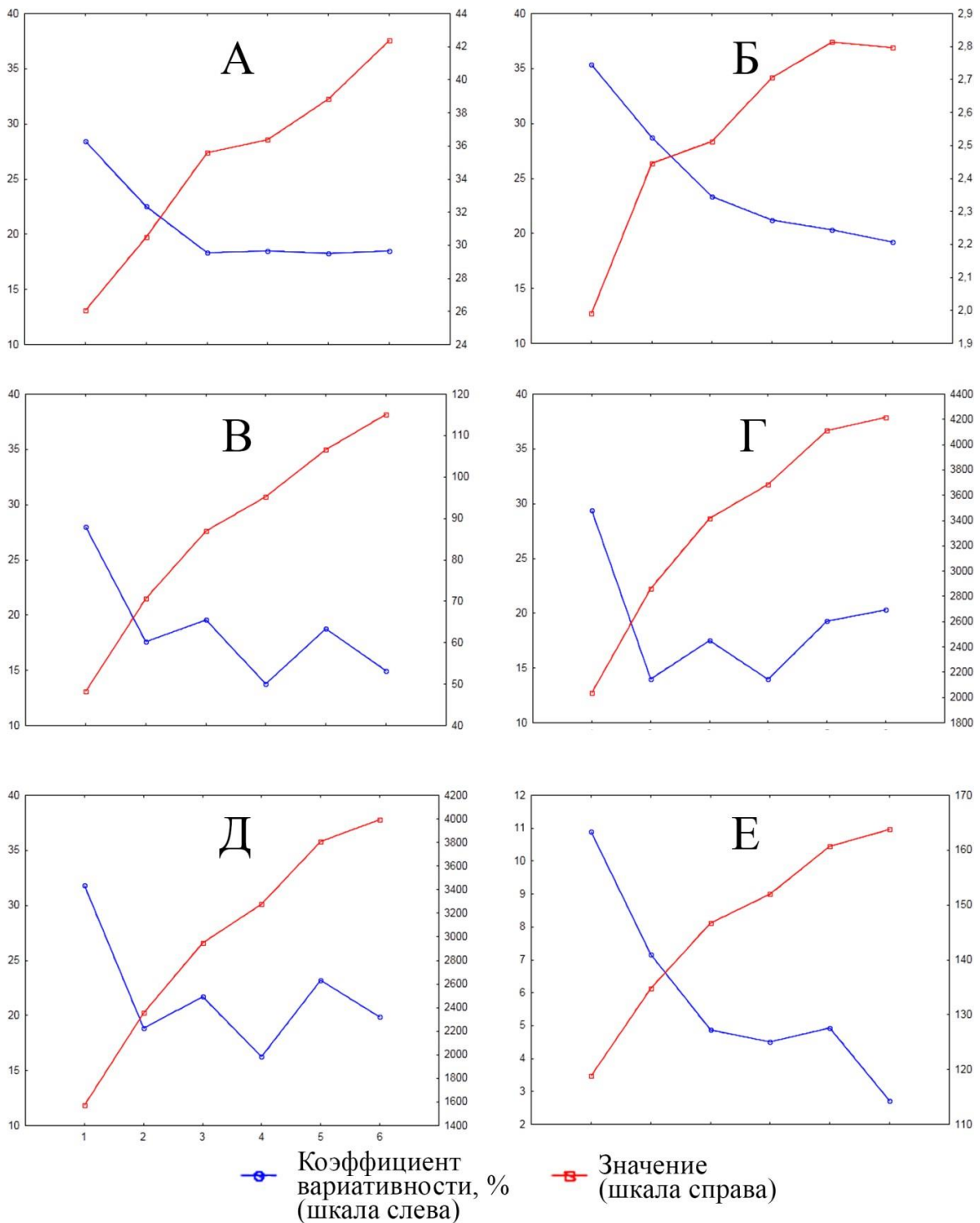


Рисунок 1 - Коэффициенты вариативности и среднегрупповые значения параметров внешнего дыхания и газообмена при беге различной интенсивности. А – RF(b/min), Б – VE (l), В – Vt (l/min), Г – VO2 (ml/min), Д – VCO2 (ml/min), Е – HR (уд/мин). 1 – 4 км/ч, 2 – 6 км/ч, 3 – 8 км/ч, 4 – 10 км/ч, 5 – 12 км/ч, 6 – 14 км/ч.

Обсуждение результатов

Полученные нами результаты об изменениях вариативности параметров системы дыхания имеют отношение к так называемой «приспособительной» вариативности, которая в свою очередь тесно связана с проявлением программного механизма в управлении произвольными движениями человека [1]. Суть такого способа управления заключается не только в организованной активности скелетных мышц (синергий), но и адаптации их к изменению множества внутренних реактивных сил и внешних воздействий, воздействующих на двигательный аппарат человека. Таким образом, четкая межсуставная и межмышечная координация достигается в процессе компенсации воздействий, обусловленных физиологическими процессами в различных системах организма, в том числе дыхательной [2,3,4].

Снижение вариативности различных физиологических функций при изменении условий выполнения двигательных нагрузок (изменение интенсивности, продолжительности и др.) могут быть связаны с улучшением качества регулирования физиологических функций, с совершенствованием гомеостаза отдельных систем и организма в целом. Такие реакции функционирования систем организма спортсменов выражаются в ускорении поиска оптимальных способов выполнения двигательной задачи и как следствие, приводят к уменьшению случайных вариаций [1,3,5].

Выводы

Установлено, что частота дыхания возрастает пропорционально возрастанию интенсивности работы, а ее вариативность снижается при достижении скорости бега 8 км/ч, затем остается на одном уровне. Вариативность показателей газообмена в начальном периоде выполнения нагрузки снижается, а в последующих зонах интенсивности чередуется возрастание и снижение ее величин. Вариативность частоты сердечных сокращений убывает пропорционально возрастанию мощности работы. Такие изменения могут быть связаны с проявлением программного механизма управления произвольными движениями человека в условиях выполнения напряженной мышечной работы и указывают на улучшение качества регулирования физиологических функций в ЦНС.

Список литературы

1. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Пальцев Е.И., Фельдман А.Г. Организация межсуставного взаимодействия на примере компенсации дыхательных возмущений ортоградной позы человека // Модели структурно-функциональной организации некоторых биологических систем. Под ред. И.М. Гельфанда и др. –М., 1966. С. 310-321.
2. Ткачук В.Г., Ровный А.С., Леус Л.И. Функциональное состояние различных сенсорных систем при репродукции спортсменами точностных движений. Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. 2010. №10. С. 77–81.
3. Фалалеев А.Г. Стабильность, вариативность, внутри- и межсистемные взаимосвязи двигательных и вегетативных функций при физических нагрузках: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Ленинград. 1981. 41 с.
4. Латаш М.Л. Структурированная вариабельность как отличительный признак биологических процессов: на англ. языке// Вопросы психологии. 2016. №3. С.120-126.
5. Hausdorff JM. Gait variability: methods, modeling and meaning. J. Neuroeng Rehabil. 2005 Jul 20;2:19.

Диверсификация программ технико-тактической подготовки юных хоккеистов

Напалков К.С. ¹, магистрант 2-го курса, *kirill.napalkov1997@gmail.com*
Медведев В.Г. ², канд. пед. наук, доцент, *biomechanics@bk.ru*

¹ Государственное бюджетное учреждение «Спортивная школа олимпийского резерва № 1» Департамента спорта города Москвы, Москва

² Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва

Аннотация. В статье рассматриваются технологии подготовки юных спортсменов в хоккее, применяемые в России, США и Канаде в контексте обучения двигательным действиям и совершенствования технической подготовленности. Методика исследования включала анализ методических материалов, размещенных на официальных сайтах Федераций хоккея перечисленных стран, а также отечественной и зарубежной литературы, научных статей из периодических изданий. По результатам исследования были даны практические рекомендации по применению в тренировочном процессе той или иной технологии подготовки хоккеистов в зависимости от контингента спортсменов.

Ключевые слова: *техническая подготовка, хоккей, программа подготовки, индивидуальная тактика, тактическая подготовка, детский хоккей, техника катания, техника владения клюшкой.*

Введение

Современный спорт предъявляет высокие требования к технической подготовленности спортсменов. От уровня технического мастерства напрямую зависит сможет ли спортсмен осуществить тактический замысел тренера, а качество развития и освоения технических навыков является сильным предиктором будущей успешности спортсмена [20]. В связи с этим, исследование технологий подготовки юных спортсменов в ведущих хоккейных странах необходимо для их внедрения в тренировочный процесс и, как следствие, улучшения процесса подготовки спортивного резерва.

В спортивной науке исследования в области технической подготовки охватывают широкий спектр знания: от конкретизации понятия «техника» до поиска наиболее эффективных средств и методов обучения и совершенствования двигательных действий [3, 4, 5].

Как известно, техника в спортивных играх является хоть и важным, но одним из множества компонентов подготовленности спортсмена. Техническая подготовка находится в тесной взаимосвязи с физической, психологической и в особенности с тактической подготовкой [9, 15]. В связи с этим, как показывают исследования, немаловажно стимулировать применение изученных технических навыков на практике, то есть в ходе игровой деятельности [7]. С этой целью в тренировочном процессе рекомендуется применять игры на ограниченном пространстве на льду, подвижные и смежные с хоккеем спортивные игры, использовать специализированное программное обеспечение для улучшения способностей оперативно-тактического мышления [17].

Большое внимание уделяется возрастному аспекту обучения двигательным действиям. Так, по мнению ряда ученых, 5-ти летний период до полового созревания считается наиболее отзывчивым для развития технической подготовленности [16, 19]. Именно в этом возрасте можно заложить основы технического мастерства спортсмена для дальнейшего их совершенствования в долгосрочной перспективе [26].

Вышеперечисленные идеи находят свое отражение в концепции технологии многолетней подготовки спортсменов «LTAD» (Long-Term Athlete Development) [18]. В хоккее с шайбой эта технология взята за основу в программах подготовки спортсменов в США (USA Hockey American Development Model), Канаде (Hockey Canada Long Term Player Development Hockey Plan) и России (Национальная программа подготовки хоккеистов) и других странах [8, 21, 27]. Несмотря на то, что эти национальные программы подготовки спортсменов в хоккее основываются на одной и той же технологии, каждая из них имеет ряд специфических черт и методических подходов к решению вопроса совершенствования технического мастерства.

Целью данного исследования является анализ и выявление особенностей технологий совершенствования технической подготовленности юных спортсменов 7–10 лет в США, Канаде и России.

Методы

Методы исследования – библиографический поиск, сбор и анализ информации. Анализировался программный материал технологий подготовки с официальных сайтов Федерации Хоккея России (www.fhr.ru), США (www.usahockey.com) и Канады (www.hockeycanada.ca), а также отечественная и зарубежная литература, научные статьи из периодических изданий, охватывающие вопрос технической подготовки юных спортсменов.

Результаты

Техническая подготовка – основное направление в тренировке юных хоккеистов в каждой из национальных программ. Тем не менее, соотношение объема технической подготовки в годичном цикле в разных технологиях в зависимости от возраста несколько отличается.

Например, в годичном цикле у детей 7–8 лет на техническую подготовку отводится более 70-ти процентов тренировочного времени (Рисунок 1) [12, 13, 24, 28].

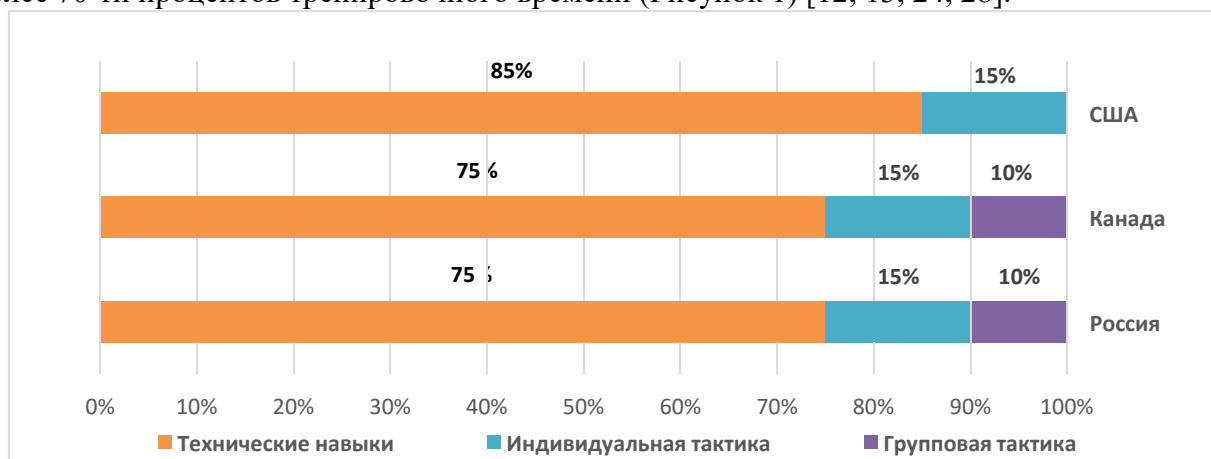


Рисунок 1 – Соотношение направленности тренировочного процесса в годичном цикле у спортсменов 7–8 лет

В канадской и российской программах предполагается уделять 75 % времени занятий технической подготовке, тогда как в американской технологии на освоение технических навыков отводится 85 % тренировочного времени на льду.

В возрасте 9–10 лет объем технической подготовки снижается в учебном плане каждой из программ, однако заметно увеличивается разница в процентном соотношении. В американской программе – 75 % по сравнению с 50 % в российской и канадской технологиях (Рисунок 2) [14, 25, 29].

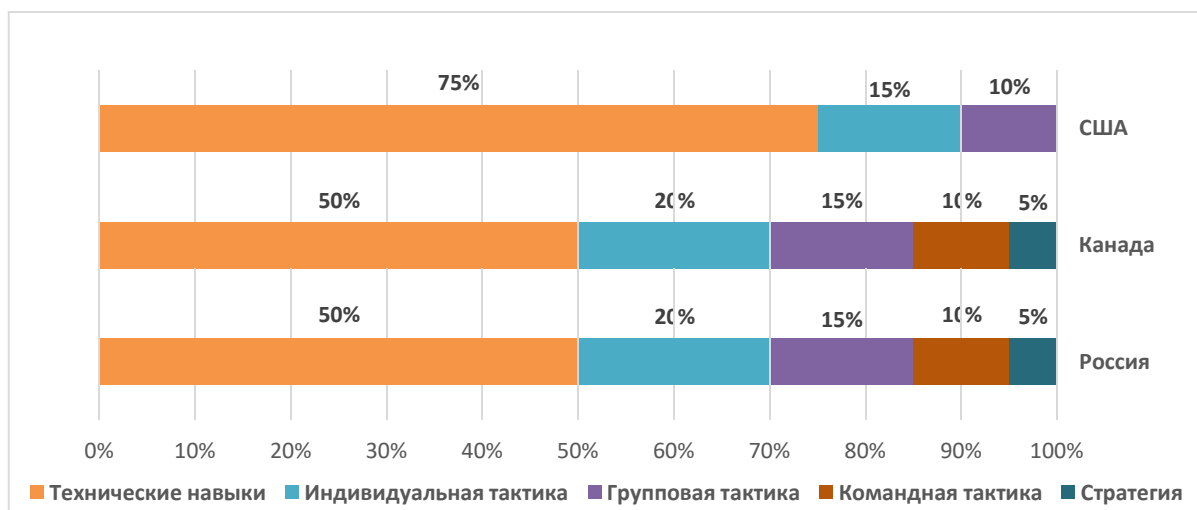


Рисунок 2 – Соотношение направленности тренировочного процессе в годичном цикле у спортсменов 9–10 лет

Различия в процентном соотношении связаны с большим вниманием к тактической подготовке в российской и канадской программах. В то время как в американской программе тактической подготовке уделяется 15 % (7–8 лет) и 25 % (9–10 лет).

Важно отметить, что индивидуальной тактике отведено большее внимание в каждой из программ по сравнению с другими видами тактической подготовки. Такая тенденция связана с тем, что именно посредством индивидуальной тактической подготовки технические навыки, приобретенные в процессе тренировки, отрабатываются на практике в искусственно созданных условиях. Интересным является тот факт, что в программе подготовки хоккеистов в США понятие «индивидуальной тактики» соответствует термину «*hockey sense*» (пер. «хоккейное чутье» или «хоккейное мышление»).

Для более детального анализа методических подходов необходимо обратиться к таблице с анализом практического материала технологий (Таблица 1).

Таблица 1. Некоторые параметры анализа практического материала технологий

Показатель	США	Россия	Канада
Кол-во технических приемов к 10-ти годам (к 8-ми годам)	Всего – 39 (21) навыков. Из них: 13 (10) – техника катания, 21 (9) – техника владения клюшкой, 5 (2) – техника силовых единоборств	Всего – 103 (87) навыка. Из них: 43 (41) – техника катания, 60 (46) – техника владения клюшкой	Всего – 133 (80) навыка. Из них: 61 (41) – техника катания, 72 (39) – техника владения клюшкой
Форма организации занятий	Группа 30–40 детей	1 вариант – группа 30–40 детей; 2 вариант – 3 группы по 12–15 детей	Не уточняется
Методика построения занятий	Круговой, стационарный, групповой метод	Круговой, стационарный,	Круговой, стационарный,

		групповой, поточный метод	групповой, поточный метод
Структура занятия	Подготовительная часть – разминка; основная часть – освоение технических навыков; заключительная часть – подвижные игры	Подготовительная часть – разминка; основная часть – освоение технических навыков; заключительная часть – подвижные игры	Подготовительная часть – разминка; основная часть – освоение технических навыков; заключительная часть – подвижные игры
Прогрессия обучения навыкам	Не уточняется	9 уровней обучения навыкам. Из них: 1 – на месте; 9 – применение навыка в соревнованиях	3 стадии обучения навыкам: «Introduce» (введение); «Develop» (развитие); «Refine» (совершенствование)
Воспитание индивидуального тактического мастерства или «hockey sense»	Различные вариации игр на ограниченном пространстве и технико-тактические упражнения	Различные вариации игр на ограниченном пространстве и технико-тактические упражнения	Различные вариации игр на ограниченном пространстве и технико-тактические упражнения

Одно из наиболее заметных различий в программах связано с количеством технических приемов, которые должны освоить юные спортсмены к 10 годам. Выделяется американская программа, в которой в перечне технических приемов – 39 навыков [22]. Однако, среди особенностей можно отметить 5 приемов для освоения техники силовых единоборств, тогда как в других программах их всего несколько, и они включены в навыки техники владения клюшкой или в тактическую подготовку.

Если обратиться к процентному соотношению технических действий для освоения к 8-ми и 10-ти годам, то можно заметить, что в программах США и Канады до 8-ми лет акцент делается на навыках техники катания (48 и 51 % по сравнению с 42 и 49 % удельного веса навыков техники владения клюшкой). Также обращает на себя внимание тенденция к снижению процентного соотношения приемов техники катания в общем объеме двигательных действий необходимых к освоению в каждой из технологий (Рисунок 3).

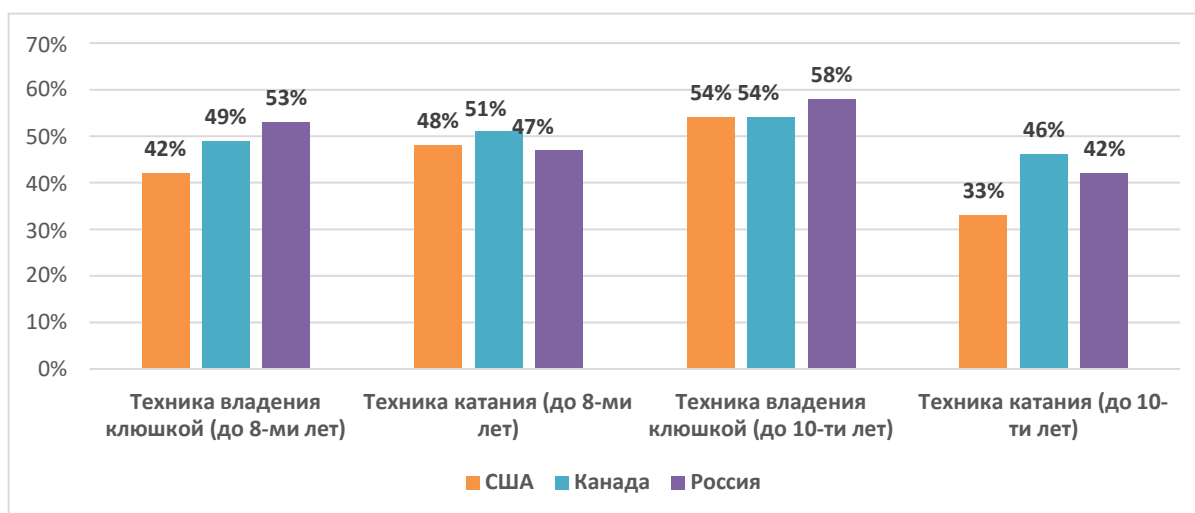


Рисунок 3 – Процентное соотношение приемов для освоения к 8-ми и 10-ти годам

Уменьшение количества приемов техники катания и фокус на навыках владения клюшкой происходит, прежде всего, в связи улучшением технической подготовленности спортсменов и увеличением доли тактической подготовки в тренировочном процессе к 10-ти летнему возрасту.

Предполагаемая форма организации занятий схожа в российской и американской программах, за исключением того, что в первой предлагается вариант разделения команды на 3 группы по 12–15 человек в каждой. В канадской программе не уточняется форма организации тренировочного процесса.

Методика построения занятий и их структура также мало отличаются. Тем не менее, в американской программе не используется поточный метод тренировки, а основным является круговой метод («station based»), в котором спортсмены делятся на группы по 6–10 человек и переходят по 4–6 станциям с различными упражнениями. В российской и канадской программах поточный метод представлен в основном в подготовительной части тренировки, а ведущим также является круговой способ построения занятий. Такое не столь широкое применение поточного метода особенно ярко отражает изменения в подходе к вопросу технической подготовки хоккеистов в России, где ранее отмечалось превалирование данного метода [1].

Методические подходы к обучению техническим приемам представлены в каждой из технологий по-разному. Так, американская программа подготовки делает фокус на технических приемах, освоение которых посылно юным спортсменам, однако не уточняется какой прогрессии следует придерживаться при обучении. Канадская программа выделяет три стадии обучения техническому приему, на первой из которых у детей формируется представление о двигательном действии, и они пытаются его выполнить в облегченных условиях, на второй движение выполняется с препятствиями и сопротивлением, но под контролем тренера, а на третьей стадии предполагается освоение технического приема уже на уровне автоматизированного навыка и его применение в игре [21]. Наиболее детализированная прогрессия обучения представлена в российской программе. Освоение технического приема происходит поступательно по 9 уровням обучения. Прогрессия характеризуется увеличением скорости выполнения движения и повышением сопротивления сбивающих факторов (соперники, препятствия). Такой подход помогает наиболее полно сформировать двигательные навыки, а также повышает мотивацию детей к занятиям за счет успеха при достижении каждого уровня [8].

Совершенствование индивидуального тактического мастерства в каждой из технологий в основном происходит через игры на ограниченном пространстве. С помощью игр предполагается способствовать повышению уверенности юных спортсменов в своих действиях на площадке и развивать навыки принятия решений в ходе игры. Рекомендуется

менять формат и правила таких игр [2, 6]. Здесь, среди различий в программах можно выделить то, что в канадской программе включаются игры на всю площадку, тогда как в американской и российской программах только поперек площадки [10, 11, 23].

В контексте дополнительного воздействия на техническую подготовленность особенно интересен методический прием изменения правил игры, широко используемый в каждой из технологий, при котором спортсменам разрешается использовать исключительно определенные технические приемы (забрасывать шайбу только броском «в касание» или броском «с неудобной руки», ведение шайбы только коньками, все передачи «подкидкой» и т.д.). Такой прием стимулирует юных спортсменов применять изученные ранее двигательные действия на практике.

По мере роста технического мастерства в программы вводятся технико-тактические упражнения, представляющие собой выполнение технических приемов в различных игровых ситуациях. Это такие упражнения как: опека игрока, маневрирование и выбор позиции, обводка, отбор шайбы, защита шайбы корпусом и т.д. При этом отличительной чертой российской и американской программ является использование в ходе таких упражнений кольца для игры в рингетт. Использование кольца способствует совершенствованию навыков техники ведения силовых единоборств и отбора шайбы, а также увеличивает возможности зрительного контроля площадки спортсменами.

Обсуждение результатов

1. Техническая подготовка – ведущее направление в тренировке юных хоккеистов 7–10 лет. В процентном соотношении занятия по технической подготовке составляют не менее 75 % для юных хоккеистов 7–8 лет и не менее 50 % в возрасте 9–10 лет.

2. Канадская технология подготовки юных хоккеистов предусматривает к 10 годам освоение 133 технических приемов, что больше, чем в программах России (103 приема) и США (39 приемов). Особенностью программы подготовки хоккеистов в США является выделение блока приемов техники силовых единоборств.

3. Основной способ построения занятий по технической подготовке во всех проанализированных программах – круговой метод. Российская и канадская технологии также рекомендуют применять поточный метод.

4. Наиболее полный методический подход к обучению техническим приемам предлагает российская технология подготовки хоккеистов, которая предусматривает постепенное освоение навыков по 9-ти уровневой системе.

5. Для повышения индивидуального тактического мастерства во всех технологиях предполагается использование игр и технико-тактических упражнений. Отличительными чертами являются применение в программах США и России – кольца для игры в рингетт, в канадской технологии – включение игр на всю площадку.

Выводы

По результатам анализа можно сделать вывод, что процесс подготовки хоккеистов в России, США и Канаде (согласно методическим материалам) происходит в одном и том же направлении. Тем не менее, каждая технология содержит в себе отличительные черты и особенности обучения двигательным действиям и совершенствования технической подготовленности юных спортсменов, которые в дальнейшем могут выступить в роли конкурентного преимущества при подготовке спортивного резерва в хоккее.

На практике наиболее рациональным будет применение той или иной технологии в зависимости от контингента: американская программа, с невысокими требованиями к объему освоенных технических приемов подходит для юных хоккеистов низкого исходного уровня подготовленности (в том числе детей из массового спорта), канадская и российская технологии, с большим перечнем технических приемов и многоуровневой системой обучения приемам, для спортсменов из спортивных школ и школ олимпийского резерва по хоккею.

Список литературы

1. Агулов, В. Н. К вопросу о приоритетах в подготовке хоккеистов / В. Н. Агулов, М. А. Рубин // Культура физическая и здоровье. – 2009. – № 6. – С. 7–10.
2. Мартыненко А.Н. Совершенствование детско-юношеских соревнований в Республике Беларусь // Актуальные проблемы и перспективы развития хоккея с шайбой и формирование компетенций тренеров в условиях реализации НППХ «Красная машина»: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 22-23 сентября 2020. – Уфа: ЦНИЗиР БашИФК, 2020. – С. 71–76.
3. Медведев В.Г. Антропоморфная мехатроника для спорта и медицины // Российский журнал биомеханики. – 2020. – Т. 24, № 2 – С. 232–242.
4. Медведев В.Г. Категория «техника» в понятийном аппарате теории спорта и физического воспитания // Фундаментальные и прикладные исследования физической культуры, спорта, олимпизма: традиции и инновации: материалы I всерос. науч.-практ. конф. 24–25 мая 2017 г. / под ред. А.А. Передельского; РГУФКСМиТ. – М., 2017. – С. 467–472.
5. Медведев В.Г., Давыдов А.П. Информативность тестов для оценки быстроты маневрирования в хоккее // Олимпийский спорт и спорт для всех: материалы XX междунар. науч. конгресса. 16–18 декабря 2016 г., Санкт-Петербург: в 2 ч. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – Ч. 2. – С. 462–466
6. Напалков, К. С. Использование подвижных игр для оценки физического и технического потенциала в соревновательной деятельности юных хоккеистов 5–6 лет // Студенческая наука : материалы Межрегиональной научной конференции. – Москва: РГУФКСМиТ, 2019. – С. 96–99.
7. Третьяк, В.А. Национальная программа подготовки по виду спорта «хоккей» / В. А. Третьяк, Р. Б. Ротенберг, П. В. Буре, О. В. Браташ, В.Т. Шалаев, П.В. Шеруимов, Е. А. Сухачев, Н. Н. Урюпин, С. М. Черкас, Д. Бохнер. – М., 2020. – 316 с.
8. Национальная программа подготовки хоккеистов: философия и базовые принципы. – Москва : Просвещение, 2018. – 60 с.
9. Никонов, Ю. В. Подготовка юных хоккеистов / Ю. В. Никонов. – Минск : Асар, 2008. – 320 с.
10. Планы-конспекты тренировочных занятий. Возрастная группа "10 лет и младше" // Федерация Хоккея России. – URL: https://fhr.ru/upload/iblock/7b1/2018._Planu_konspekty_trenirovochnykh_zanyatiy._Vozrastnaya_gruppa_10_let_i_mladshe.pdf.
11. Планы-конспекты тренировочных занятий. Возрастная группа "8 лет и младше" // Федерация Хоккея России. – URL: https://fhr.ru/upload/iblock/b67/2018._Planu_konspekty_trenirovochnykh_zanyatiy._Vozrastnaya_gruppa_8_let_i_mladshe.pdf.
12. Практическое руководство для тренеров. Возрастная группа "8 лет и младше" // Федерация Хоккея России. – URL: https://fhr.ru/upload/iblock/fe1/2018._Prakticheskoe_rukovodstvo_dlya_trenerov._Vozrastnaya_gruppa_8_let_i_mladshe.pdf.
13. Практическое руководство для тренеров возрастных групп 7 лет и младше // Федерация Хоккея России. – URL: <https://fhr.ru/upload/iblock/c65/Interaktivnaya-versiya-Prakticheskoe-rukovodstvo-7-let.pdf>.
14. Практическое руководство для тренеров. Возрастная группа "10 лет и младше" // Федерация Хоккея России. – URL: https://fhr.ru/upload/iblock/72f/2018._Prakticheskoe_rukovodstvo_dlya_trenerov._Vozrastnaya_gruppa_10_let_i_mladshe.pdf.
15. Филатов, В. В. Содержание и организация тренировочного процесса юных хоккеистов 7–10 лет в группах начальной подготовки / В. В. Филатов. – Санкт-Петербург : [б.и.], 2013. – 145 с.
16. Anderson, D. I. Critical periods, sensitive periods, and readiness for motor skill learning / D. I. Anderson, R. A. Magill, R. Thouvarecq // Skill acquisition in sport: research, theory and practice. – 2012. – Vol. 211, № 1. – P. 211–229.

17. Eriksen C. A. How USA Hockey and the Swedish Ice Hockey Association Improve and Develop Game Sense // The Swedish Ice Hockey Association. – 2014. – 19 p.
18. Higgs, C. Long term development in sport and physical activity / C. Higgs, R. Way, V. Harber, P. Jurbala, I. Balyi // Sport for Life Society. – 2019. – 48 p.
19. Knudsen, E.I. Sensitive periods in the development of the brain and behavior / E. I. Knudsen // J Cogn Neurosci. – 2004. – Vol. 16, № 8. – P. 1412–1425.
20. Koopmann, T. Assessing Technical Skills in Talented Youth Athletes: A Systematic Review / T. Koopmann, I. Faber, J. Baker, et al. // Sports Med. – 2020. – Vol. 50, № 1. – P. 1593–1611.
21. LTPD Manual // Hockey Canada Coaching Downloads. – URL: https://cdn.hockeycanada.ca/hockeycanada/HockeyPrograms/Coaching/LTPD/Downloads/LTPD_manual_may_2013_e.pdf
22. Skill progression for Youth Hockey // USA Hockey. – URL: https://cdn1.sportngin.com/attachments/document/0066/4690/Skill_Progression_Manual_19_FINAL.pdf#_ga=2.192462509.607265759.1596699196-1822859683.1593497383.
23. Small Area Games, Skill Stations // Hockey Canada Player Development Downloads. – URL: <https://cdn.hockeycanada.ca/hockeycanada/HockeyPrograms/Players/Downloads/2018/2018-19-small-area-hockey-game-stations-e.pdf>.
24. Timbits Under-7 Hockey Practice Plans // Hockey Canada. – URL: <https://www.hockeycanada.ca/en-ca/hockey-programs/drill-hub/under-7>.
25. Under-9 Hockey Practice Plans // Hockey Canada. – URL: <https://www.hockeycanada.ca/en-ca/hockey-programs/drill-hub/under-9>.
26. Watanabe, D. The effect of early musical training on adult motor performance: evidence for a sensitive period in motor learning / D. Watanabe, T. Savion-Lemieux, VB. Penhune // Exp Brain Res. – 2007. – Vol. 176, № 2. – P. 332–340.
27. What is the American Development Model? // USA Hockey Athlete Development Model kids. – URL: <https://www.admkids.com/page/show/910488-what-is-the-american-development-model>.
28. 8 and under practice planner // USA Hockey. – URL: https://cdn3.sportngin.com/attachments/document/0137/0674/8U_Practice_Planner_2019_FINAL.pdf#_ga=2.30333624.607265759.1596699196-1822859683.1593497383.
29. 10 and under practice planner // USA Hockey. – URL: https://cdn2.sportngin.com/attachments/document/0137/0682/10U_Practice_Planner_2019_FINAL.pdf#_ga=2.213809108.1536328642.1598777098-1822859683.1593497383.

Влияние уровня развития дыхательной системы на специальную физическую подготовленность будущих артистов балета

Оленева А.В., аспирант, crowblack-minsk@mail.ru

Степаник И.А., канд.мед.наук, доцент, irinastepanik@mail.ru

ФГБОУ ВО «Академия Русского балета имени А.Я. Вагановой», СПб

Аннотация. В статье рассматривается влияние уровня развития дыхательной системы на важнейшие для успешной профессиональной деятельности артистов балета физические качества: скоростную силу мышц, способность к равновесию и вестибулярную устойчивость. Приводятся полученные в ходе исследования экспериментальные данные, которые подтверждают положительное влияние целенаправленной систематической работы по развитию дыхательной системы в процессе профессионального хореографического образования на развитие вышеперечисленных качеств.

Ключевые слова: дыхательные упражнения, классический танец, хореографическое образование, артист балета, апломб, способность к равновесию, вестибулярная устойчивость, скоростная сила, дыхание, хореография.

Введение

Положительный эффект применения дыхательных упражнений в тренировочном процессе в различных спортивных дисциплинах доказан многочисленными научными исследованиями в области спорта. При этом, что особенно важно, установлена прямая взаимосвязь состояния дыхательной системы и различных качеств общей и специальной физической подготовленности спортсмена. Различными исследователями неоднократно доказано, что систематическое использование дыхательных упражнений в тренировочном процессе и, как следствие, развитие дыхательной системы, способствует росту спортивно-технических результатов (Таблица 1).

Таблица 1. Влияние дополнительных занятий дыхательной гимнастикой на физические качества спортсменов по данным разных авторов

Исследователи	Группа спортсменов (контингент учащихся)	Влияние на физические качества
Жевлаков Е.Г., Фарбей В.В., 2017 [1]	Квалифицированные биатлонисты	Повышения спортивных результатов
Чёмов В.В. 2014[2]	Квалифицированные легкоатлеты-бегуны	Повышения спортивных результатов
Михайлов А.С., 2013[3]	Кикбоксеры 7-11 лет,	Прирост прыжковой выносливости
Заплахов Ю.А., 2009[4]	Пловчихи 10-13 лет	Увеличение скоростных и силовых возможностей
Милодан В.А., 2008 [5]	Квалифицированные бегуны	Прирост аэробной и анаэробной мощности, улучшение спортивных результатов
Вишнякова С.В., 1999 [6]	Художественные гимнастки 8-10 лет	Способность к равновесию, прыжковая выносливость, улучшение спортивных результатов
Солопов И.Н., 1998	Пловцы 10-11 лет	Улучшение спортивных результатов

Что касается хореографического искусства, к настоящему времени целенаправленных научных исследований о влиянии уровня развития дыхательной системы на необходимые в профессиональной балетной деятельности физические качества не проводилось.

Из многочисленных трудов выдающихся педагогов можно сделать вывод, что важнейшими элементами технического мастерства артистов балета являются хороший прыжок и апломб[8-12].

Прыжки (*allegro*) имеют в классическом танце «совершенно особенное значение, в *аллегро* заложена вся танцевальная наука, вся ее сложность и залог будущего совершенства»[10, с.15]. Блазис отмечал, что «парящий прыжок – вершина танца»[9, с.68], при этом «прыжки – самая сложная часть урока, все, что вырабатывается экзерсисом и адажио, способствует их развитию»[13,с.15]. Одним из важнейших физических качеств, обуславливающих красивый, легкий прыжок, является скоростная сила мышц[14].

Понятие «апломб» имеет центральное значение в хореографическом искусстве, однако трактовка его подразумевает несколько вариантов. В целом, можно говорить о простом апломбе, т.е. способности сохранять равновесие в статической позе – это «умение привести в равновесие все части тела, удерживаться на одной ноге»[9,с.73], «способность стоя на одной ноге, длительно выдерживать позу»[10,с.19]. И «виртуозном апломбе» по Тарасову, который представляет собой «способность двигаться по сцене виртуозно и точно, не теряя равновесия»[12,с.51], «умение сохранять равновесие тела на полупальцах, пальцах, после прыжка, а также в турах и пируэтах»[14,с.46]. Таким образом, понятие «апломб» отражает развитие такого компонента координационных возможностей как способность к равновесию, а «виртуозный апломб» - вестибулярной устойчивости, то есть способности точно выполнять двигательные действия и удерживать позу в условиях вестибулярных раздражений[14]. Виртуозный апломб, в свою очередь, является залогом правильного исполнения туров - вращений классического танца различной степени сложности.

Таким образом, целью настоящего исследования стало определение влияния состояния дыхательной системы на такие физические качества как скоростная сила мышц, способность к равновесию и вестибулярная устойчивость.

Методы

Для оценки влияния уровня кислородного обеспечения на вышеперечисленные физические качества нами был проведен педагогический эксперимент. Участие в нем приняли 24 воспитанницы первого года обучения ФГБОУ ВО «Академия Русского балета имени А.Я.Вагановой» в возрасте 10-11 лет, из которых было сформировано 2 группы, экспериментальная и контрольная, по 12 человек в каждой. Экспериментальная группа дважды в неделю в течение 5 месяцев на уроке балетной гимнастики выполняла предложенный автором комплекс дыхательных упражнений[15]. До и после начала эксперимента участницы прошли тестирование показателей дыхательной системы и уровня развития скоростной силы мышц, способности к равновесию и вестибулярной устойчивости. Показатели развития дыхательной системы определялись с помощью электронного спирографа СМП-21/01-«Р-Д». Уровень развития физических качеств определялся с помощью следующих тестов:

1. Способность к равновесию.

Данный показатель определялся с помощью теста «**Пассе на полупальцах**», предложенного И.И. Бадаевой и И.А. Степаник для учащихся начальных классов профессиональных хореографических учебных учреждений[16]. Тест позволяет определить статическую устойчивость в усложненных условиях – при подъеме на полупальцы.

Ход тестирования

И. П. — стойка на одной ноге, другая согнута в колене и максимально развернута кнаружи (супинирована), пальцы прижаты к коленному суставу опорной ноги. Руки в I позиции, голова прямо.

Ученик по команде поднимается на полупальцы на опорной ноге, и педагог включает секундомер. Секундомер выключается в момент потери равновесия.

Оценка результатов

Измеряется время удержания позы в секундах.

2. Скоростная сила мышц.

Определяется с помощью теста «Прыжок sauté» (модификация теста В.И.Ляха)[14].

Ход тестирования

И.П. – ноги в первой позиции, руки в подготовительной, голова прямо. Позади ученика на стене обозначены от пола вверх деления от 1 до 30 см.

По команде ученик выполняет прыжок sauté по I позиции, стараясь выпрыгнуть как можно выше, соблюдая при этом все правила исполнения sauté. С помощью делений на стене определяется высота прыжка. Ученику дается три попытки, учитывается лучший результат

Оценка результатов

Измеряется высота прыжка в сантиметрах

3. Вестибулярная устойчивость.

Определяется с помощью теста «Проход по прямой после раздражения вестибулярного аппарата», предложенного И.И. Бадаевой и И.А. Степаник для учащихся начальных классов специальных хореографических учебных учреждений[16].

Ход тестирования

И. П. — стойка на полу, ноги вместе, руки на поясе.

На одном месте за 10 сек совершить наибольшее количество оборотов вокруг себя и далее пройти по прямой линии до 10 шагов.

Оценка результатов

Учитывается количество шагов, которое ученик сумел успешно пройти по прямой линии, не нарушив равновесие.

Результаты

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Динамика показателей физических качеств в контрольной и экспериментальной группах

Тест	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента
Время удержания равновесия на одной ноге (сек)	7,4 ± 1,4	10,5 ± 0,8*	7,6 ± 0,8	5,7 ± 0,6
Количество шагов по прямой после вестибулярного раздражения (ш.)	6,3 ± 0,5	9,1 ± 1*	4,6 ± 0,9	4,3 ± 0,5

Высота прыжка (см)	15,6±0,8	18,0±0,7*	13,9±1,	12,6±0,9
--------------------	----------	-----------	---------	----------

Обсуждение

Сравнительный анализ тестирования качеств специальной физической подготовленности выявил положительную динамику в экспериментальной группе. Возросло время удержания равновесия с 7,4 сек до 10,5 в экспериментальной группе, при этом в контрольной группе отмечено снижение с 7,6 сек до 5,7 сек. В экспериментальной группе достоверно увеличилась высота прыжка: с 15,6 см до 18 см, в контрольной группе наблюдается небольшое снижение: с 13,9 см до 12,6 см. В экспериментальной группе вырос показатель вестибулярной устойчивости: количество шагов по прямой после вестибулярных раздражений увеличилось с 6,3 до 9,1. В контрольной группе результат остался практически неизменным: 4,6 шага при первом тестировании, 4,3 – при повторном.

Выводы

Полученные данные позволяют говорить о важности целенаправленного развития дыхательной системы в процессе обучения классическому танцу, поскольку уровень ее развития напрямую влияет на специальную физическую подготовленность артистов балета. В частности, на уровень развития способности к равновесию и вестибулярной устойчивости, которые являются базисом для формирования виртуозного апломба и залогом успешного выполнения многочисленных вращений классического танца, а также скоростной силы мышц, которая служит основой качественного исполнения балетных прыжков.

Список литературы

1. Фарбей, В.В. Применение регламентированных режимов дыхания в стрелковой подготовке биатлонистов с различным типом соревновательной подготовленности // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 10 (152). – С. 277-281.
2. Чёмов, В.В. Методологические и технологические основы интеграции двигательных заданий и регламентированных режимов дыхания эргогенического воздействия в тренировке квалифицированных легкоатлетов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Волгоград, 2014. – 48 с.
3. Михайлов, А.С. Функционально-физическая подготовка кикбоксеров с применением различных режимов дыхательных упражнений: дис. ... канд. пед. наук. – Набережные Челны, 2013. – 150 с.
4. Заплахов, Ю.А. Повышение эффективности подготовки 10-13-летних пловчих с использованием аэроионизации и пролонгации выдоха: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Набережные Челны, 2009. – 22 с.
5. Милодан, В.А. Влияние регламентированных режимов дыхания на увеличение работоспособности в беге: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – СПб, 2008. – 24 с.
6. Вишнякова, С.В. Методика использования дыхательных упражнений на начальном этапе подготовки в художественной гимнастике : дисс. ... канд. пед. наук. – Волгоград, 1999. – 142 с.
7. Солопов И.Н. Физиологические эффекты методов направленного воздействия на дыхательную функцию человека. – Волгоград : ВГАФК, 2004. – 220 с.
8. Базарова, Н.П., Мей В.П. Азбука классического танца : первые три года обучения. – СПб: Планета музыки, 2020. – 272 с.
9. Блазис, К. Искусство танца: извлечение из книги «Manuel complete de la danse». Перевод с французского О.Н.Брошниковой // Классики хореографии. Л. – М.: Искусство, 1937. – С. 57- 92

10. Ваганова, А.Я. Основы классического танца : учебник для высших и средних учебных заведений искусства и культуры. – Изд. 9-е, стер. – СПб : Лань : Планета музыки, 2007. – 191 с.
11. Валукин, М.Е. Эволюция движений в мужском классическом танце: уч. пособие. – М. : ГИТИС, 2007. – 248с.
12. Тарасов, Н.И. Классический танец: школа мужского исполнительства. – 4-е изд. – СПб : Лань, 2005. – 496 с.
13. Костровицкая, В.С., Писарев А.А. Школа классического танца. – Л. : Искусство, 1976. – 272 с.
14. Лях, В.И. Координационные способности и способы их развития. – М. : ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.
15. Оленева А.В. Степаник И.А. Приемы координации дыхательного и двигательного акта на начальном этапе в системе профессионального обучения классическому танцу // Ученые записки университета имени П.Ф.Лесгафта. – 2020. – № 5(183). – С. 325-332.
16. Бадаева И.И., Степаник И.А. Исследование координационных способностей учащихся Академии Русского балета имени А. Я. Вагановой на раннем этапе профессиональной хореографической подготовки // Вестник Академии Русского балета имени А. Я. Вагановой. – 2018. – № 2 (55). – С. 74-94.

Спортивный отбор в волейболе на примере полиморфных систем генов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785)

Парфентьева О.И.¹, *parfenteva.olga@gmail.com*

Бондарева Э.А.¹, канд. биол. наук, *bondareva.e@gmail.com*

Диринг А.А.², генеральный директор ГАУ МО «ЦСП№6», *info@vsto.ru*

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, Москва, Россия

² ГАУ МО «Центр спортивной подготовки по игровым видам спорта №6»

Аннотация. Целью исследования являлось определение направлений отбора по полиморфным системам генов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) среди спортсменов, занимающихся волейболом. В исследовании приняли участие 178 волейболистов и 45 добровольцев, не занимающихся спортом. Определялись геномные состояния по полиморфным системам генов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785). В группе спортсменов волейболистов наблюдается увеличение частоты встречаемости минорного А аллеля *FTO* (rs9939609) и А аллеля *EPAS1* (rs1867785) по сравнению с группой контроля. В то же время значимых различий по частотам встречаемости аллелей исследуемых генов между группами спортсменов (кандидаты в сборную Москвы, члены сборной Москвы, игроки высшей лиги, суперлиги и члены сборной Российской Федерации) обнаружено не было.

Ключевые слова: волейбол, *FTO*, *EPAS1*, спортсмены

Введение

Соревновательная успешность в таких видах спорта, как волейбол, определяется внешними (средовыми) и генетическими факторами. Считается, что наследуемость таких признаков, как сила, гибкость, скорость и выносливость, а также некоторых морфологических показателей, которые в волейболе позволяют производить эффективные атакующие удары, может варьировать от 30 до 80% [1].

Современные методы молекулярной и популяционной генетики позволили выявить более 100 генетических вариантов, ассоциированных с данными показателями [2]. Так, один из однонуклеотидных полиморфизмов в гене *FTO* (rs9939609) ассоциирован с процентным соотношением мышечных волокон [3]. У носителей А/А генотипа *FTO* (rs9939609) снижается количество медленных мышечных волокон [3]. Более того, этот вариант ассоциирован с такими антропометрическими показателями, как индекс массы тела, доля жировой и безжировой массы тела [4, 5, 6]. Предполагается, что в группе спортсменов, где важны показатели безжировой массы тела, скорости и силы, будет возрастать частота встречаемости А аллеля *FTO* (rs9939609) [4]. Еще одним хорошо изученным генетическим маркером спортивной успешности является А/Г полиморфизм в гене *EPAS1* (rs1867785) [7, 8, 9, 10]. Так, были выявлены значимые ассоциации этого генетического варианта с уровнем потребления кислорода и концентрацией гемоглобина [10, 11]. Однако, исследования направления отбора А/Г полиморфизм *EPAS1* в группе спортсменов показывают противоречивые результаты [7, 8]. В группе австралийских спортсменов-стайеров наблюдается увеличение частоты встречаемости G аллеля *EPAS1* (rs1867785) [7]. В то же время, в группе русских спортсменок-стайеров и в скоростно-силовых видах спорта снижается частота встречаемости А аллеля *EPAS1* (rs1867785) [8]. В группе-самбистов мужчин наблюдается увеличение частоты встречаемости А аллеля *EPAS1* (rs1867785) [9]. Таким образом, остается открытым вопрос о направлениях отбора по полиморфной системе *EPAS1* (rs1867785) в видах спорта, где важны показатели силы, скорости и выносливости.

Несмотря на то, что влияние полиморфных систем генов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) на спортивные достижения были неоднократно изучены в различных группах

спортсменов, исследования в игровых видах спорта, а именно в волейболе, крайне малочисленны. В связи с этим, целью данного исследования являлось определение направлений отбора по полиморфным системам генов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) среди спортсменов, занимающихся волейболом. Предполагается, что в группе волейболистов, где важны такие показатели, как скорость, сила, выносливость и размеры тела, будет наблюдаться увеличение частоты встречаемости А аллеля *FTO* (rs9939609) и А аллеля *EPAS1* (rs1867785).

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 223 добровольца, проживающих в Москве и Московской области. Из них 178 обследованных являлись волейболистами разного уровня подготовки, а 45 человек – контрольная группа неспортсменов. В группу волейболистов были включены спортсмены кандидаты в сборную Москвы (N=48), члены сборной Москвы (N=63), игроки высшей лиги (N=28), игроки суперлиги (N=9) и члены сборной Российской Федерации (N=30). В исследование были включены только испытуемые, оба родителя которых были русскими. Этническая принадлежность, вид спорта и спортивный разряд испытуемых определялся в ходе анкетирования.

Забор биологического материала (буккального эпителия) производился при помощи стерильных урогенитальных зондов. Процедуры выделения, амплификации, очистки и минисеквенирования проводились на базе НПФ «Литех» (Москва, Россия). Выделение ДНК проводилось с помощью наборов COrDIS Sprint kit (COrDIS, Россия). Процедуры амплификации и очистки полученного образца проводились согласно протоколу, разработанному в коммерческой лаборатории НПФ «Литех». Геномные состояния локусов rs9939609 и rs1867785 определялись с помощью процедуры минисеквенирования с детекцией результатов в режиме MALDI-TOF согласно протоколу, представленному в работе Pusch и коллег [12]. Было получено положительное заключение Комиссии по биоэтике Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (№ 91-о от 24.05.2018 г.). Сбор биологического материала осуществлялся с письменного информированного согласия обследуемого. Все добровольцы, участвовавшие в обследовании, были осведомлены о целях и методах обследования. Все данные анализировались в обезличенном виде.

Статистический анализ был выполнен в компьютерной среде R, версия 3.5.1 [13]. По каждому маркеру была проведена проверка согласия с равновесием Харди-Вайнберга с помощью теста Хи-квадрат. Дополнительно были рассчитаны значения байесовского фактора (BF). Сравнительный анализ частот встречаемости генотипов между группой контроля и группой спортсменов-волейболистов проводился с помощью теста Хи-квадрат. Также сравнительный анализ был проведен в 5 группах спортсменов (кандидаты в сборную Москвы, члены сборной Москвы, игроки высшей лиги, игроки суперлиги и члены сборной Российской Федерации). Рассчитывался размер эффекта на основе статистики Хи-квадрат – коэффициент сопряженности Пирсона. Дополнительно был использован байесовский подход, где рассчитывался байесовский фактор с помощью пакета *BayesFactor* [14]. Отношения шансов рассчитывалось с помощью логистической регрессии. Для расчета были использованы доминантная и рецессивная модели. Для каждого параметра рассчитывались верхние и нижние границы 95% доверительного интервала (95% ДИ). В качестве поправки на множественное тестирование была выбрана поправка по Бенджамини-Хохбергу (P_{BH}).

Результаты

Численное распределение частот встречаемости генотипов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) представлено в таблице 1. В таблице 1 представлены точные и интервальные оценки. Распределение частот встречаемости генотипов исследуемых генов не отклонялось от равновесия Харди-Вайнберга (Таблица 1).

Таблица 1. Численное распределение генотипов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) в контрольной группе и в группе волейболистов

Локус	Группа	<i>A/a</i>	<i>A/A</i>		<i>A/a</i>		<i>a/a</i>		PXB	
			n	Частота (95%ДИ)	n	Частота (95%ДИ)	n	Частота (95%ДИ)	P _(obs)	BF
rs9939609	Контроль	T/A	12	0,140,270,40	20	0,300,440,59	13	0,160,290,42	0,55	0,49
	Волейбол		18	0,060,10,14	94	0,450,540,60	66	0,290,360,42	0,08	0,89
	Разность		-	-0,02-0,17-0,30	-	0,030,100,13	-	0,080,070,23	-	-
rs1867785	Контроль	G/A	26	0,430,570,72	17	0,240,370,52	2	0,020,040,1	1,00	0,26
	Волейбол		22	0,190,300,40	30	0,290,400,52	22	0,190,300,40	0,10	1,00
	Разность		-	-0,28-0,27-0,10	-	0,020,030,20	-	0,250,260,37	-	-

Примечание. Слева и справа от оценок параметров указаны нижние и верхние границы доверительных интервалов (95%ДИ); гомозиготные генотипы *a/a* по минорному аллелю (AA rs9939609 и AA rs1867785); гетерозиготные генотипы *A/a* (AT rs9939609 и GA rs1867785); гомозиготные генотипы *A/A* по исходному аллелю (TT rs9939609 и GG rs1867785)

Обследованная группа волейболистов значительно отличается по частотам встречаемости генотипов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) от контрольной группы (Таблица 2). В группе спортсменов волейболистов наблюдается увеличение частоты встречаемости минорного А аллеля *FTO* (rs9939609) и А аллеля *EPAS1* (rs1867785) по сравнению с группой контроля (Таблица 1). Так, в группе спортсменов-волейболистов частота встречаемости AA генотипов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) составила 36% и 30%, соответственно, в то время как в группе контроля была значимо ниже ($p_{obs}=0,02$, FDR=0,02, и $p_{obs}=0,001$, FDR=0,002, Таблица 2). При этом границы доверительных интервалов для разности долей гомозиготных AA генотипов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) не покрывает безразличное нулевое значение (Таблица 2). Отношение шансов для доминантной модели *FTO* (rs9939609, AT+AA против TT) и *EPAS1* (rs1867785, AA+AG против GG) составило 3,2 (95% ДИ: 1,4 и 7,3, $p=0,005$) и 3,2 (95% ДИ: 1,5 и 7,1, $p=0,002$), что также свидетельствует о преимуществе спортсменов-носителей А аллелей *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785). Коэффициент сопряженности Пирсона, который обозначает меру связанности двух переменных, говорит о средней силе связи (Таблица 2). Аналогичные выводы были получены с помощью байесовского подхода (Таблица 2). Рассчитанный байесовский фактор (BF) говорит в пользу альтернативной гипотезы о статистически значимом различии сравниваемых распределений генотипов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785). Нулевая гипотеза отвергалась при байесовском факторе больше 1 [15].

Таблица 2. Статистический анализ распределений генотипов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) в группах волейболистов и контроля

Локус	Группа	Проверка однородности распределений			
		P _(obs)	P (вн)	BF	Коэффициент сопряженности Пирсона
rs9939609	Контроль	0,02	0,02	2,20	0,20
	Волейбол				
rs1867785	Контроль	0,001	0,002	16,1	0,25
	Волейбол				

В связи с тем, что в экспериментальную группу спортсменов вошли волейболисты с разным уровнем квалификации, было решено провести сравнительный анализ распределений генотипов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) между 5 группами волейболистов (кандидаты в сборную Москвы, члены сборной Москвы, игроки высшей лиги, суперлиги и члены сборной Российской Федерации). Однако статистический анализ распределений генотипов *FTO* (rs9939609) и *EPAS1* (rs1867785) не выявил значимые различия между 5 группами волейболистов ($p_{obs}=0,13$ и $p_{obs}=0,31$, соответственно).

Обсуждение результатов

В данном исследовании было показано, что в обследованной группе волейболистов возрастает частота встречаемости А аллеля гена *FTO* (rs9939609) и А аллеля гена *EPAS1* (rs1867785) по сравнению с группой контроля. В то же время, значимых различий по частотам встречаемости аллелей исследуемых генов между группами спортсменов (кандидаты в сборную Москвы, члены сборной Москвы, игроки высшей лиги, суперлиги и члены сборной Российской Федерации) обнаружено не было.

Предполагается, что в группе спортсменов, А аллель *FTO* (rs9939609) может стать преимуществом для его носителей в видах спорта, где важны показатели размеров тела, а также скорости и силы [4, 5]. Так, Guilherme и коллеги выявили увеличение частоты встречаемости А аллеля в группе спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта [5]. К аналогичным выводам пришли Heffernan и коллеги, которые показали, что в группе регбистов у форвардов возростала частота встречаемости А аллеля по сравнению с остальными игроками и контролем [4]. Ранее для генетического варианта rs9939609 в гене *FTO* были показаны значимые ассоциации с массой тела и жировой массы тела [3]. Носители А аллеля *FTO* (rs9939609) обладают более высокими значениями индекса массы тела по сравнению с носителями исходного Т аллеля [3]. Полиморфизм гена *FTO* (rs9939609) ассоциирован не только с жировой массой тела, как предполагалось ранее, но и с безжировой массой [4, 5]. Поиск ассоциаций в группе спортсменов показал, что носители Т аллеля *FTO* (rs9939609) обладают более высокими значениями тощей массы тела [4]. Аналогичные результаты были получены при проведении полногеномного поиска ассоциаций на большей выборке [5]. Более того, для исследуемого однонуклеотидного полиморфизма rs9939609 были обнаружены значимые ассоциации с процентным соотношением мышечных волокон [3]. У носителей А/А генотипа *FTO* (rs9939609) снижается количество медленных мышечных волокон [3]. Считается, что люди, у которых преобладают быстрые мышечные волокна, предрасположены к видам спорта, где важны скорость и сила. Исследование мышечной композиции спортсменов-волейболистов выявило значимое преобладание быстрых мышечных волокон по сравнению с контрольной группой [16, 17].

В обследованной выборке спортсменов-волейболистов также возрастает частота А аллеля *EPAS1* (rs1867785). Аналогичные данные были получены Бондаревой и коллегами [9].

Исследователи показали увеличение частоты встречаемости А аллеля *EPAS1* (rs1867785) в группе самбистов [9]. *EPAS1* является геном-кандидатом выносливости спортсменов [7, 8, 10]. Ген-кандидатные исследования выявили значимые ассоциации этого генетического варианта с уровнем потребления кислорода [10]. Продукт *EPAS1* является транскрипционным фактором, который задействован в регуляции генной экспрессии в ответ на гипоксию. Однако, в связи с тем, что исследуемая замена в гене *EPAS1* (rs1867785) находится в интронной области, неизвестно ее влияние на молекулярный механизм адаптации к гипоксии. Предполагается, что носители А аллеля лучше адаптируются к гипоксическим условиям, что дает им преимущество перед носителями исходного аллеля [9].

Полученные данные свидетельствуют о преимуществе спортсменов-волейболистов носителей минорного А аллеля *FTO* (rs9939609) и А аллеля *EPAS1* (rs1867785) перед носителями исходных аллелей.

Выводы

В данном исследовании показано, что в обследованной группе волейболистов наблюдается увеличение частоты встречаемости А аллеля *FTO* (rs9939609) и А аллеля *EPAS1* (rs1867785). В то же время, значимых различий по частотам встречаемости аллелей исследуемых генов между группами спортсменов (кандидаты в сборную Москвы, члены сборной Москвы, игроки высшей лиги, суперлиги и члены сборной Российской Федерации) обнаружено не было.

Благодарности

Исследование проведено при финансовой поддержке Федеральной (инновационной) экспериментальной площадки ГАУ МО «ЦСП №6»

Список литературы

1. Guth L. M., Roth S. M. Genetic influence on athletic performance //Current opinion in pediatrics. – 2013. – Т. 25. – №. 6. – С. 653.
2. Bray M. S. et al. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update //Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2009. – Т. 41. – №. 1. – С. 34-72.
3. Guilherme J. P. L. F. et al. The A-allele of the *FTO* gene rs9939609 polymorphism is associated with decreased proportion of slow oxidative muscle fibers and over-represented in heavier athletes //The Journal of Strength & Conditioning Research. – 2019. – Т. 33. – №. 6. – С. 691-700.
4. Hoffmann S. et al. Fat mass and obesity associated (*FTO*) gene influences skeletal muscle phenotypes in non-resistance trained males and elite rugby playing position //BMC genetics. – 2017. – Т. 18. – №. 1. – С. 4.
5. Ran S. et al. Replication of *fto* Gene associated with lean mass in a Meta-Analysis of Genome-Wide Association Studies //Scientific Reports. – 2020. – Т. 10. – №. 1. – С. 1-96.
6. Frayling T. M. et al. A common variant in the *FTO* gene is associated with body mass index and predisposes to childhood and adult obesity //Science. – 2007. – Т. 316. – №. 5826. – С. 889-894.
7. Henderson J. et al. The *EPAS1* gene influences the aerobic–anaerobic contribution in elite endurance athletes //Human genetics. – 2005. – Т. 118. – №. 3-4. – С. 416.
8. Voisin S. et al. *EPAS1* gene variants are associated with sprint/power athletic performance in two cohorts of European athletes //BMC genomics. – 2014. – Т. 15. – №. 1. – С. 382.
9. Бондарева Э. А., Година Е. З. Ассоциация полиморфизма G/A гена *EPAS1* со спортивной и соревновательной успешностью в группе российских борцов //Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20. – №. 1. – С. 23-27.
10. Bouchard C. et al. Genomic scan for maximal oxygen uptake and its response to training in the HERITAGE Family Study //Journal of Applied Physiology. – 2000. – Т. 88. – №. 2. – С. 551-559

11. Beall C. M. et al. Natural selection on EPAS1 (HIF2 α) associated with low hemoglobin concentration in Tibetan highlanders //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2010. – T. 107. – №. 25. – C. 11459-11464.
12. Pusch W. et al. MALDI-TOF mass spectrometry-based SNP genotyping //Pharmacogenomics. – 2002. – T. 3. – №. 4. – C. 537-548.
13. Allaire J. RStudio: integrated development environment for R //Boston, MA. – 2012. – T. 770. – C. 394.
14. Morey R. D. et al. Package ‘bayesfactor’ //URLh <http://cran.r-project.org/web/packages/BayesFactor/BayesFactor.pdf> i (accessed 1006 15). – 2015.
15. Biel A. L., Friedrich E. V. C. Why you should report bayes factors in your transcranial brain stimulation studies //Frontiers in psychology. – 2018. – T. 9. – C. 1125.
16. Conlee R. K. et al. Physiological effects of power volleyball //The Physician and Sportsmedicine. – 1982. – T. 10. – №. 2. – C. 93-97.
17. Sleivert G. G., Backus R. D., Wenger H. A. Neuromuscular differences between volleyball players, middle distance runners and untrained controls //International journal of sports medicine. – 1995. – T. 16. – №. 06. – C. 390-398.

Вариации развития двигательных возможностей 7-летних мальчиков

Пискова Д.М., канд.пед.наук, *pidimi@yandex.ru*

Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия

Аннотация. В статье приводятся данные многомерного анализа, в результате которого выделены 4 варианта развития двигательных возможностей 7-летних мальчиков, различия между которыми обусловлены пятью эндогенными факторами развития двигательной сферы, морфофункциональными особенностями и выражены в сильных и слабых сторонах моторики, мышечной биоэнергетики и различных адаптационных возможностях кардио-респираторной системы. Показано, что усиление и ослабление факторов развития двигательных возможностей связано с морфологическими признаками, действующими внутри кластерных групп.

Ключевые слова: двигательные возможности, двигательная подготовленность, мышечная биоэнергетика, вариации, факторы и закономерности развития, морфологические свойства, адаптационные возможности.

Введение

Двигательные возможности рассматриваются как интегральное проявление физических (двигательных, психомоторных) качеств, обусловленных анатомо-морфологическими, физиологическими и психологическими особенностями человека [1]. Кряжев В.Д. [8] определяет двигательные возможности как комплекс интегральных величин - морфофункциональных, масс-инерционных характеристик, физических качеств, двигательных навыков и умений, состояния здоровья и особенностей состояния организма, позволяющих производить целенаправленные двигательные действия с заданными количественными и качественными характеристиками. Результирующими критериями выступают двигательные навыки, умения и состояние здоровья. Существует проблема использования двигательных возможностей при осуществлении реальных двигательных действий [9]. Двигательные возможности изменяются под влиянием возрастных преобразований, а также двигательной активности, социальной и природно-климатической среды [8].

Доказано [4,5,7], что морфофункциональные особенности накладывают специфический отпечаток на проявления моторики, мышечной энергетики и адаптацию к физической нагрузке, т.е. на двигательные возможности. Р.В.Тамбовцевой [5] показано, что от 20% до 60% детей (в зависимости от соматотипа и возрастного периода) в ходе восходящего онтогенеза могут «мигрировать» в соседние типы. Поэтому естественное развитие двигательных возможностей может осуществляться по разным траекториям в зависимости от внутренних и внешних факторов.

Между тем, одной из целей профессиональной деятельности тренеров по спорту и учителей физической культуры является двигательная подготовленность детей, которую диагностировать проще, чем морфологическую конституцию. Для определения последней необходимо иметь инструментарий, навыки и информационную поддержку. В связи с этим актуальным представляется исследование вариаций развития двигательных возможностей детей в различных возрастах.

Попытки классификации физического состояния младших школьников на основе 73 параметров показали, что двигательная подготовленность лишь эпизодически попадает в число главных эндогенных факторов [2]. Поэтому в данном исследовании была предпринята попытка классификации на основе наиболее доступных для педагога результатов

двигательных тестов и эргометрических характеристик, рассчитанных на основе тех же беговых тестов. Полученные данные сопоставлялись с морфологическими и вегетативными показателями. **Задачи исследования:** выявить вариации развития двигательных возможностей, их сильные и слабые стороны, исследовать факторы и закономерности развития.

Методы

В исследовании принимали участие 132 мальчика 6,5-7,5 лет с I группой здоровья. Методы исследования: тестирование двигательной подготовленности, антропометрия, физиометрия, эргометрия, экспериментальный анализ данных.

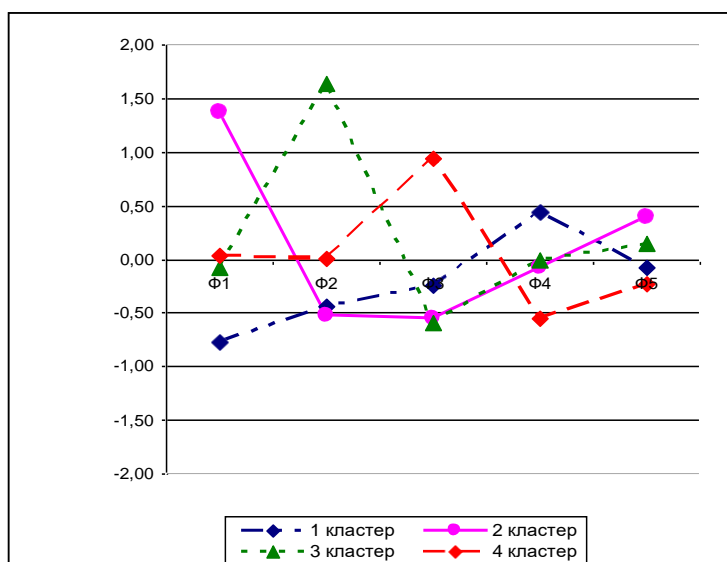
В ходе ежегодного контрольного физиолого-педагогического тестирования измерялись 22 показателя, затем рассчитывались производные показатели - 19 антропометрических индексов; 7 индексов, характеризующих кардио-респираторную систему; 12 индексов, характеризующих двигательную сферу, в том числе 11, характеризующих мышечную биоэнергетику (эргометрия с применением уравнения Мюллера ($t_{\text{предельное}} = e^b / V^a$) в модификации И.А. Корниенко, В.Д. Сонькина [6,10]).

Эргометрия. В основу расчетов были положены результаты бега на короткую (30м) и длинную (6-мин.бег) дистанции и уравнение Мюллера: $t = e^b / V^a$, где $a = (\ln t_2 - \ln t_1) / (\ln V_1 - \ln V_2)$; $b = \ln t_1 + a \ln V_1$, где e – основание натурального логарифма; V_1, V_2 – скорость бега 30м и 6-мин.бега; t_1, t_2 - время бега на те же дистанции. В итоге получили расчетные показатели: соотношения аэробного и анаэробного источников биоэнергетики - коэффициент «а»; аэробную емкость - коэффициент «b»; мощность фосфагенного источника – V_{max} (м/с); мощность анаэробного гликолиза - V_{40} (м/с); мощность аэробного гликолиза - V_{240} (м/с); мощность аэробного источника - V_{900} (м/с); общая мышечная работоспособность - LnS ; коэффициенты F, G, A - соотношение мощностей смежных источников энергообеспечения ($F=V_{40}/V_{\text{max}}, G=V_{240}/V_{40}, A=V_{900}/V_{240}$) и другие [6,10].

Методы математико-статистического анализа. Применялись средства многомерного анализа данных (факторный анализ по методу главных компонент; кластерный анализ – древовидная кластеризация и метод К-средних, объединение объектов в кластеры происходило методом полной связи), регрессионный анализ (множественная регрессия), описательная статистика (t-критерий Стьюдента). Вычисления проводились на основе пакета Statistika.

Результаты

Классификация показателей двигательных возможностей проводилась средствами многомерного анализа. Анализ вариантов классификации показал оптимальность разделения на 4 кластера, различающихся по параметрам мышечной биоэнергетики, двигательному профилю, морфофункциональным характеристикам и скрытым тенденциям развития двигательных возможностей (рисунок 1).



Факторы:

Ф1 - «Перестройка структуры энергообеспечения вследствие ослабления генетической детерминации фосфагенного источника»;

Ф2 - «Увеличение основных мощностных характеристик мышечной биоэнергетики и аэробной выносливости»;

Ф3 - «Силовые возможности и гибкость»;

Ф4 - «Скоростно-силовые возможности и ловкость»;

Ф5 - «Расширение общей мышечной работоспособности за счет повышения

Рисунок 1 - Результаты классификации вариаций развития двигательных возможностей 7-летних мальчиков (n=132)

В ходе факторного анализа показателей двигательной подготовленности и энергетических характеристик мышечной деятельности выявили 5 главных факторов, характеризующих 86,8% общей дисперсии. Факторные признаки и их интерпретация приведены в таблице 1.

Таблица 1. Главные факторы развития двигательных возможностей мальчиков 7 лет

Факторы	Факторные признаки	Интерпретация
1-й фактор 36,6%	Vmax (-0,92); F (0,85); G (0,85); A (0,85); скорость бега на 30м (-0,71)	«Перестройка структуры энергообеспечения вследствие ослабления генетической детерминации фосфагенного источника»
2-ой фактор 23,4%	V240 (0,97); скорость 6-ти минутного бега (0,96); V40 (0,94); V900 (0,91)	«Увеличение мощностных характеристик всех трех источников мышечной биоэнергетики и общей выносливости»
3-ий фактор 11,1%	отжимания (-0,91); отжимания\масса тела (-0,88), гибкость позвоночного столба (-0,66).	«Силовые способности и гибкость»
4-ый фактор 9%	прыжок в длину с места (0,75); прыжок в длину с места/длина ног (0,74); челночный бег (0,64)	«Скоростно-силовые способности и ловкость»
5-ый фактор 6,6%	a (0,84); K (0,83); b (0,83); LnS (0,79).	«Расширение общей мышечной работоспособности за счет повышения емкости аэробного энергоисточника и перестройки структуры энергообеспечения»

Обсуждение результатов

Характеристика двигательных возможностей мальчиков в кластерах. При обсуждении описательной статистики в кластерах степень развития признаков сравнивали на основании t-критерия Стьюдента. Высоким считали достоверно максимальное среднекластерное развитие признака ($p \leq 0,05$); выше среднего, если значение достоверно уступало одному кластеру с максимальным значением ($p \leq 0,05$); средним (умеренным развитием) – если среднекластерные признаки не имели достоверных различий; ниже среднего – если среднекластерный признак достоверно ($p \leq 0,05$) превосходил только минимальное значение; низким – среднекластерное достоверно ($p \leq 0,05$) минимальное значение.

В первом кластере (46 человек, 34,8%) выявлен средний уровень двигательной подготовленности, в двигательной сфере доминирует общая выносливость (6-мин.бег) и быстрота реакции (падающая линейка), в энергетике - показатели общей мышечной работоспособности (LnS), мощности и емкости всех трех энергоисточников (b, V40, V240, V900); отстают - сила крупных мышечных групп (подъем в сед 30 с), в мышечной энергетике отстающих параметров не выявлено.

Во втором кластере (26 человек, 19,7%) уровень двигательной подготовленности выше среднего, ведущими двигательными качествами являются общая выносливость (6-мин.бег), скоростные качества (бег 30м) и ловкость (ч/б 3x10м), в мышечной биоэнергетике - высокие показатели общей мышечной работоспособности (LnS), емкость аэробного источника (b) и мощность гликолитического (V40, V240) и аэробного (V900) источников; отстающие физические качества - силовая выносливость крупных мышечных групп (брюшной пресс) и быстрота реакции; в мышечной биоэнергетике отстающих показателей нет.

В третьем кластере (20 человек; 15,2%) высокий уровень двигательной подготовленности, ведущими являются скоростные способности (бег 30м) и силовая выносливость крупных мышечных групп (пресс 30с), а также мощность гликолитического (V40, V240) источника; отстающими являются быстрота реакции, емкость аэробного источника (b) и общая мышечная работоспособность (LnS).

В четвертом кластере (40 человек, 30,3%) выявлен ниже среднего уровень двигательной подготовленности, ведущее качество – сила крупных мышц и быстрота реакции, в мышечной энергетике ведущих характеристик не выявлено; отстающие – общая выносливость и скорость, общая мышечная работоспособность (LnS), аэробная емкость (b) и мощность (V900), низкая мощность гликолитического источника (V40, V240).

Таким образом, в развитии двигательной сферы можно выделить два направления:

1) интенсивное (высокое) развитие мышечной энергетике при средних и выше среднего показателях двигательной подготовленности. Общими чертами являются высокие показатели общей мышечной работоспособности, аэробная емкость и мощность, в моторике - высокая общая выносливость, наряду с каким-либо еще двигательным качеством; общей характеристикой отстающей стороны моторики является низкая силовая выносливость крупных мышечных групп (1 и 2 кластеры).

2) замедленное (низкое) развитие мышечной энергетике на фоне крайних вариантов двигательной подготовленности (в нашем случае - высокого и ниже среднего уровня). Общими чертами для них являются низкие показатели общей мышечной работоспособности, емкости и мощности аэробного источника; доминирующей может быть мощность гликолитического источника (V40, V240), либо таких показателей нет. В двигательной сфере альтернативная первому направлению картина – высокие показатели силы крупных мышечных групп и какая-либо «спринтерская» характеристика - скорость бега на короткую дистанцию либо быстрота реакции (3 и 4 кластеры).

Морфофункциональная характеристика мальчиков в кластерах. Мальчики 1-го кластера, относящиеся к первому направлению развития двигательных возможностей (интенсивное развитие мышечной энергетике) характеризуются широкосложенностью (в.ср. ОГКпок, ОБ, ОТалии, ОТаза, ОЗап., ОТаза/ДТ) атлетичностью (в.ср. ОГК/ОТаза;

ОТалии/ОТаза), формой корпуса «перевернутый треугольник». При этом адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы (ССС) на первый взгляд высокие (САД-ДАД/10*ЧСС), но могут выстраиваться с напряжением из-за высокой ЧСС и показателя «двойного произведения» (САД*ЧСС/100), устойчивость к гипоксии (проба Штанге) и относительная сила мелких мышечных групп (ДМп+ДМл)/МТ) – низкие. В целом функциональные возможности ССС и дыхательной систем (ДС) дисгармоничные.

У мальчиков второго кластера, также относящихся к первому направлению развития двигательных возможностей (интенсивное развитие мышечной энергетике), в двигательной сфере преобладают более широкие способности - общая выносливость, ловкость, скоростные качества. Они характеризуются умеренной узкосложностью (низк. и н.ср. ОБедр, ОТалии, ОЗапястья) и формой корпуса - «перевернутая пирамида» (низк. и н.ср. ОГК/ОТаза, ОТал/ОТаза). Кардио-респираторная система дисгармонична - при высоких адаптационных возможностях ССС (высокие (САД-ДАД)/10*ЧСС; низк. ЧСС и САД*ЧСС/100), низкая устойчивость к гипоксии (Штанге) и абсолютная и относительная сила мелких мышц (ДМп, (ДМп+ДМл)/МТ).

Мальчики третьего кластера, относящиеся ко второму направлению развития двигательных возможностей (замедленное развитие мышечной энергетике) с преобладанием мощности гликолитического источника и двигательными способностями «спринтера», характеризуются максимально выраженной узкосложностью за счет меньших объемов грудной клетки (низкие ОГКпок, ОЗап.), форма корпуса - «прямоугольник» (низкие ОГК/ОТаза, ОТалии/ОТаза). При этом обладают средними и гармоничными, в сравнении всеми другими группами ровесников адаптационными возможностями ССС (ср. САД-ДАД / 10*ЧСС, низкие ЧСС, САД*ЧСС/100), средней устойчивостью к гипоксии и абсолютной силой мелкой моторики ((ДМп+ДМл)/МТ).

Мальчики четвертого кластера, относящиеся ко второму направлению развития двигательных возможностей, характеризуются такими же морфологическими признаками, как и 1 кластер – широкосложностью (выс.и в.ср. ОГКпок, ОЗап.) и атлетичностью (выс.и в.ср. ОГК/ОТаза, ОТал/ОТаза; низ.и ниже ср. ОТаза, ОТаза/ДТ), формой корпуса «перевернутый треугольник». Функциональные возможности кардио-респираторной системы дисгармоничные - низкий коэффициент выносливости ССС, высокая ЧСС покоя, низкое или ниже среднего пульсовое давление, но высокие показатели устойчивости к гипоксии, а также высокая абсолютная и относительная сила мелких мышечных групп (кисть).

Таким образом, развитие двигательных возможностей обусловлено как собственными внутренними драйверами, так и морфофункциональными свойствами. При этом высокие показатели развития двигательных возможностей (мышечной энергетике или двигательной подготовленности) далеко не всегда предполагают эффективные адаптивные реакции со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Наиболее гармонично сформированные, на среднем уровне, вегетативные показатели сердечно-сосудистой и дыхательной систем у узкосложных мальчиков 3 кластера. Мальчики как с высокими двигательными возможностями (1 и 2 кластеры) так и с низкими (4 кластер), обладают дисгармоничными показателями кардио-респираторной системы. Схожие закономерности были получены Р.В.Тамбовцевой и Т.Панасюк [5] в экспериментах с функциональными пробами и расчетах индекса накопления пульсового долга после нагрузок разной мощности. В нашем исследовании использовались элементарные показатели, которые измерялись в покое и могут быть получены при обычной диспансеризации детей - ЧСС, САД и ДАД, проба Штанге.

Анализ эндогенных факторов развития двигательных возможностей. Следует иметь в виду, что главные факторы являются отражением латентного развития двигательных возможностей, а количественные значения отдельных факторных признаков могут быть как высокими, так и низкими. Каждой выявленной кластерной группировке присуще максимальное и минимальное проявление каких-либо из этих пяти факторов. Три главных фактора (первый, второй и пятый) отражают изменения энергетической функции мышечной деятельности, а два (третий и четвертый) – результат самой двигательной деятельности.

Анализ биоэнергетических факторов развития двигательных возможностей. Особенностью первого главного фактора (36,6% выборки) «перестройка структуры энергообеспечения вследствие ослабления генетической детерминации фосфагенного источника» является его реципрокное и, по всей видимости, опережающее действие по отношению к другому, пятому фактору мышечной энергетики (6,6%) – «расширение общей мышечной работоспособности за счет повышения емкости аэробного энергоисточника и перестройка структуры энергообеспечения». Оба эти фактора характерны преимущественно для мальчиков с умеренной узкосложенностью (2 кластер). Изменения емкости и мощности аэробного источника в группах детей торакального и торакально-мышечного телосложения, но чуть позднее – в возрасте 8-9 лет, обнаружены в лонгитюдных исследованиях Тамбовцевой Р.В., Панасюк Т.В, Сонькина В.Д. с использованием тех же эргометрических методов исследования, но специально организованных в виде нагрузочных тестов [7]. Возможно, факторный анализ фиксирует начало изменений чуть раньше, как тесную взаимосвязь нескольких начавших изменяться признаков. Эти изменения в 7-летнем возрасте проявляются еще очень слабо и у небольшого числа детей «средней» конституции с интенсивным развитием мышечной энергетики и двигательной подготовленностью выше среднего.

Второй фактор (23,4%) «увеличение мощности всех трех основных источников мышечной биоэнергетики и общей выносливости» проявляется у детей 3 кластера с высокой узкосложенностью, средним типом развития мышечной энергетики и высокой двигательной подготовленностью. Этот фактор отражает общевозрастную закономерность развития мышечной энергетики детей 7-9 лет как период поступательного развития всех механизмов энергетического обеспечения с преимуществом аэробных систем [3].

Таким образом, факторы мышечной энергетики максимально проявляются в кластерах либо как тенденция опережающего развития (5 фактор), свойственная последующим возрастам (8-9 лет), что согласуется с выводом о существовании интенсивных (ускоренных) типов развития двигательных возможностей. Либо как тенденция «увеличения мощности всех трех энергоисточников и общей выносливости», свидетельствующая о зарождающихся изменениях биоэнергетики мышц в соответствии с возрастным развитием 7-летних детей. Поэтому представителей 3 кластера, ранее отнесенных нами к замедленному типу развития двигательных возможностей, нужно отнести к среднему (нормальному) типу моторного развития (таблица 3).

Анализ моторных факторов развития двигательных возможностей.

Выявленные факторы двигательной подготовленности (моторные факторы) соответствуют давно уже известным в спортивной педагогике и возрастной физиологии закономерностям развития двигательных возможностей детей младшего школьного возраста – рост силы крупных мышечных групп, максимум которого приходится на 9-11-летний возраст и развитие скоростно-силовых способностей как вида силовых качеств [3,11]. Обе эти тенденции только начинают проявляться у 7-летних детей – в первом случае у 11,1%, во втором у 9% мальчиков.

Факторы развития моторики можно отнести к разновидностям силовых возможностей. Оба фактора наиболее отчетливо проявляются у широкосложенных и атлетичных детей. Причем развитие силовых способностей у них идет дихотомично. У детей с низким и замедленным развитием мышечной энергетики (4 кластер) отмечается тенденция к развитию «силы крупных мышечных групп и гибкости». По всей видимости, источники энергообеспечения в развитии силы в этом возрасте играют не самую главную роль, т.к. другими факторами развития силы могут быть межмышечная координация, частота эффекторных импульсов мотонейронов, степень возрастной зрелости центральной регуляции мышц (мелких или крупных), биомеханические факторы и др. [11].

В альтернативной группе широкосложенных и атлетичных, с интенсивным развитием мышечной энергетики, развитие силовых качеств идет по другому сценарию – главной тенденцией является «развитие скоростно-силовых возможностей и ловкости», что может

быть связано с их нейро-мышечной организацией, т.к. показатель быстроты реакции выше среднего уровня.

Таким образом, выявленные вариации развития двигательных возможностей можно выстроить в схему:

- /интенсивное развитие двигательных возможностей/ – /фактор развития - моторика/ – /ширококосложенные и атлетичные/ – /дисгармоничные адаптационные возможности/
- /интенсивное развитие ДВ/ – /фактор развития - энергетика/ – /умеренная узкосложенность/ - /дисгармоничные адаптационные возможности/
- /среднее развитие ДВ/ – /фактор развития - энергетика/ – /узкосложенные/ – гармоничные адаптационные возможности
- /замедленное развитие ДВ/ – /фактор развития - моторика/ – ширококосложенные и атлетичные/ – /дисгармоничные адаптационные возможности/.

В таблице 2 представлено краткое обобщенное описание вариаций двигательных возможностей 7-летних мальчиков.

Таблица 2. Характеристика вариаций двигательных возможностей 7-летних мальчиков

Характеристики кластеров	1 кластер (n=46, 34,8%)	2 кластер (n=26, 19,7%)	3 кластер (n=20; 15,2%)	4 кластер (n=40, 30,3%)
Направленность развития двигательных возможностей	Интенсивное развитие мышечной энергетика		Среднее (нормальное) развитие мышечной энергетика	Замедленное развитие мышечной энергетика
Ведущие параметры мыш.энергетики	<u>LnS, b, V40, V240, V900</u>	<u>LnS, b, V40, V240, V900</u>	V40, V240	нет
Отстающие параметры мыш.энергетики	<u>нет</u>	<u>нет</u>	<u>b, LnS</u>	<u>LnS, b, V900, V40, V240</u>
Уровень ДП	Средний	Выше среднего	Высокий	Ниже среднего
Ведущие ФК	<u>Общ.выносл.</u> Быстрота	<u>Общ.выносл.</u> Скорость Ловкость	<u>Силовая выносл.крупных мыш.групп</u> Скорость	<u>Силовая выносл.крупных мыш.групп</u> Быстр.реакции
Отстающие ФК	<u>Силовая выносл.крупных мыш.групп</u>	<u>Силовая выносл.крупных мыш.групп</u> Быстрота реакции	Быстрота реакции	Общая выносл. Скорость
Главный фактор развития	Скоростно-силовые	«перестройка структуры вследствие	Увеличение мощностных характеристик	Силовые способности и гибкость

двигательных возможностей	способности и ловкость	ослабления фосфагенного источника» и «расширение работоспособности за счет емкости аэробного энергоисточника»	мышечной биоэнергетики и общей выносл.	
Адаптационные возможности	<u>Дисгармоничные</u> Могут протекать с напряжением ССС (выс.ЧСС) Низ.уст.к гипоксии Низ.сила мелк.мышц	<u>Дисгармоничные</u> Выс.возм.ССС Низ.уст.к гипоксии Низ.сила мелк.мышц	<u>Гармоничные</u> средние Ср.возм.ССС Ср.уст.к гипокс. Ср.сила мелк.мышц	<u>Дисгармоничные</u> Низк.возм.ССС Выс.уст.к гипокс. Выс.сила мелк.мышц
Морфофункциональные хар-ки	Широкосложен. Атлетичные «перевернутый треугольник»	Умеренная узкосложенность Умерен.атлетичн. «перевернутая пирамида»	Высокая узкосложенность «прямоугольн.»	Широкосложен. Атлетичные «перевернутый треугольник»

Таким образом, наиболее адаптивным типом будут дети со средним развитием двигательных возможностей, главной тенденцией развития, соответствующей возрасту (равномерное увеличение мощности всех энергоисточников и общей выносливости), в физическом развитии тяготеющие к узкосложенности. За ними будут следовать мальчики с интенсивным развитием двигательных возможностей за счет энергетических факторов (ослабление фосфагенного источника и расширение работоспособности за счет емкости аэробного энергоисточника), в физическом развитии также тяготеющие к узкосложенности (умеренно). На третье место можно поставить мальчиков, как с интенсивным, так и замедленным развитием двигательных возможностей, где драйвером их развития являются факторы моторики (силовые и скоростно-силовые качества), в физическом развитии тяготеющие к широкосложенности и атлетичности.

Анализ связей факторов развития двигательных возможностей с морфофункциональными и вегетативными показателями. С целью определения связи морфофункциональных и вегетативных показателей с факторами развития двигательных возможностей провели анализ множественной регрессии, где зависимыми признаками выступали главные факторы. Анализ проводился на всей выборке в целом. Уравнения множественной регрессии приведены ниже:

$$\Phi 2 = 227,7 + 408,9 (\text{ОГК} + \text{ОТ}) / \text{ДТ} - 0,42 (\text{ОГК}_{\text{вд}} - \text{ОГК}_{\text{выд}}) * 100 / \text{ОГКп} + 0,014 (\text{ОГК} * \text{ОТаза} * \text{ОТаии} * \text{ОЗап}) / \text{ДТсид} * \text{ДлНог} - 117,23 \text{ОТаза} / \text{ДТ} - 1,3 \text{МТ} + 27,3 (\text{САД} - \text{ДАД}) / 10 * \text{ЧСС} - 231,8 \text{ОГК} / \text{ОТаза} - 0,07 \text{ЖЕЛ} - 5,9 \text{ОГКп} - 0,2 \text{Штанге} + 2,9 \text{ДлНог};$$

$$\Phi 3 = 91,3 + 0,3 \text{ЧСС} + 1,7 \text{ОТаза} + 1,2 \text{ДАД} + 0,2 \text{ОГК}_{\text{выд}};$$

$$\Phi 4 = 129,4 + 158,7 \text{ОГК/ОТаии} - 0,5 \text{ОПл} - 0,97 \text{ОГКвдох} - 0,16 \text{ОБ} + 0,1 \text{МТ/ДТ} + 0,52 (\text{ОГКвд-ОГКввд}) * 100 / \text{ОГКп} - 0,005 \text{ЖЕЛ/МТ}$$

$$\Phi 5 = 48,6 + 0,82 \text{ОГКввд} - 0,09 \text{МТ/ДТ} + 0,55 \text{ОПл} - 97,2 \text{ОГК/Отаза} + 0,006 (\text{ОГК*Отаза*ОТаии*ОЗап}) / \text{ДТсид*ДНог} - 10,4 (\text{ДМпр+ДМлев}) / \text{МТ}$$

Связи биоэнергетических факторов с морфрфункциональными показателями. Первый главный фактор «перестройка структуры энергообеспечения вследствие ослабления генетической детерминации фосфагенного источника» не зависит от морфофункциональных и вегетативных показателей, как в общей выборке, так и в том кластере, в котором он максимально проявляется, что может говорить об универсальности его действия.

Второй фактор (23,4%) «увеличение мощности всех трех энергоисточников и общей выносливости» проявляется у детей с высокой узкосложенностью, средним типом развития двигательных возможностей и высокой двигательной подготовленностью (3 кластер). Усиление фактора отмечается при повышении широкосложенности, длинноногости и коэффициента выносливости ССС (признаки эктоморфных типов) и ослабляется с увеличением массы тела, атлетичности, ЖЕЛ и устойчивости к гипоксии (признаки мезоморфного типа).

Пятый фактор (6,6% выборки) «расширения общей мышечной работоспособности за счет роста емкости аэробного источника и перестройки структуры мышечной биоэнергетики» проявляется у детей с умеренной узкосложенностью, ускоренным типом развития мышечной энергетики и выше среднего двигательной подготовленностью. Фактор усиливается с возрастанием мезоморфных свойств - широкосложенности, обхватных размеров верхних конечностей и ростом эффективности дыхательных мышц при выдохе. Ослабление фактора происходит при нарастании эндоморфности - ростом массивности, увеличением в объемах нижней части туловища (обхват таза) и относительной силы мелких мышечных групп (кисть).

Связи моторных факторов развития с морфофункциональными показателями. Оба фактора наиболее отчетливо проявляются у широкосложенных и атлетичных детей. У детей с низким и замедленным развитием двигательных возможностей отмечается тенденция к развитию силы крупных мышечных групп. Усиление этого фактора связано с увеличением обхвата нижней части корпуса, что свойственно более эндоморфным типам, а ослабление – эффективностью легочной вентиляции за счет более сильного выдоха, что свойственно эктоморфным типам. По всей видимости, свойства эндоморфии «запускают» силовой сценарий развития двигательной сферы. Следует заметить, что развитие силы в этом кластере сопряжено с торможением развития скоростно-силовых возможностей (минимально проявляющийся (отрицательный) фактор в данном кластере).

В альтернативной группе широкосложенных и атлетичных, с интенсивным развитием двигательных возможностей, развитие силовых качеств идет по другому сценарию – главной проявляется тенденция «развития скоростно-силовых возможностей». Этот фактор усиливается с проявлениями массивности и атлетичности корпуса за счет широкоплечести и ослабляется, с одной стороны, с увеличением обхватных размеров конечностей (признак эндоморфности), с другой стороны, с увеличением жизненного показателя (признак эктоморфности). Таким образом, морфофункциональные свойства мезоморфии (массивность и атлетичность) направляют развитие силы по скоростно-силовому сценарию. Этот процесс идет без снижения генетического влияния фосфагенного источника на структуру энергообеспечения (отрицательный фактор).

Выводы

Таким образом, морфофункциональные свойства направляют развитие драйверов двигательных возможностей в определенных рамках вариантов развития, играя роль направляющих и лимитирующих звеньев (рис.2).

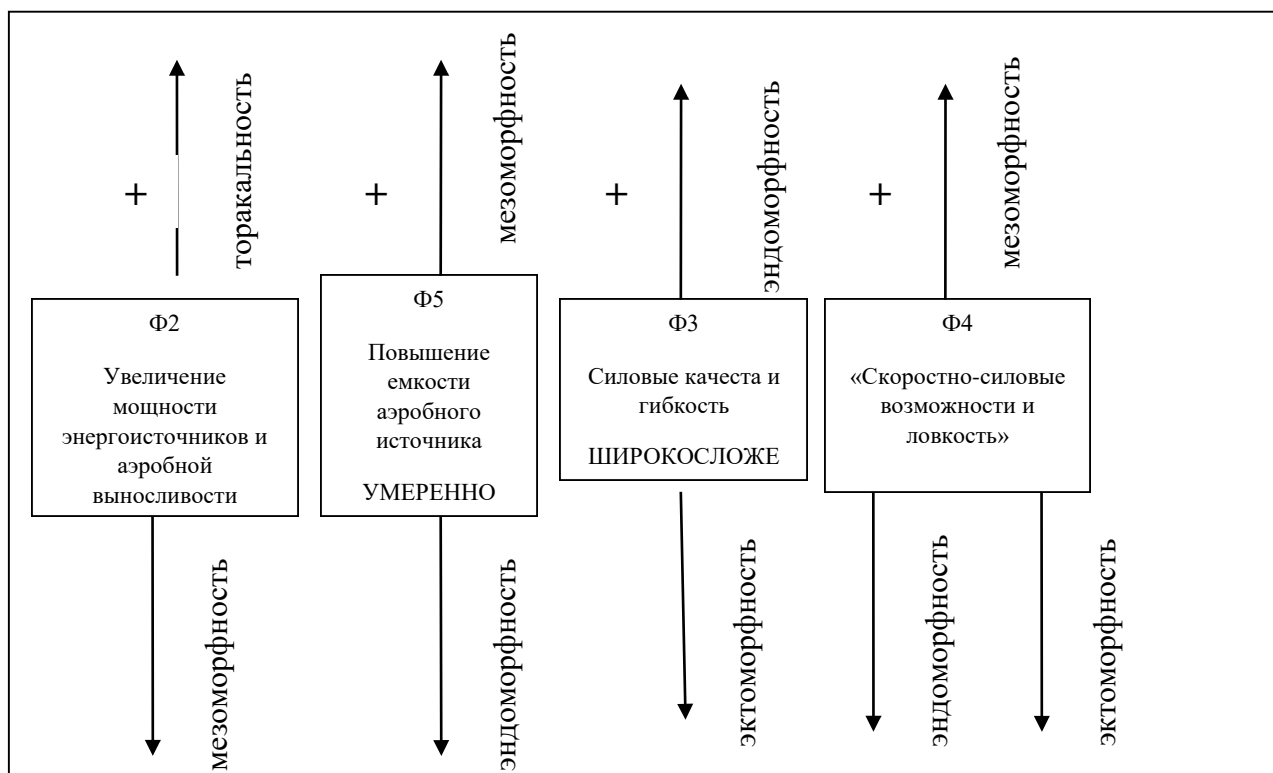


Рисунок 2 - Влияние морфофункциональных свойств на проявление доминирующих главных факторов в кластерах

С факторами роста двигательных возможностей 7-летних мальчиков связаны морфофункциональные признаки узко-ширококостности и атлетичности, но не долихоморфии или массивности-грацильности, что может быть обусловлено возрастными особенностями роста и развития в этом возрасте. Полуростовой скачок миновал у большинства таких детей. Считается [3], что около 70% первоклассников прошли этот ростовой этап. По-видимому, их физическое развитие идет по шкале узко-ширококостности. Известно, что в возрасте 7-10 лет начинают проявляться первые признаки морфофункциональной конституции [3].

Анализ кластеров, полученных в ходе классификации средствами многомерного анализа данных, показал взаимосвязь проявления главных факторов развития двигательных возможностей (энергетических и моторных) с морфофункциональными и адаптационными характеристиками организма.

Показано, что развитие двигательных возможностей может идти с интенсивным, средним (нормальным) или замедленным развитием мышечной биоэнергетики. Интенсивное развитие определяется высокой емкостью аэробного источника, мощностью всех трех источников энергии и общей мышечной работоспособностью; замедленное – низкими показателями емкости аэробного источника и общей мышечной работоспособности. Двигательный профиль также имеет некоторые общие черты: в первом случае доминирует общая выносливость и отстает сила крупных мышечных групп (пресс), во втором – ведущей оказывается сила крупных мышечных групп, а отстающей – общая выносливость. При этом уровень двигательной подготовленности может быть любым.

Более эффективными адаптивными возможностями сердечно-сосудистой и дыхательной систем обладают мальчики «узких» типов телосложения – с умеренной узкостроенностью, формой тела «перевернутая пирамида» и выраженной узкостроенностью, формой тела «прямоугольник».

Среди ширококостных и атлетичных мальчиков менее эффективные адаптационные показатели у детей с более развитыми двигательными возможностями, что может

свидетельствовать о незавершенности формирования всех связей функциональной системы двигательной деятельности в связи с ее интенсивным развитием.

Список литературы

1. Ашмарин Б.А., Виноградов Ю. А., Вяткина З.Н и др. Теория и методики физического воспитания: Учеб. для студентов фак. физ. культуры пед. ин-тов/ Под ред. Б. А. Ашмарина. - М.: Просвещение, 1990. - 287 с.
2. Баранцев С.А., Пискова Д.М. Факторы физического развития как резервы совершенствования техники бега мальчиков 7-10 лет / В мире научных открытий, № 3, часть 2 / Периодическое научное издание. - Красноярск: НИИЦ, 2009 - С.117-122.
3. Безруких М.М. Возрастная физиология: уч.пособие для студ.высш.уч.заведений / М.М. Безруких, В.Д.Сонькин, Д.А.Фарбер. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 416 с.
4. Зайцева В.В. Методология индивидуального подхода в оздоровительной физической культуре на основе современных информационных технологий: Автореф.дисс. ...д-ра пед.наук. – М.: ВНИИФК, 1995. – 47с.
5. Изаак С.И., Панасюк Т.В., Тамбовцева Р.В. Физическое развитие и биоэнергетика мышечной деятельности школьников. Монография. – Москва-Орел: Изд-во ОРГАС, 2005. – 224 с.
6. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. и др. Возрастное развитие системных мышц и физическая работоспособность // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / Под ред. М.М.Безруких. – М.: Образование от А до Я, 2000. – С. 201-209.
7. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В., Панасюк Т.В. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности: итоги 30-летнего исследования. Особенности развития энергетики скелетных мышц в зависимости от соматотипа // Физиология человека, 2007. – Т33. - №6. - С. 94-99.
8. Кряжев В.Д. Двигательные возможности человека: определение основных понятий и проблемы измерений // Вестник спортивной науки, ВНИИФК, 2003. – С. 3-5.
9. Новиков А.А., Ипполитов Ю.А., Ишков В.С. Двигательные возможности человека и компьютерная методика определения их околопредельных характеристик // Сб. науч. тр. ВНИИФК 2000 года. М., 2001, с. 184 -187.
10. Сонькин В.Д. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности школьников: Автореф.дисс. ... д-ра биол.наук. – М.: 1990. – 50с.
11. Холодов Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта: уч.пособие для студ.высш.уч.заведений / Ж.К.Холодов, В.С.Кузнецов. - - 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2006. – 480с.

Использование технологий виртуальной реальности для подготовки хоккеистов разного уровня мастерства

Поликанова И.С., канд. псих. наук, *irinapolikanova@mail.ru*

Леонов С.В., канд. псих. наук, *svleonov@gmail.com*

Сухочев П.Ю., *ps@moids.ru*

Бугрий Г.С., *gregbugr@yandex.ru*,

Кручинина, А.П. канд. физ.-мат. наук, *a.kruch@moids.ru*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Факультет психологии, Москва*

Аннотация. В статье представлено описание разработанной и адаптированной под хоккей с шайбой виртуальной среды (ВР). Основной целью данной ВР является тренировка и совершенствование мастерства хоккеистов разного уровня квалификации, включая как техническую, так и когнитивную составляющие. Разработанная ВР позволяет также проводить оценку зрительно-моторной реакции, а также регистрацию перемещения тела испытуемого и клюшки в условиях, приближенных к реальным, что обеспечивает высокую экологическую валидность предлагаемого подхода.

Ключевые слова: виртуальная реальность, спорт, хоккей, уровень мастерства, виртуальная среда, стойка, поза, DTrack, SteamVR.

Введение

Хоккей относится к видам спорта, где профессионально важные качества (далее - ПВК) включают как техническую составляющую, так и когнитивные особенности атлетов. Техника хоккея – это совокупность способов выполнения специальных приемов, необходимых для ведения игры [1]. Для достижения высоких результатов хоккеист должен в совершенстве владеть всем многообразием технических приемов, которые, в свою очередь, накладывают определенные требования к физическим возможностям и резервам организма.

Не менее значимые требования в спортивной деятельности хоккеистов предъявляются к когнитивным ресурсам. Это обусловлено тем, что в хоккее игрокам все время необходимо удерживать целый комплекс динамических факторов – перемещение шайбы, положение игроков, стратегии игры, счет, предвидение действий как членов по команде, так и соперников. Подобные виды спорта отличаются крайне высокой степенью неопределенности, большим количеством сложных комбинаторных ситуаций.

Таким образом, для того, чтобы хоккеист смог сконцентрировать внимание на тактической составляющей игры, он должен автоматизировать техническую составляющую. Поэтому, начинающих спортсменов прежде всего надо научить хорошо стоять и кататься на коньках, а только затем учить играть в хоккей [1].

Развитие и совершенствование как технической, так и когнитивной составляющей осуществляется во время полноценного тренировочного процесса. Вместе с тем технологии виртуальной реальности позволяют тренировать данные ПВК в условиях отсутствия полноценной тренировки. Таким образом, применение виртуальной реальности в тренировочном процессе в хоккее обладает высокой практической значимостью, позволяя оттачивать и совершенствовать мастерство даже в условиях отсутствия полноценных тренировок или невозможности посещения льда.

В настоящее время использование виртуальной реальности в спорте больших достижений завоевывает все большую популярность. Виртуальная реальность позволяет моделировать, в том числе конкретные места проведения соревнований, а также обстановку соревнований. К примеру, в Великобритании начали работать в этом направлении начиная

еще с подготовки к Олимпийским играм в Лондоне в 2012 году (проект VR-Vantage)². Основной акцент был уделен на летние виды спорта (парусный спорт, гребной спорт, триатлон), но также есть потенциал для адаптации этого проекта для зимних видов спорта (бобслей, скелетон, горнолыжный спорт и другие). Основная цель использования данного метода была адаптация спортсменов к новым трассам и условиям, а соответственно и минимизация дополнительного стресса, связанного с новой обстановкой. Данная технология была также использована американскими горнолыжниками для освоения соревновательных трасс в рамках подготовки к Олимпийским играм в Южной Корее³. В 2016 году в совместном отчете испанских и британских ученых было отмечено, что использование технологий виртуальной реальности является эффективным инструментом для обучения моторным навыкам, даже в таких сложнокоординационных видах спорта, как настольный теннис⁴. Вместе с тем, работы, направленные на использование виртуальной среды применительно к хоккею с шайбой, отсутствуют.

Методы

В настоящей статье представлено описание исследования, проводимого междисциплинарной группой сотрудников факультета психологии и механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, в рамках которого разработан и апробирован с участием, в том числе профессиональных спортсменов, симулятор для подготовки хоккеистов разного уровня квалификации.

Настоящее исследование носит междисциплинарный характер и направлено на изучение комплекса факторов, в той или иной степени влияющих на формирование профессионального мастерства у хоккеистов посредством использования виртуальной реальности, адаптированной под хоккей с шайбой [2].

Такая технология подготовки атлетов с использованием адаптированных виртуальных сред в разных видах спорта позволяет решить сразу несколько задач:

- воссоздать тренировочные условия максимально приближенные к реальным (в некоторых случаях это крайне необходимо, к примеру, при травме спортсмена);
- целенаправленная отработка определенных элементов с заданным уровнем сложности (в реальных условиях не всегда есть возможность тренироваться с очень сильными соперниками);
- одновременная регистрация комплекса психофизиологических параметров, позволяющих отслеживать динамику функциональных состояний (что практически невозможно сделать в реальных тренировочных условиях на льду);
- формирование тренировочного процесса – можно смоделировать игру/поединок любой сложности или.

На предварительном этапе исследования основной акцент был сделан на изучении статических характеристик основной стойки у профессиональных хоккеистов и новичков. Это обусловлено тем, что основная стойка, или посадка, является основополагающей позой хоккеиста, необходимой ему для отработки различных навыков и движений, ~~так и~~ во время игры [3, 4]. Отработка любых навыков в хоккее начинается с принятия основной стойки атлетом. Во время игры правильная стойка хоккеиста обеспечивает ему устойчивое положение на льду, а также создает оптимальные начальные условия для максимального отталкивания, скольжения, смены движения и ритма катания, а также для работы рук. Кроме того, правильная посадка обеспечивает хоккеисту хороший обзор поля.

² Источник в интернете <http://www.uk sport.gov.uk/news/2016/07/22/british-athletes-use-virtual-reality-technology-for-a-home-field-advantage>

³ Источник в интернете <https://strivr.com/press/>

⁴ Источник в интернете <https://teslasuit.io/blog/virtual-reality/vr-sport-for-training-and-entertainment>

На этом этапе исследования с использованием систем позиционного отслеживания движений DTrack2 и SteamVR Tracking 2.0 нами было проведено пилотное исследование статических характеристик стойки у хоккеистов по сравнению с новичками. В исследовании приняли участие 10 испытуемых – 4 профессиональных хоккеиста и 6 новичков. Задача испытуемых заключалась в принятии основной стойки хоккеиста и нахождение в ней в течении 5 минут (рис. 1) [5]. В целях обеспечения экологической валидности исследования все испытуемые надевали защитное снаряжение (коленные щитки, шлем, перчатки), а также коньки и брали в руку клюшку. В качестве напольного покрытия использовался специальный искусственный лед из пластика. Отслеживаемые трекеры были закреплены на хоккейной форме: щитках на голень, на бедре, груди, коньках, перчатках и клюшке (рис. 1). Для анализа были выбраны изменения углов в коленных и тазобедренных суставах. В силу большой жесткости конька исследования изменения угла в голеностопном суставе оказывается не информативным.



Рисунок 1 - Использование системы DTrack2 (слева) и SteamVR Tracking 2.0 (справа)

Результаты

По результатам анализа данных позиционного отслеживания с систем DTrack2 и SteamVR Tracking 2.0 было показано, что профессиональные хоккеисты при сохранении стойки характеризуются большей амплитудой колебаний, чем новички, которые не имели опыта игры в хоккей. Опытные хоккеисты имели характерные изменения углов в суставах: 1° - 3° . Новички же характеризовались колебаниями, амплитудой не превосходящей 1° (табл. 1). Это может быть обусловлено отсутствием автоматизации навыка сохранения основной стойки, что требует участия более сложных механизмов, в том числе более активное включение регуляторных систем организма, что в итоге проявляется в меньшей амплитуде колебаний [5, 6].

Также анализ движений с использованием системы DTrack2 и системы SteamVR Tracking 2.0 показали идентичные результаты, что расширяет возможности использования системы SteamVR Tracking 2.0. Дальнейший этап исследования проводился с использованием системы SteamVR Tracking 2.0.

Таблица 1. Среднеквадратичная характеристика изменений углов в суставах (град.)

сустав	бедро правое	бедро левое	колени правое	колени левое
проф.	2,4	2,3	1,5	1
начинающий	0,7	0,7	0,4	0,3

Полученные данные позволили перейти к основному этапу исследования, в рамках которого была разработана имитационная виртуальная среда, моделирующая хоккейную площадку, в которой спортсмену ставится задача по отражению шайб в условиях разного уровня сложности (рис. 2).



Рисунок 2 - Пример виртуального контента

Виртуальная среда разрабатывалась с учетом экспертной оценки профессиональных хоккейных игроков и тренеров. Данная оценка проводилась по ряду параметров, включая реалистичность среды, оценку скоростных характеристик шайбы, уровень сложности задач. В частности, совместно с экспертами было принято решение о подсвечивании сектора поля (правого, центрального, левого), из которого будет предьявляться шайба, поскольку в отсутствие игроков на поле хоккеисту крайне сложно ориентироваться (в реальных игровых ситуациях не бывает полностью пустого поля). Угол обзора шлема ограничен 110° . Эта область была поделена соответственно на 3 зоны, условно соотносимые с зонами поля зрения человека: (1) зона четкого бинокулярного зрения (40°) и (2) правая и (3) левая зоны периферического бинокулярного зрения (по 35°). Условно, потому что в реальности эти зоны геометрически приблизительно представляют собой конусы, а здесь - призмы.

Характеристики виртуальной среды и параметры предьявления шайб

Виртуальная среда отображает окружение с позиции хоккеиста, находящегося на линии ворот. Испытуемый от первого лица видит тело своего виртуального аватара, держа в руках клюшку (клюшка в виртуальной среде совпадает с клюшкой в реальности). Экипировка хоккеиста соответствует полевому игроку, поскольку основная цель исследования направлена на тренировку и совершенствование мастерства именно полевых хоккеистов. Кроме того, экипировка вратарей, а также их двигательные паттерны и тактика игры значительно отличаются от полевых игроков. Других игроков на площадке нет. В случайном порядке предьявляются шайбы, которые нужно отбить. Задача игрока – отбить все шайбы, летящие в его сторону. При предьявлении шайб варьируются расстояние до игрока, направление и скорость полета, каждый вылет шайбы сопровождается характерным звуком – щелчком. Непосредственно перед предьявлением шайбы подсвечивался желтым цветом сектор поля,

откуда предъявляется шайба. Игроку необходимо отбить шайбу только клюшкой. Шайбы, отбитые другим способом, не засчитываются.

Шайбы предъявляются в случайном порядке с разной скоростью (5 скоростей – 60, 80, 100, 130, 170 км/ч), с разного расстояния (18, 12 и 6 метров) и разной локализации (право/лево/центр). Кроме того, предусматривается два варианта высоты предъявления шайб – на уровне льда, а также на высоте около 50 см над его уровнем.

Средняя скорость полета шайбы в профессиональном хоккее – 110-120 км/ч, максимальная – 170-190 км/ч.

Расстояния от шайбы до игрока – 18, 12 и 6 метров, что обусловлено расстоянием от ворот до ближней синей линии – около 17-18 метров, ближняя зона вброса – около 6 метров, основная игра в средней зоне – условно 12 метров.

Имитация бросков шайб включает несколько блоков сложности: от самого простого к самому сложному, когда предъявляется 2 шайбы с минимальной задержкой:

1 блок – самый простой блок с низкими скоростями шайбы (60-80 км/ч) и дальними расстояниями до шайбы (18 метров), отбить могут даже новички, не играющие в хоккей;

2 блок – более сложный режим, скорости выше (60-80 км/ч, а также 100 км/ч), добавляются средние расстояния до шайб (12 и 18 метров). Ориентирован на средний уровень мастерства;

3 блок – сложный режим с высокими скоростями (до 170 км/ч) и всеми расстояниями, включая близкие (6, 12, 18 метров);

4 блок – максимально сложный режим – предъявление шайб сериями по две (последовательное с промежутком около 1 сек);

5 блок – испытуемый не должен отбивать шайбы – только внимательно смотреть и отслеживать шайбы – случайный набор шайб любой сложности. Интервал между шайбами около 3 сек. с щелчком. После каждой шайбы игрок должен смотреть в центр.

Быстрота реакции на движущийся объект при внезапном его появлении занимает от 0,25 до 1 сек. [7]. Таким образом, нами был выбран диапазон значений длительности полета шайбы, которые «вписываются» в границы значений времени двигательной реакции на объект. Данный диапазон был разделен на три равных промежутка, в соответствии с чем были определены уровни сложности проб, соответствующие блокам 1-3: от 0, 792 сек до 1,08 сек – «простые» пробы; от 0,504 сек до 0, 792 сек – пробы средней степени сложности; от 0,216 сек до 0,504 сек – «сложные» пробы. Блок 4 включал шайбы всех уровней сложности.

В воротах были выделены 5 зон, в которые чаще всего направлены удары: по углам (точки 1, 2, 3 и 4) и между ног вратаря (в "домик" – точка 5) (рис.3). В шлеме виртуальной реальности на заданных нами параметрах невозможно отбить шайбу в классических зонах 3 и 4 (поскольку засчитываются только шайбы, отбитые клюшкой) В связи с этим, зоны попадания шайбы 3 и 4 предлагается скорректировать (рис. 3).

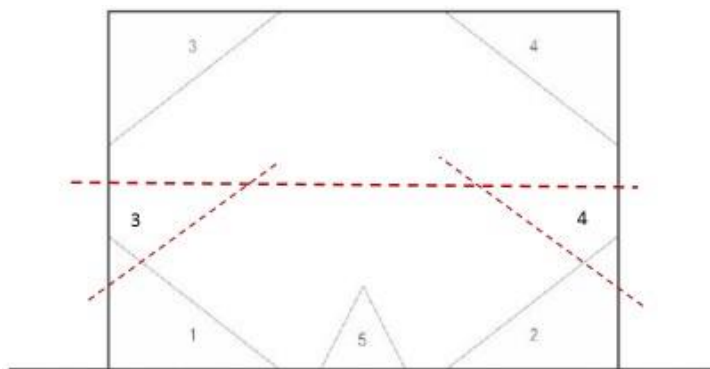


Рисунок 3 - Точки наиболее часто забрасывания шайб в хоккее, адаптированные под условия эксперимента (выделено красным).

Анализируемые параметры

Проводится регистрация перемещения тела испытуемого, а также клюшки с использованием системы виртуальной реальности SteamVR Tracking 2.0. Данная система позволяет как отображать виртуальную сцену, так и регистрировать движения игрока. Для анализа были выбраны изменения углов в коленных и тазобедренных суставах [5, 6]. Для более полного описания стойки и оценки ошибок рассматриваются взаиморасположение трекеров правого и левого бедра, и положения головы (отслеживаемое шлемом виртуальной реальности) относительно ног. Разработанная виртуальная среда позволяет проводить также оценку зрительно-моторной реакции за счет регистрации времени двигательного отклика в коленных и тазобедренных суставах, а также времени реагирования клюшкой.

Оценка двигательного отклика будет осуществляться по комплексу параметров, в том числе по сохранению основной стойки испытуемого, двигательной реакции на шайбу, движениям клюшки, реакции на предупреждающие сигналы (подсветка сектора). Пример регистрации двигательной активности испытуемого (хоккеиста) в ответ на предъявление шайб представлен на рисунках 4 и 5. Пример регистрации двигательной активности испытуемого (новичка) в ответ на предъявление шайб представлен на рисунках 6 и 7.

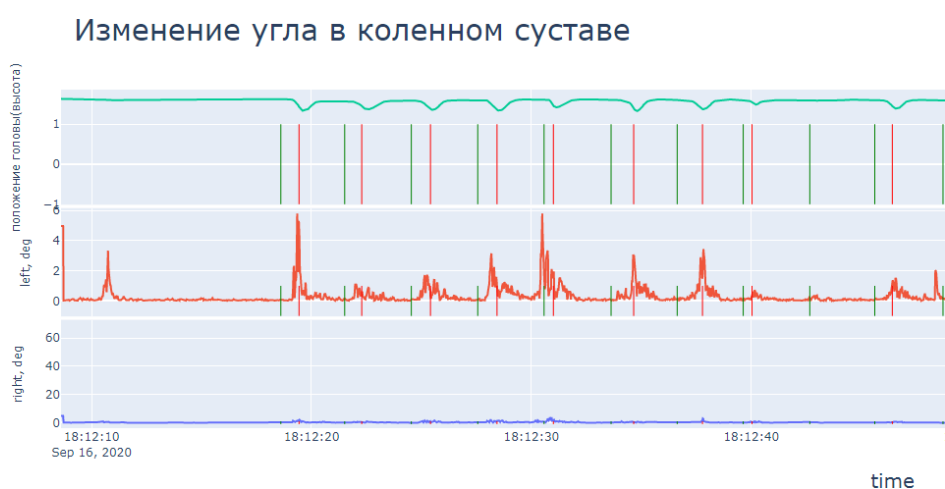


Рисунок 4 - Изменение угла в коленном суставе у профессионального хоккеиста в ответ на предъявление шайб. Зеленый график (вверху) – движения клюшки, красный график (средний) – левое колено, синий график (нижний) – правое колено. Зеленая метка – световой сигнал (подсветка сектора), красная метка – предъявление шайбы.

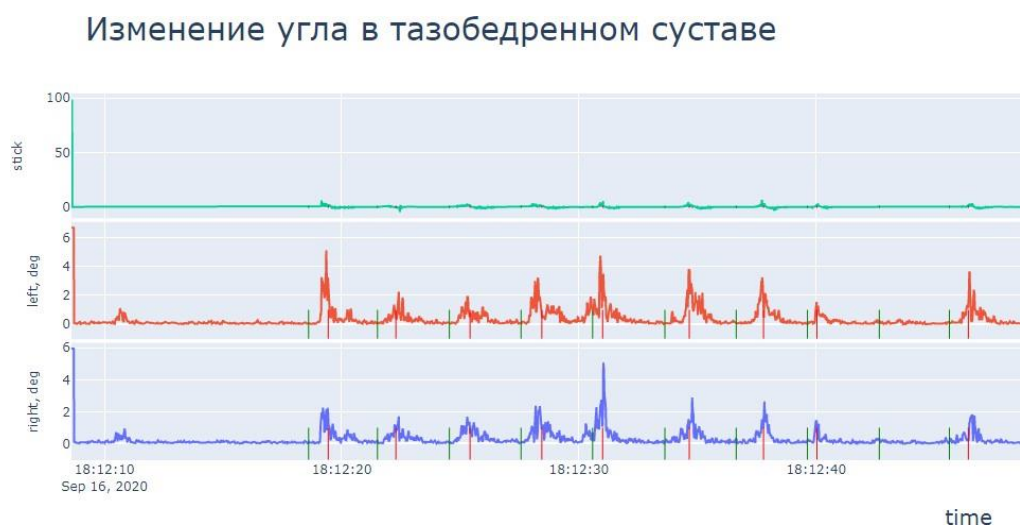


Рисунок 5 - Изменение угла в тазобедренном суставе у профессионального хоккеиста в ответ на предъявление шайб. Зеленый график (вверху) – движения клюшки, красный график

(средний) – левое бедро, синий график (нижний) – правое бедро. Зеленая метка – световой сигнал (подсветка сектора), красная метка – предьявление шайбы.



Рисунок 6 - Изменение угла в коленном суставе у новичка в ответ на предьявление шайб. Зеленый график (вверху) – движения клюшки, красный график (средний) – левое колено, синий график (нижний) – правое колено. Зеленая метка – световой сигнал (подсветка сектора), красная метка – предьявление шайбы.



Рисунок 7 - Изменение угла в тазобедренном суставе у новичка в ответ на предьявление шайб. Зеленый график (вверху) – движения клюшки, красный график (средний) – левое бедро, синий график (нижний) – правое бедро. Зеленая метка – световой сигнал (подсветка сектора), красная метка – предьявление шайбы.

На основе предварительной оценки двигательного отклика в ответ на появление шайб у профессионального хоккеиста (рис. 4 и 5) и новичка (рис. 6 и 7) видно, что в первом случае наблюдается гораздо меньшее количество двигательной активности, в особенности – отсутствие лишних движений, не влияющих на успешность отражения шайбы. Основной двигательный отклик у хоккеиста связан с движениями клюшкой, которому предшествовало движение одной из ног (левого колена). Таким образом, мы видим, что чем выше уровень мастерства хоккеиста – тем более оптимизированным будет двигательный отклик на появление шайбы.

Выводы

В итоге, нами разработана виртуальная среда, адаптированная под хоккей с шайбой, которая направлена на тренировку и совершенствование мастерства хоккеистов разного уровня квалификации, включая как техническую, так и когнитивную составляющие. Разработанная виртуальная среда позволяет проводить оценку двигательного отклика испытуемого в ответ на предъявление шайб по комплексу параметров, в том числе по сохранению основной стойки хоккеиста, двигательной реакции на шайбу, движениям клюшки, реакции на предупреждающие сигналы (подсветка сектора). Поскольку оценка двигательного отклика испытуемого, включая регистрацию перемещения тела испытуемого и клюшки, проходит в условиях, приближенных к реальным – это в свою очередь обеспечивает высокую экологическую валидность предлагаемого подхода.

Благодарности

Исследование проводится при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 19-78-10134.

Список литературы

1. Техническая подготовка хоккеиста - Мельников И.В., 2013
2. Кручинина А. П., Чертополохов В. А. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СПОРТЕ //Материалы Всероссийской научно-практической конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте и спорте высших достижений. – 2016. – С. 196-201;
3. Walsh M. et al. Training history constrains postural sway dynamics: A study of balance in collegiate ice hockey players //Gait & posture. – 2018. – Т. 66. – С. 278-282..
4. ČECH P. Effect of short-term balance training on postural stability in ice hockey players //ACTA UNIVERSITATIS CAROLINAE KINANTHROPOLOGICA VOL. 50, 2–2014. – 2015. – С. 13.
5. Поликанова И.С., Кручинина А.П., Леонов С.В., Бугрий Г.С., Булаева Н.И., Сухочев П.Ю. Статические характеристики основной стойки у профессиональных хоккеистов и новичков / I Национальный Конгресс по когнитивным исследованиям, искусственному интеллекту и нейроинформатике (на базе Российской академии наук). Москва, 10-16 октября 2020., Москва, Россия, 10-16 октября 2020
6. Чертополохов В.А., Белоусова М.Д., Булаева Н.И. Создание виртуальной среды для возможности оценки и тренировки зрительно-моторной реакции спортсменов на примере хоккея/ I Национальный Конгресс по когнитивным исследованиям, искусственному интеллекту и нейроинформатике (на базе Российской академии наук). Москва, 10-16 октября 2020., Москва, Россия, 10-16 октября 2020
7. Strughold H. 1951 «Journ. Aviat. Med.» v.2, p. 100

Электроэнцефалографические предикторы успешности стрелков из лука

Поликанова И.С.¹, канд. псих. наук, irinapolikanova@mail.ru

Леонов С.В.¹, канд. псих. наук, svleonov@gmail.com

Семенов Ю.И.², ura_semen1109@mail.ru

Коробейникова Е.Ю.³, ekaterinayk@rambler.ru

*1 Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет психологии, Москва*

2 Академия наук Республики Саха (Якутия), Якутск

3 ЦСТиСК Москомспорта

Аннотация. Настоящее исследование направлено на изучение динамики электроэнцефалографических показателей у профессиональных лучников во время стрельбы, а также во время выполнения упражнений, имитирующих процесс стрельбы (представление стрельбы, имитация, наведение на мишень без выстрела). Результаты показали, что наиболее значимые изменения в ЭЭГ наблюдаются в диапазонах альфа-ритма и высокочастотного бета-ритма. Наиболее выраженные изменения ЭЭГ наблюдаются во время стрельбы, а также при ее имитации. Показано, что при представлении стрелковых движений более эффективной является стратегия представления зрительных образов по сравнению с телесными.

Ключевые слова: стрельба из лука, ЭЭГ, образы, представление, ритмы мозга, альфа-ритм, бета-ритм

Введение

Стрельба из лука является видом спорта, в котором с помощью лука производится поражение стрелами мишеней на различные дистанции. Данный вид спорта предъявляет повышенные требования к особенностям внимания и выдержке, и в первую очередь характеризуется очень точным выполнением всех элементов двигательного действия.

Стрельба из лука является хорошей моделью для исследования мозговой активности в спорте, поскольку период прицеливания обычно происходит с минимальными движениями и предельной концентрации на цели, что позволяет избежать артефактов движения и записать мозговую активность, связанную с наведением на цель [1-6].

В спортивной психологии также хорошей экспериментальной моделью исследования электрофизиологических параметров у спортсменов является изучение динамики мозговых процессов во время представления спортивных действий. Ряд исследований показали, что при воображении какого-либо действия и при его реальном совершении активируются сходные структуры мозга [7-15].

В частности, в исследованиях с применением позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) [16] испытуемым нужно было воображать движение джойстика. В это время активировались те же структуры мозга, что и перед непосредственным нажатием этого джойстика. Только финальная стадия собственно реализации действия отличала реальное действие от воображаемого.

Данный факт имеет практическое значение для спорта. Так, многие спортсмены успешно используют идеомоторную тренировку (другие названия – холостой тренаж, ментальная тренировка, тренировка в воображении и т.п.) в своей профессиональной деятельности. Например, биатлонист представляет, как он целится, а потом стреляет, даже не держа в руках винтовку.

Сотрудники Лионского Университета показали, что как при настоящем прицеливании, так и при воображаемом происходят сходные изменения в нервных процессах. Они рассчитали специальный индекс, отражающий сходство изменений нервных процессов при реальном и воображаемом действии. Оказалось, что чем больше это сходство, тем лучше результат реальных выстрелов [17]. Также была показана важность полного представления действия, включая кинестетический и слуховой анализатор, не ограничиваясь только зрительным [18].

Ряд экспериментальных исследований показал интересную динамику альфа-ритма у людей, профессионально занимающихся какой-либо деятельностью. Д.А. Напалков продемонстрировал, что у профессиональных стрелков наблюдается резкая активация альфа-ритма в определенных областях мозга непосредственно перед выстрелом, в отличие от непрофессионалов, у которых происходит общая генерализованная активация головного мозга [19]. Подобная закономерность была описана О.М. Базоновой [20]. Она показала, что у музыкантов уровень музыкально-исполнительского мастерства оказался положительно взаимосвязан с индивидуальной частотой максимального альфа-пика, стабильностью реакции альфа-десинхронизации, шириной альфа-диапазона и другими параметрами альфа ритма.

Хофлер с коллегами [21] была изучена корковая активация в различных областях головного мозга у профессиональных стрелков и новичков во время прицеливания. Профессиональные атлеты продемонстрировали меньшую активацию при прицеливании во всех исследуемых областях коры головного мозга. Кроме того, авторы сравнили корковую активации у обеих групп при решении ими вербальных и пространственных заданий. Результаты не выявили различий в корковой активации между группами.

При исследовании мозговой активности у спортсменов важно понимать, какие мозговые процессы связаны с успешным выполнением того или иного спортивного действия. Профессиональных атлетов в первую очередь отличает высокая слаженность, точность и стабильность выполнения спортивных действий (в том числе при различных условиях среды), уменьшение мышечной активности, и общее уменьшение активности мозга, необходимой для выполнения действия [22]. На основе этих наблюдений была предложена теория экономизации усилий у профессионалов [23-26]. Она получила наибольшее исследование у стрелков [27-28]. На основе изучения мозговой активности стрелков-профессионалов и новичков было выявлено три основных факта. Среди основного, наиболее изученного феномена следует отметить общее увеличение альфа-активности у профессионалов, по сравнению с новичками [21]. Увеличение альфа-активности связывают со снижением корковой активности, и свидетельствует об экономизации нейрональных ресурсов. Другим фактом является более низкая корковая активность при прицеливании у элитных стрелков в левой височной области (в электроде Т3 по сравнению с Т4) по сравнению с новичками. Если сравнить данную активность с состоянием спокойного бодрствования, то у элитных стрелков при прицеливании обнаружится увеличение активности в правой височной области. Третьей особенностью является специфичность изменения паттерна мозговой активности лишь для выполнения той деятельности, которая является профессиональной для спортсмена. Так, для спортсменов-каратистов или гольфистов увеличение альфа-активности наблюдается в моторных областях. У стрелков наблюдается уменьшенная активация в отделах, неспецифичных к зрительно-пространственной задаче. В частности, у стрелков, достигших автоматизма действия, показана синхронность в левой височной области при прицеливании. Таким образом, теория экономизации усилий утверждает не общее снижение мозговой активности при выполнении какого-либо спортивного действия у профессионалов, а снижение активности лишь в областях, не связанных с выполнением действия.

В настоящей работе была предпринята попытка исследовать динамику мозговой активности (альфа-, бета- и тета-ритмов ЭЭГ) профессиональных стрелков из лука (юношеская сборная России) при выполнении выстрела, а также во время выполнения упражнений, имитирующих процесс стрельбы (представление стрельбы, имитация, наведение на мишень без выстрела).

Методы

Испытуемые и методики

В исследовании приняло участие 11 спортсменов юношеской сборной России (КМС и МС, средний возраст 17 лет).

Запись ЭЭГ

Запись ЭЭГ проводилась с помощью 21-канального электроэнцефалографа фирмы «Медиком МТД» в соответствии с международной системой «10-20», устанавливающей точное расположение электродов на скальпе; референтами ушными электродами. Частота квантования – 500 Гц. Электроэнцефалограмму (ЭЭГ) регистрировали от 16 стандартных отведений фронтальных (F), центральных (C), темпоральных (T), париетальных (P) и окципитальных (O) областей обеих гемисфер неокортекса относительно ушных референтных электродов.

Электроэнцефалографическое исследование проводилось по следующей схеме:

- фоновая запись ЭЭГ с открытыми глазами (ФОГ) – 1 минута;
- фоновая запись ЭЭГ с закрытыми глазами (ФЗГ) – 1 минута;
- представление в уме 6 выстрелов из лука – проба «представление»;
- имитация 6 выстрелов без действий с луком (двигательная имитация руками выстрелов) – проба «имитация»;
- 6 выстрелов из лука – проба «выстрелы»;
- прицеливание без выстрела (прицеливание из лука, но без выстрела, при этом атлетам ставилась задача имитировать только движения, представлять выстрел при этом было не нужно) – проба «прицеливание».

Сразу после проведения экспериментальной процедуры проводилась беседа со спортсменами с целью понять, как именно они представляли выстрелы (сделан ли акцент на зрительный образ, на телесный образ, техническое движение или др.).

Непосредственно до эксперимента проводилась контрольная стрельба, которая состояла из двух серий с разных дистанций и проходила на улице в условиях относительно стабильного ветра.

Анализ данных

Для статистического анализа данных использовались пакет Statistica 8 (для Windows, V 8.0, StatSoft). Использован T-test для зависимых выборок, а также критерий Манна-Уитни. Статистически значимые различия смотрелись между частотными показателями в фоне с открытыми глазами (ФОГ) и показателями в каждой из проб (имитация, представление, выстрелы, прицеливание).

Статистический анализ данных проводился для следующих показателей:

- динамика доминирующих частот тета-, альфа-, низкочастотного (НЧ) бета-, высокочастотного (ВЧ) бета-ритмов – сравнение фоновых показателей (открытые глаза) со значениями во время стрельбы, а также каждого из упражнений;
- динамика средних частот тета-, альфа-, низкочастотного (НЧ) бета-, высокочастотного (ВЧ) бета-ритмов – сравнение фоновых показателей (открытые глаза) со значениями во время стрельбы, а также каждого из упражнений;
- значимые различия по динамике доминирующих и средних частот ЭЭГ в зависимости от уровня спортивной результативности. По итогам стрельбы выборка была поделена на группу 1 (показавшие высокие результаты стрельбы) и группу 2 (показавшие более низкие результаты стрельбы).

Для анализа ЭЭГ использовались отрезки фоновой ЭЭГ длительностью 20 секунд с наименьшим содержанием артефактов. Запись ЭЭГ во время выполнения упражнений по стрельбе проводилась с открытыми глазами. Для анализа ЭЭГ во время выполнения заданий также брались 20 секундные отрезки записи ЭЭГ непосредственно перед совершением выстрела или воображаемого выстрела (отдельно для каждого «выстрела»). В пробе

«представление» для анализа ЭЭГ брался один 20 секундный отрезок ЭЭГ с наименьшим количеством артефактов.

Доминирование каждого ритма ЭЭГ распределено по скальпу не равномерно из-за задействованности различных подкорковых структур в генерацию соответствующего ритма, в связи с этим анализ ЭЭГ проводился для каждого выбранного ритма в определенных отведениях согласно литературным данным в левом и в правом полушариях соответственно. Так, анализ тета-ритма проводился для отведений F3, Fz и F4, для альфа-ритма – в отведениях P3, Pz и P4, для бета-ритмов – в отведениях C3, Cz и C4.

Результаты

В таблице 1 представлены результаты контрольной стрельбы, а также стрельбы в экспериментальных сериях с записью ЭЭГ.

Таблица 1. Характеристика испытуемых и результаты контрольной стрельбы, а также стрельбы в экспериментальных сериях

Испытуемые			Результаты контрольной стрельбы			Результаты выстрелов с записью ЭЭГ							Группа (эф-ть стрельбы)
	пол	разряд	1 дист-я	2 дист-я	сумма	1	2	3	4	5	6	Сумма	
1	м	КМС	292	301	593	10	9	8	9	9	8	53	2
2	ж	МС	286	247	533	8	9	10 (X)*	9	10 (X)	8	54	2
3	м	МС	290	276	566	9	10 (X)	9	10	9	10 (X)	57	1
4	ж	МС	253	263	516	9	9	8	8	9	8	51	2
5	м	МС	292	276	568	9	9	10 (X)	10	10	9	57	1
6	м	МС	302	277	579	10 (X)	9	10	10	10 (X)	10	59	1
7	м	МС	289	207	496	9	9	9	9	10	10	56	2
8	м	МС	294	295	589	10	9	9	9	10	10	57	1
9	м	КМС	307	299	606	10 (X)	10 (X)	10 (X)	10	10 (X)	10	60	1
10	м	МС	309	308	617	10 (X)	8	10	9	9	10	56	2
11	м	МС	304	282	593	10 (X)	10 (X)	10	10 (X)	10 (X)	9	59	1

Примечание: *10 (X) - внутренняя область мишени, в центре 10ки

Результаты настоящего исследования показали, что наиболее значимые изменения в ЭЭГ во время выполнения выстрела, а также различных упражнений по стрельбе («представление», «имитация», «выстрел», «прицеливание») наблюдается в диапазонах альфа-ритма (отведения P3 и Pz) и высокочастотного бета-ритма (отведение C3). Важно отметить, что значимые, в том числе статистические, изменения показателей наблюдаются преимущественно в левом полушарии и в меньшей степени – в центральных, тогда как в правом полушарии изменения не наблюдаются (табл. 2). Снижение активации левого полушария связано, согласно литературным данным, с подавлением вербально-аналитических функций во время прицеливания [4, 6, 10].

Альфа-ритм. В диапазоне альфа-ритма наблюдаются выраженное статистически значимое увеличение как для доминирующей, так и для средней частот альфа-ритма для пробы «имитация», а также во время непосредственного выстрела. Во время прицеливания увеличение указанных ритмов наблюдается только во время первого выстрела. Указанные изменения наблюдаются в левом полушарии и в центральных отведениях и практически не наблюдаются в правом полушарии. Во время упражнения «представление» значимых изменений не наблюдается, однако видно небольшое увеличение частоты альфа ритма в левом полушарии.

Высокочастотный бета ритм. В диапазоне высокочастотного бета-ритма наблюдаются выраженное статистически значимое увеличение как для доминирующей, так и для средней частот бета-ритма для всех упражнений по стрельбе, за исключением имитации, т.е. мысленного представления выстрела. Указанное увеличение высокочастотного бета-ритма наблюдается только в левом полушарии.

Проведенная со спортсменами после эксперимента беседа выявила ряд закономерностей. В частности, было показано, что более успешные спортсмены чаще описывают процесс представления наличием четких зрительных образов во всех мысленных процедурах (например - стрела, кончик стрелы, мушка, тяга, выстрел). Тогда как спортсмены, показавшие худшие результаты, чаще характеризовали процесс представления нечеткими зрительными образами, а также более ясными телесными ощущениями.

Статистический анализ различий по динамике доминирующих и средних частот ЭЭГ у группы 1 и группы 2 представлен в таблице 3. Данные результаты демонстрируют более высокие значения доминирующей и средней частоты альфа-ритма у группы, показавшей более высокие результаты стрельбы. В бета-диапазоне значимых различий между группами не обнаружено.

Таблица 2. Динамика альфа- и бета-ритмов во время выполнения выстрелов, а также упражнений по стрельбе («представление», «имитация», «прицеливание»)

ЭЭГ ритм (отведение)	частота	ФОГ	Представление	Имитация (№ выстрела)						Стрельба (№ выстрела)						Прицел (№ выстрела)		
				1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3
Альфа (P3)	ДЧ	9,4	10,1	11,37*	11,65**	11,81**	10,78*	11,73*	11,40*	11,47**	11,49*	11,56*	12,44*	11,63*	11,25*	11,73*	11,39	10,98
	СЧ	9,96	10,51	11,38**	11,68**	11,67*	11,20	11,48*	11,63*	11,85**	11,20**	11,32*	11,62*	11,17*	11,25	11,68*	11,36	11,38
Альфа (Pz)	ДЧ	9,7	10,51	11,37*	11,38**	11,41*	11,18*	11,52*	11,56*	12,11**	11,13*	11,29**	11,50**	11,17*	11,26*	11,50*	11,32	11,46
	СЧ	9,8	9,2	12,18*	12,03**	11,78*	10,88**	11,52**	11,66*	11,92**	11,43*	11,63**	12,82**	11,91*	11,68*	11,68	11,64	11,92
Бета (С3)	ДЧ	22,2	21,96	26,24*	24,74*	23,91	25,21*	24,46	25,94*	24,54*	25,92*	26,00**	24,80*	24,17	25,21*	26,51**	26,58**	27,04**
	СЧ	24,76	25,13	26,55**	26,37**	25,07	26,20**	26,27*	26,42**	25,73*	25,92**	26,21**	26,31**	25,84	26,49**	26,69**	26,41**	26,26*

*статистические различия $p \leq 0,05$

** статистические различия $p \leq 0,01$

Примечание: ФОГ – фоновая запись с открытыми глазами, ДЧ – доминирующая частота; СЧ – средняя частота

Таблица 3. Значимые различия у группы 1, показавшей более высокие результаты стрельбы, и группы 2, показавшей более низкие результаты стрельбы, по динамике альфа- и бета-ритмов во время выполнения выстрелов, а также упражнений по стрельбе («представление», «имитация», «прицеливание»)

ЭЭГ ритм (отведение)	частота	Результаты стрельбы	ФОГ	Представле ние	Имитация (№ выстрела)						Стрельба (№ выстрела)						Прицел (№ выстрела)		
					1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3
Альфа (Pз)	ДЧ	группа 1	10.23	9.69	12.45	12.65	12.80	11.90	12.15	12.31	13.02	12.41	11.83	13.10	12.75	12.06	12.95	12.05	11.56
		группа 2	8.70	10.46	10.47	10.81*	10.99*	9.85	11.31	10.67	10.18**	10.73	11.34	11.88	10.51	10.44	9.70**	10.28	10.20
	СЧ	группа 1	10.58	10.58	11.30	12.10	12.15	11.45	11.60	11.94	11.98	11.51	11.43	11.68	11.55	11.38	12.15	11.50	11.69
		группа 2	9.34	10.43	11.46	11.25	11.19*	10.95	11.33	11.31	11.72	10.90	11.21	11.56	10.70	11.08	10.50*	11.00	10.75
Альфа (Pz)	ДЧ	группа 1	9.92	9.31	12.45	12.45	12.65	11.95	12.40	12.31	12.89	12.11	11.48	13.20	12.75	11.81	12.15	11.95	12.50
		группа 2	8.43	9.47	11.91	11.60	10.92**	9.80	10.42	11.00	10.95*	10.75	11.79	12.44	10.87	11.52	10.50	10.88	10.75
	СЧ	группа 1	10.38	10.62	11.30	11.70	11.90	11.35	11.85	12.06	11.85	11.56	11.48	11.49	11.50	11.38	11.90	11.50	11.81
		группа 2	9.00	10.39	11.44	11.05	10.92	11.00	11.11	11.06	12.37	10.70*	11.09	11.51	10.76	11.11	10.50	10.88	10.75
Бета (Сз)	ДЧ	группа 1	21.51	22.79	27.81	23.66	23.01	25.32	24.00	27.16	23.32	25.68	25.78	26.25	24.83	25.04	25.72	27.33	27.81
		группа 2	22.88	21.14	24.66	25.83	24.82	25.09	25.04	24.72	25.75	26.16	26.22	23.35	23.35	25.49	28.50	24.72	25.50
	СЧ	группа 1	25.08	25.49	26.51	26.73	24.04	25.91	26.44	26.33	26.00	26.02	26.05	26.66	26.36	26.66	26.46	26.74	26.52
		группа 2	24.47	24.76	26.58	26.01	26.09	26.48	26.07	26.51	25.46	25.82	26.37	25.95	25.19	26.19	27.25	25.58	25.75

*статистические различия $p \leq 0,05$

** статистические различия $p \leq 0,01$

Примечание: ФОГ – фоновая запись с открытыми глазами, ДЧ – доминирующая частота; СЧ – средняя частота

Обсуждение

В рамках проведенного исследования была изучена динамика частотных характеристик ЭЭГ у профессиональных стрелков из лука во время непосредственного выполнения выстрелов, а также при представлении и имитации выстрелов.

Проведенное нами ЭЭГ исследование демонстрирует наличие определенной динамики мозговой активности во время выполнения упражнений по стрельбе из лука.

Нами показано, что наиболее значимые изменения в ЭЭГ при выполнении стрельбы, а также различных упражнений по стрельбе («представление», «имитация», «прицеливание») наблюдается в диапазонах альфа-ритма и высокочастотного бета-ритма (ВЧ бета-ритм). При этом изменения наблюдаются преимущественно в левом полушарии.

Сравнение полученных данных по мозговой динамике во время выполнения упражнений по стрельбе с результатами успешности выполненных выстрелов, а также с результатами двух серий стрельбы, выполненными непосредственно до эксперимента, которые выполнялись с разных дистанций и проходили на улице в условиях стабильного ветра, выявила ряд закономерностей.

Результативность и стабильность стрельбы связана как с изначальной высокой мощностью альфа- и ВЧ бета-ритмов, так и с увеличением мощностей и частот (доминирующей и средней) указанных ритмов при выполнении стрельбы и стрелковых упражнений.

Также нами показаны значимые различия между группой 1, показавшей более высокие результаты стрельбы, и группой 2, показавшей более низкие результаты стрельбы, преимущественно по динамике альфа-ритма во время выполнения выстрелов, а также упражнений по стрельбе («представление», «имитация», «прицеливание»). Значимые различия между двумя группами преимущественно наблюдаются в течение первых выстрелов (реальных или представляемых).

Выводы

Таким образом, мы можем сделать вывод о том, что наиболее значимые изменения в ЭЭГ во время выполнения выстрела, а также различных упражнений по стрельбе («представление», «имитация», «прицеливание») наблюдается в диапазонах альфа-ритма и высокочастотного бета-ритма. Важно отметить, что значимые, в том числе статистические, изменения показателей наблюдаются преимущественно в левом полушарии и в меньшей степени – в центральных. В правом полушарии значимые изменения ЭЭГ отсутствуют. Снижение активации левого полушария связано, согласно литературным данным, с подавлением вербально-аналитических функций во время прицеливания.

Значимое увеличение активации высокочастотного бета-ритма может свидетельствовать о хорошей стабильности в выполнении стрельбы. Так, испытуемые, характеризующиеся сильным увеличением мощности ВЧ бета-ритма показали хорошие и стабильные результаты в контрольной стрельбе. Испытуемые, которые характеризуются отсутствием значимых изменений в ВЧ бета-диапазоне – показали худшие результаты в контрольной стрельбе.

По итогам проведенной с атлетами беседы относительно того, как именно они представляли выстрелы (сделан ли акцент на зрительный образ, на телесный образ, техническое движение или др.) были выявлены различия по стратегиям представления выстрелов. Спортсмены, показавшие высокие результаты, характеризовались более четкими зрительными образами во всех пробах на представление. Тогда как у менее эффективных

спортсменов чаще наблюдались нечеткие зрительные образы и более ясные телесные ощущения.

Таким образом, в нашем исследовании мы показали, что эффективная стрельба из лука связана с более сильным подавлением активации левого полушария, выражающейся в увеличении частотных характеристик альфа-ритма; а также значимом увеличении высокочастотного бета-ритма в сенсомоторных областях коры. Кроме того, было показано, что при представлении стрелковых движений эффективной является стратегия представления зрительных образов по сравнению с телесными. Полученные результаты могут найти практическое применение в тренировочном процессе как у начинающих лучников, так и у профессионалов.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-013-00951.

Список литературы

1. Salazar W. et al. Hemispheric asymmetry, cardiac response, and performance in elite archers //Research quarterly for exercise and sport. – 1990. – Т. 61. – №. 4. – С. 351-359.
2. Babiloni C. et al. Golf putt outcomes are predicted by sensorimotor cerebral EEG rhythms //The Journal of physiology. – 2008. – Т. 586. – №. 1. – С. 131-139.
3. Crews D. J., Landers D. M. Electroencephalographic measures of attentional patterns prior to the golf putt //Medicine & Science in Sports & Exercise. – 1993.
4. Doppelmayr M., Finkenzeller T., Sauseng P. Frontal midline theta in the pre-shot phase of rifle shooting: differences between experts and novices //Neuropsychologia. – 2008. – Т. 46. – №. 5. – С. 1463-1467.
5. Hillman C. H. et al. An electrocortical comparison of executed and rejected shots in skilled marksmen //Biological Psychology. – 2000. – Т. 52. – №. 1. – С. 71-83.
6. Konttinen N., Lyytinen H. Brain slow waves preceding time-locked visuo-motor performance //Journal of sports sciences. – 1993. – Т. 11. – №. 3. – С. 257-266.
7. Decety J. et al. Mapping motor representations with positron emission tomography //Nature. – 1994. – Т. 371. – №. 6498. – С. 600-602.
8. Guillot A. et al. Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: an fMRI study //Human brain mapping. – 2009. – Т. 30. – №. 7. – С. 2157-2172.
9. Hanakawa T., Dimyan M. A., Hallett M. Motor planning, imagery, and execution in the distributed motor network: a time-course study with functional MRI //Cerebral cortex. – 2008. – Т. 18. – №. 12. – С. 2775-2788.
10. Miller K. J. et al. Cortical activity during motor execution, motor imagery, and imagery-based online feedback //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2010. – Т. 107. – №. 9. – С. 4430-4435.
11. Munzert J., Lorey B., Zentgraf K. Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations //Brain research reviews. – 2009. – Т. 60. – №. 2. – С. 306-326.
12. Piras A. Visual scanning in sports actions: comparison between soccer goalkeepers and judo fighters : дис. – alma, 2010.
13. Roland P. E. et al. Supplementary motor area and other cortical areas in organization of voluntary movements in man //Journal of neurophysiology. – 1980. – Т. 43. – №. 1. – С. 118-136.
14. Sharma N., Baron J. C. Does motor imagery share neural networks with executed movement: a multivariate fMRI analysis //Frontiers in human neuroscience. – 2013. – Т. 7. – С. 564.

15. Stippich C., Ochmann H., Sartor K. Somatotopic mapping of the human primary sensorimotor cortex during motor imagery and motor execution by functional magnetic resonance imaging //Neuroscience letters. – 2002. – Т. 331. – №. 1. – С. 50-54.
16. Stephan K. M. et al. Functional anatomy of the mental representation of upper extremity movements in healthy subjects //Journal of neurophysiology. – 1995. – Т. 73. – №. 1. – С. 373-386.
17. Parnabas V., Parnabas J., Parnabas A. M. The relationship between mental imagery and sport performance on basketball //International Journal of Physical and Social Sciences. – 2015. – Т. 5. – №. 4. – С. 208-216.
18. Kim S. et al. Impulse and movement space—time variability //Journal of motor behavior. – 1999. – Т. 31. – №. 4. – С. 341-357.
19. Напалков Д. А., Ратманова П. О., Коликов М. Б. Аппаратные методы диагностики и коррекции функционального состояния стрелка //М.: Макс Пресс. – 2009. – Т. 212.
20. Базанова, О.М. Альфа-ритм и особенности сенсомоторной интеграции. Докторская диссертация/ О.М. Базанова. – 2009
21. Haufler A. J. et al. Neuro-cognitive activity during a self-paced visuospatial task: comparative EEG profiles in marksmen and novice shooters //Biological psychology. – 2000. – Т. 53. – №. 2-3. – С. 131-160.
22. Milton J. et al. The mind of expert motor performance is cool and focused //Neuroimage. – 2007. – Т. 35. – №. 2. – С. 804-813.
23. Hatfield B. D., Hillman C. H. The psychophysiology of sport: A mechanistic understanding of the psychology of superior performance //Handbook of sport psychology. – 2001. – Т. 2. – С. 362-386.
24. Babiloni C. et al. “Neural efficiency” of experts’ brain during judgment of actions: a high-resolution EEG study in elite and amateur karate athletes //Behavioural brain research. – 2010. – Т. 207. – №. 2. – С. 466-475.
25. Babiloni C. et al. Golf putt outcomes are predicted by sensorimotor cerebral EEG rhythms //The Journal of physiology. – 2008. – Т. 586. – №. 1. – С. 131-139.
26. Del Percio C. et al. Functional coupling of parietal alpha rhythms is enhanced in athletes before visuomotor performance: a coherence electroencephalographic study //Neuroscience. – 2011. – Т. 175. – С. 198-211.
27. Cheng M. Y. et al. Higher power of sensorimotor rhythm is associated with better performance in skilled air-pistol shooters //Psychology of Sport and Exercise. – 2017. – Т. 32. – С. 47-53.
28. Gong A. et al. Correlation between resting-state electroencephalographic characteristics and shooting performance //Neuroscience. – 2017. – Т. 366. – С. 172-183.

Анализ технических ошибок отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина и возможные пути их коррекции (на примере юных лыжников-двоеборцев)

Попова А.И. ¹, канд. пед. наук доцент, annaiporova@yandex.ru

Ардашев А.Е. ², канд. мед. наук доцент, alear74@mail.ru

Беккер А.А. ³, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник, bekker57@rambler.ru

Захаров Г.Г. ⁴, научный сотрудник, zaharov-grigori@mail.ru

Белёва А.Н. ⁵, аспирант, belyova.anka@yandex.ru

^{1, 2, 3} ФГБОУ ВО «Чайковский государственный институт физической культуры»,
Чайковский

^{4, 5} ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры», Санкт-Петербург

***Аннотация.** В статье представлен анализ техники отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина юных лыжников-двоеборцев. Дана краткая характеристика причин основных технических ошибок, сформулированы методические рекомендации тренерам по их устранению.*

***Ключевые слова:** прыжки на лыжах с трамплина, юные лыжники-двоеборцы, фаза отталкивания, биомеханические характеристики, технические ошибки, общий центр тяжести, асимметрия, положение голени.*

Введение

Отталкивание от стола отрыва – самая важная фаза лыжного прыжка, определяющая основные условия полёта для достижения его максимальной длины [4]. Закономерно, что этому техническому элементу в подготовке как взрослых, так и юных спортсменов уделяется много внимания и времени. Основными задачами спортсмена при выполнении отталкивания являются: достижение высокой вертикальной скорости отталкивания с сохранением горизонтальной скорости вылета и создание предпосылок переднего крутящего момента.

Отталкивание от стола отрыва происходит с высокой интенсивностью разгибания ног, которое способствует созданию оптимальных условий для последующего перехода спортсмена в полёт. Чтобы выполнить импульсное «взрывное» отталкивание летящий лыжник изначально должен создать разгоняющее «стартовое» и, затем, ускоряющее усилие ногами, позволяющие ему оторваться от опоры [1]. По этой причине движение отталкивания условно разделено на две составляющие – начальное давление ногами и отрыв. Однако при непосредственном анализе отталкивание должно рассматриваться как слитное и динамичное, единое движение.

Методы

Исследование техники отталкивания юных лыжников-двоеборцев на трамплине проводилось при помощи средств биомеханического анализа видеозаписей прыжков во время Спартакиады учащихся в городе Чайковский (2020 г.). Всего в исследовании приняли участие 41 спортсмен в возрасте от 14 до 16 лет.

Биомеханические характеристики прыжка изучались при помощи специализированной программы Dartfish ProSuite 9, а анализ ошибок, допущенных спортсменами во время отталкивания, производился на основе визуальной оценки видеозаписей прыжка. Полученные данные группы 9 лидеров и основной группы спортсменов сравнивались с современными модельными характеристиками.

Результаты

Результаты биомеханического анализа угловых характеристик прыжка на краю стола отрыва у юных лыжников-двоеборцев показал, что при схожести большинства величин с модельными, среднее по выборке значение результирующего «угла отталкивания» имеет значение более 90° (таблица 1). Это свидетельствует об отсутствии поступательного движения общего центра тяжести вперед практически у всех спортсменов к моменту окончания контактного отталкивания, что не соответствует современным техническим требованиям. Итогом такого выполнения является отсутствие предпосылки возникновения крутящего момента в начале полёта, и, следовательно – быстрого принятия аэродинамически выгодного положения системы «лыжник – лыжи».

Таблица 1. Средние показатели угловых характеристик у юных лыжников-двоеборцев в конце контактного отталкивания от стола отрыва (на краю стола отрыва). Спартакиада учащихся, г. Чайковский, 03.03.2020, трамплин К-95 м, зачетная попытка

Биомеханические характеристики	Величина углов в градусах		
	лидеры (n=9)	основная группа (n=32)	модельные показатели
Угол наклона туловища*	32,7	32,4	30 - 35
Угол в коленном суставе	124,2	121,6	≤130
Угол наклона голени*	64,4	67,3	60 - 65
Угол отталкивания*	92,1	96,3	83 - 88

*Примечание – Измерения проводились по отношению к плоскости стола отрыва

Анализ видеосъёмки сделанной со стороны спины показал наличие асимметрии у 34 спортсменов при выполнении отталкивания от стола отрыва. Это проявилось как в неравномерном сведении колен, так и в общем отклонении тела юных двоеборцев от оси лыжни. В большинстве случаев данный факт явился следствием смещения общего центра тяжести тела еще в стойке разгона. Закономерно, что допущенные ранее технические ошибки далее проявились в фазе полёта.

Необходимо учесть и тот факт, что большинство участников соревнований только в недавнем прошлом перешли в своей к подготовке с трамплинов учебных мощностей на спортивные, мощностью К-90 и более метров. Поэтому вполне очевидно, что выбор организаторов соревнований трамплина К-95 для проведения юношеского старта поставил большинство спортсменов в условия высокого психологического напряжения (страха), что в свою очередь отразилось на снижении качества прыжков.

Детальный видеоанализ отталкивания позволил выявить наличие у спортсменов ряд типичных ошибок: в распределении центра тяжести, в положении голени, в положении «голова-плечо-спина-руки», в проявлении силового импульса и асимметрии.

Обсуждение результатов

Необходимо отметить, что правильное отталкивание возможно выполнить только из соответствующей по своим техническим требованиям позиции стойки разгона. Основным требованием к правильному выполнению начала отталкивания является активное, устойчивое и сбалансированное прохождение радиуса разгона. В стойке разгона проекция общего центра тяжести тела должна находиться примерно в 10 см перед лодыжкой, а подошва стопы должна быть полностью загружена [3].



Рисунок 1 - Фаза прыжка «Отталкивание: начальное (стартовое) давление ногами»

Визуальный анализ видео выявил у юных лыжников-двоеборцев ошибки в распределении центра тяжести на начальной фазе отталкивания: смещении его на пятки или неравномерное распределение веса на обе стопы – «заваливаниях» туловища в сторону правой или левой ноги соответственно (рисунок 2).



Рисунок 2 - Часто встречающиеся ошибки в распределении общего центра тяжести

Неверное расположение общего центра тяжести приводит к неровной постановке лыж и смещению тела в бок, не позволяет лыжнику-двоеборцу оптимально начать отталкивание и требует дополнительных затрат для выравнивания своего положения.

У отдельных спортсменов наблюдался плохой контакт стопы с опорой, как это отражено на рисунке 3.



Рисунок 3 - Часто встречающиеся ошибки – пятка оторвана от опоры уже в середине отталкивания

Положение голени определяет направление усилия при отталкивании, и, следовательно, отвечает за создание переднего крутящего момента. Изменение угла наклона голени в момент начала отталкивания неизбежно сопровождается компенсирующим движением. Такими как подъем туловища, активация рук и изменяющаяся позиция таза, что зачастую являются следствием допущенных ранее ошибок.

Здесь необходимо контролировать следующие моменты: угол наклона голени должен оставаться стабильным в начале давления ногами, при этом колени должны оставаться перед «носиками» креплений, стопы прижаты, а пятки ботинок опираться на пятки креплений [3].

Обучать юных спортсменов устойчивому положению голени необходимо в сочетании с прыжками с подвижной поверхности (тележка на роликах, роликовые коньки), так как данные упражнения сопоставимы с основным соревновательным упражнением прыжковой дисциплины лыжного двоеборья и выполняются в усложненных условиях.

Тело во время отталкивания должно быть естественно свободным, без излишнего напряжения. Чтобы научить спортсменов контролировать тело необходимо использовать разнообразные упражнения и средства: прыжки с различным положением рук и тела, а также прыжки с изменением направления движения или взгляда. В некоторых случаях изменение требуемого положения тела инициирует цепь ошибок. Поэтому нужно уделять внимание тому, чтобы тело на протяжении всей фазы контактного отталкивания поддерживалось в свободном и неизменном состоянии.

В момент начала отталкивания система звеньев тела «голова-плечи-спина-руки» должна находиться примерно на одном уровне. Однако, не всем участникам соревнований удавалось сохранить это положение (рисунок 4).



Рисунок 4 - Часто встречающиеся ошибки в положении «Голова - плечи - спина-руки»

Голова должна оставаться слегка наклоненной вперед и как бы продолжать линию спины, при этом она задает направление движения. С началом давления ног плечи приподнимаются над коленями, спина и руки остаются в выпрямленном положении, причем руки располагаются над или у тазобедренного сустава.

В прыжке значимую роль играет динамичное отталкивание, однако, у большинства участников соревнований не просматривалось активного отталкивания, оно больше напоминало равномерное вставание. Поэтому уже с самого начала в процессе подготовки юных спортсменов необходимо обучать «взрывному», импульсному отталкиванию (рисунок 5).



Рисунок 5 - Реализация силового потенциала в начале отталкивания во время выполнения прыжка на лыжах с трамплина

Импульс усилия во время отталкивания должен начинаться своевременно, равномерно со всей стопы с одновременным распрямлением в коленных и тазобедренных суставах. Решающим фактором является синхронность разгибания в коленных и тазобедренных суставах. Силовой импульс создаётся исключительно ногами, соразмерный и симметричный. Опережающее распрямление в коленях приводит к переворачиванию спортсмена вперёд и потере равновесия в прыжке. Если туловище открывается быстрее, то оказывает активное влияние на смещение общего центра тяжести назад [3]. Важным фактором для выполнения отталкивания в полную силу является уверенность, т.е. снижение боязни [2]. Для соблюдения методической направленности овладения динамичным отталкиванием, тренировки должны происходить на правильно выбранном по своей мощности трамплине.

Интенсивность отталкивания с полным разгибанием ног, реализация отталкивания со всей стопы и активным положением общего центра тяжести на момент прохождения края стола отрыва (рисунок 6) являются ключевыми факторами качественного выполнения отрыва.

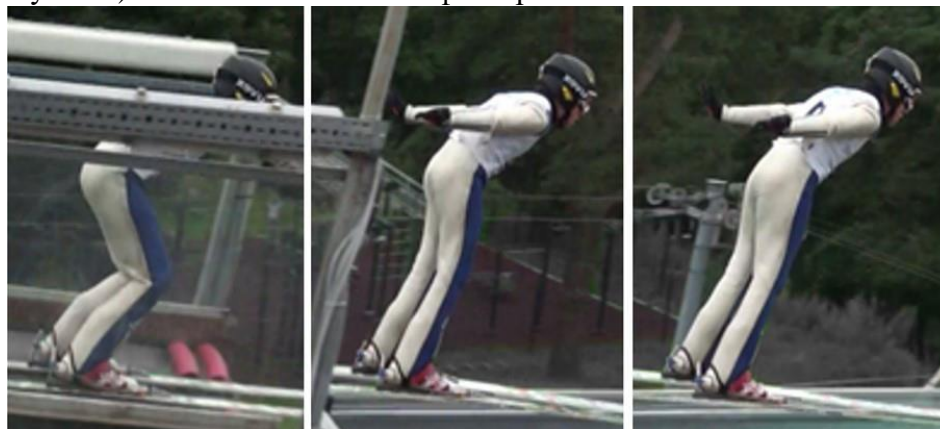


Рисунок 6 - Финальная стадия отталкивания – «отрыв»

Чтобы достичь высокого силового результата, максимальное ускорение разгибания должно достигаться в момент прохождения края стола отрыва и сразу за ним. Поправки и указания тренера должны быть сфокусированы на энергичном, в полную силу отталкивании. Полное распрямление ног происходит только после выхода со стола отрыва.

Полноценная реализация силы достигается, если она направлена вертикально вниз. При этом толчок должен выполняться со всей стопы, т.к. только такое отталкивание делает возможным быстрый подбор лыж (движение отталкивания с «подбором» стопы) и обеспечивает, в дальнейшем, сохранение аэродинамического положения в полёте (рисунок 7).



Рисунок 7 - Положение системы «лыжник-лыжи» в момент отрыва (Кобаяши Р., Япония)

Вертикальное положение туловища и ног спортсмена приводит к уменьшению крутящего момента и затрудняет принятие аэродинамического положения (рисунок 8). Поэтому при обучении отталкиванию важно обращать внимание на то, чтобы импульс силы действовал при слегка наклоненном вперёд бедре, живот должен быть слегка втянут, плечи и грудь движутся в направлении полёта (рисунок 7).



Рисунок 8 - Отсутствие крутящего момента после отрыва

В большинстве случаев мах рук содействует движению отталкивания и выполняется гармонично. Также, положение рук влияет на эстетическую сторону прыжка – индивидуальный стиль. После отрыва, для принятия активного положения полёта, важно как можно быстрее вернуть руки к бедру (рисунок 9).



Рисунок 9 - Часто встречающиеся ошибки в положении рук

Важным наблюдением стало то, что у 34 из 41 спортсменов была обнаружена асимметрия в положении рук, ног, туловища (рисунок 10).



Рисунок 10 - Примеры «асимметрии» в позе спортсменов

Симметричное положение при отталкивании лежит в основе симметричного положения в полёте. Тело спортсмена должно находиться над центром (осью) лыжни, а оси плеча и таза, параллельны лыжне, положение рук и ног симметричны (рисунок 11).

Маленькие, в отношении симметрии небрежности (например: постановка стоп в виде шага, Х - и О – образное ведение колен) в дальнейшем часто имеют большое влияние на общую конфигурацию отталкивания и полёта.

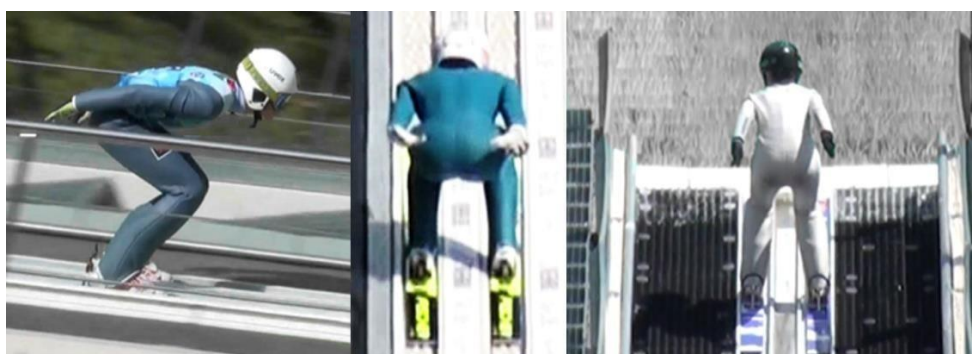


Рисунок 11 - Симметричное положение спортсмена во время начала и середине отталкивания

Когда спортсмен покидает стол отрыва, то закономерно начинается полёт с воздействием сил воздуха. Любая же асимметрия в системе «лыжник-лыжи» оказывает негативное влияние на дальнейший ход движения и, следовательно, на аэродинамику прыжка. Варианты положения спортсмена при отрыве вы можете видеть на рисунке 12.



Рисунок 12 - Симметричное положение спортсмена и лыж во время отрыва (слева и в центре); асимметричное положение рук, смещение ОЦТ тела вправо по отношению к оси лыжни (справа)

Задачами обучения правильной симметрии состоят в создании равного по усилию отталкивания обеими ногами, при сохранении симметричного положения рук и контроле расстояния между стопами [3].

Важным для оценки симметрии является позиция наблюдения тренера. Регулярное изменение перспективы наблюдения имеет особое значение. Именно здесь скрываются причины в цепи ошибок, эффекты которых проявляются уже в полёте.

Выводы

Таким образом, в ходе проведенного исследования на Спартакиаде учащихся был выявлен низкий технический уровень спортсменов в фазе отталкивания от стола отрыва, не соответствующий должной квалификации спортсменов этого возраста. Данный факт свидетельствует о недостаточно точной методической работе, проводимой с юношеским резервом.

Немаловажно, что для проведения данных юношеских соревнований организаторами был выбран достаточно большой трамплин спортивной мощности К-95 метров, на котором у большинства участников соревнований был малый опыт прыжков. Это не позволило им в полной мере продемонстрировать свою подготовленность.

Таким образом, лыжники-двоеборцы уже в юном возрасте должны быть ориентированы на технически верное выполнение заданий. Основой обучения и совершенствования прыжка на лыжах с трамплина должно стать выполнение имитационных упражнений, как в простых, так и в усложненных условиях. При этом необходимо систематически проводить целенаправленный видеонализ с целью фиксации и детального разбора совершаемых спортсменом технических погрешностей.

Список литературы

1. Захаров Г.Г., Новикова Н.Б., Котелевская Н.Б. Современные тенденции в технике прыжков на лыжах с трамплина лыжников-двоеборцев: методическое пособие. – Санкт-Петербург: ФГБУ СПбНИИФК, 2019. – 64 с.
2. Попова А.И., Ардашев А.Е. Оценка и коррекция техники отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина: сборник материалов международных научно-практических конференций. Физическая культура и спорт. – М.: Индивидуальный предприниматель Коротких Алиса Анатольевна, 2018. – С. 140 – 145.
3. Buchner S. Technikleitfaden Skispringen // DSV Trainerschule. – Planegg. – 2015. – 44 P.
4. Schwameder H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 / H. Schwameder // Sport Biomech. - 2008. - Vol. 7 (1). - P. 114-136.

Уровень специальной физической подготовленности метательниц копья различной квалификации

Примаченко П.В., студент, *primascenko@gmail.com*

Врублевский Е.П., доктор пед. наук, профессор кафедры спортивных дисциплин, *vru-
evg@yandex.ru*

Молчанов В.С., преподаватель кафедры спортивных дисциплин, *Molchvitaly@yandex.ru*

*Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф.
Скорины», г. Гомель, Беларусь*

Аннотация. *Статья посвящена определению специальной физической подготовленности метательниц копья различной спортивной квалификации с помощью контрольных тестов, которые напрямую связаны со спортивной результативностью. Контрольные тесты также являются информативными способами при выявлении индивидуальных особенностей для построения циклов тренировочного процесса в различные периоды подготовки метательниц различной спортивной квалификации.*

Ключевые слова: *специальная физическая подготовленность, метательницы копья, контрольное упражнение, специальная техническая подготовленность.*

Введение

Правильная организация построения тренировочного процесса спортсменов различного уровня мастерства и в различных видах легкой атлетики предполагает выполнение ряда операций [2, 4, 5, 7, 12, 13]. Одна из них связана с изучением структуры подготовленности спортсменов и выбором минимального комплекса информативных показателей для её описания. Реализация этой операции возможна при использовании корреляционного и факторного анализов, позволяющих из множества показателей выбрать минимум наиболее информативных [4]. Здесь, как правило, используют два метода: первый основан на статистической обработке групповых данных, зарегистрированных у множества спортсменов (R – анализ); второй - на анализе ряда повторных измерений, полученных при обследовании одного и того же спортсмена в ходе тренировки (P – анализ).

Результат в метании копья зависит, в основном, от степени владения двигательным навыком (умения использовать биомеханические преимущества скоростно-силовых возможностей звеньев тела), а также от уровня развития скоростно-силовых качеств. Вместе с тем, исследования показывают [1, 5, 6, 7, 8, 12], что на результат оказывает влияние еще целый ряд качеств, которые имеют различную важность для того или иного вида спорта.

Так, для спортсменов, специализирующихся в метании копья информативными являются такие морфологические параметры как длина плеча, голени и стопы. Эти данные следует учитывать при определении перспективности метательниц копья в процессе отбора, а также при осуществлении необходимой коррекции и индивидуализации спортивной подготовки [3, 9, 10, 11].

Для того, чтобы в наибольшей степени приблизится к точной оценке необходимого уровня развития двигательных качеств, тренерами применяются различные упражнения. И чем ближе контрольное упражнение по своей структуре к соревновательному, тем в большей степени оно отражает уровень специальной технической и физической подготовленности спортсменов.

Методы

Для определения специальной физической подготовленности, с помощью контрольно-педагогических тестов обследованы 64 метательницы копья различной квалификации. Спортсменки, прошедшие обследования, были условно разделены на три группы. В первую группу вошли метательницы копья первого спортивного разряда в количестве 18 человек. Вторую группу составили спортсменки второго разряда (n=20). В третьей группе были представлены метательницы третьего спортивного разряда в количестве 26 человек.

С использованием методов математической статистики [4] определена корреляционная взаимосвязь между спортивным результатом и показателями специальной физической подготовленности метательницы копья различной квалификации.

Результаты

Проведенные исследования показали, что между результатом в метании копья и показателями контрольных тестов (см. таблицу) имеется довольно тесная и статистически достоверная (для 5% уровня значимости) корреляционная связь. При этом результаты тестов можно считать обобщенными показателями специальной подготовленности, характеризующими не только специальную физическую, но и техническую подготовленность.

Таблица 1. Уровень специальной физической подготовленности метательниц копья различной квалификации ($\bar{X} \pm \sigma$) и коэффициент корреляции (r) показателей со спортивным результатом

Показатели	III разряд	II разряд	I разряд	r
Бег 30 м по движению (с)	3,80±0,05	3,7±0,10	3,7±0,15	0,376
Бег с копьем 15 м (с)	2,0±0,1	1,9±0,2	1,95±0,5	0,431
Бег с отведением копья 15 м (с)	2,3±0,2	2,2±0,1	2,1±0,1	0,773
Прыжок в длину с места (м)	2,09±0,07	2,20±0,02	2,35±0,05	0,368
Тройной прыжок с места	5,00±0,05	5,82±0,42	6,80±0,28	0,589
Пятикратный прыжок с разбега 5 м на левой ноге(м)	-	11,80±0,25	12,40±0,34	0,731
Пятикратный прыжок с разбега 5 м на правой ноге(м)	-	12,05±0,73	12,90±0,55	0,797
Бросок ядра 4 кг снизу-вперед двумя руками (м)	12,52±0,25	12,77±0,42	13,50±0,50	0,771
Бросок ядра 4 кг назад двумя руками, стоя спиной по направлению метания (м)	11,60±0,64	12,95±0,45	14,05±0,57	0,726
Метание ядра 2 кг двумя руками из-за головы с подбега (м)	-	14,05±0,5	15,05±0,5	0,823
Рывок штанги (кг)	-	40±2,5	47,5±1,9	0,656
Жим штанги (кг)	-	42,5±2,5	52,5±2,2	0,531

Приседание с весом на плечах (кг)	-	87,5±7,5	95±5,0	0,676
Метание копья 800 г с разбега (м)	17,00±2,00	29,00±3,00	38,00±1,00	0,906
Метание копья 600 г с разбега (м)	36,00±2,00	41,50±2,50	48,00±2,00	-
Метание копья 400 г с разбега (м)	24,00±2,00	27,00±2,00	32,00±2,00	0,956

Примечание: коэффициенты статистически достоверны при $r=0,470$ для 5% уровня значимости

Обсуждение результатов

Так, к контрольным упражнениям, направленным на выполнение основного двигательного акта, следует отнести броски ядер весом 4 кг и метание различных отягощения, вес которых 2-2,5 кг, двумя руками из-за головы с подбега. К контрольным упражнениям, сходным с метанием копья в полной координации только по внутренней структуре движений, следует отнести метания утяжеленного (600 г) и облегченного (400г) копья с разбега.

Несмотря на встречающуюся в литературе [8] информативность показателя такого контрольного упражнения, как метание копья с места, мы считаем, что поскольку его структура движений значительно отличается от соревновательной, то данный тест, как показатель технической подготовленности спортсменок использовать в учебно-тренировочном процессе нецелесообразно. Это аргументируется тем, что целостная структура метания копья состоит из последовательно соединенных фаз: разбег, скрестные шаги, финальное усилие, торможение, следовательно, чтобы определить уровень технической подготовленности в метании копья спортсменок в целом, недостаточно применить такое контрольное упражнение как метание копья с места [1, 2, 9].

Традиционное использование в качестве оценки специальной физической подготовленности показателей контрольных упражнений со штангой [8, 9] также нельзя признать удовлетворительным для спортсменок III-I спортивных разрядов. Поскольку после демонстрации значительных показателей в рывке и жиме штанги, взятии штанги на грудь спортсменки данного уровня мастерства не всегда показывали высокие результаты, а наоборот, часто снижали свои спортивные достижения в метании копья. Более информативны у метательниц такие контрольные упражнения, как пятикратный прыжок с места и подбега, которые свидетельствуют об умении спортсменок полноценно реализовывать способность к взрывным усилиям [2]. Последнее связано с тем, что при выполнении этих упражнений характер нервно-мышечных усилий аналогичен тем, которые затрачивают метательницы при выполнении скрестного шага в основном соревновательном движении [6, 10].

А из скоростных тестов наибольшую информативность для спортсменок III-I спортивных разрядов имеет бег с отведением копья, так как данное контрольное упражнение полностью отражает целостность выполнения соревновательного упражнения. Помимо этого следует отметить, что данный тест применяется как подводящее физическое упражнение у метателей копья в тренировочном процессе и как, подготовительное упражнение перед соревновательным броском.

Выводы

В результате проведенного тестирования с помощью корреляционного анализа были выявлены метрологически информативные тесты, которые можно использовать для оценки специальной физической подготовленности копьеметательниц. Описанные тесты являются доступными, не требуют специальной аппаратуры, поэтому их можно использовать в практике подготовки метательниц копья различной квалификации.

По результатам данных тестов можно также определить планируемый спортивный результат у метательниц копья различной квалификации, так как применяемые нами в

исследования контрольные упражнения повышают полноту реализации моторных возможностей в соревновательном упражнении на основе улучшения способности к точному выполнению биомеханических параметров броска [2, 11].

Список литературы

1. Боровая В. А., Костюченко В. Ф., Врублевский Е. П. Методическая направленность выбора специальных упражнений в метании копья//Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. - 2011. - №8 (78). - С.34 – 39.
2. Боровая В. А., Врублевский Е. П., Коняхин М. В., Котовенко С. В. Закономерности формирования и совершенствования системы движений спортсменов (на примере метания копья): монография. - Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. - 176 с.
3. Врублевский Е. П. Управление тренировочным процессом женщин в скоростно-силовых видах легкой атлетики//Теория и практика физической культуры. – 2003. – №. 6. – С. 2-5.
4. Врублевский Е. П., Лихачева О. Е., Врублевская Л. Г. Выпускная квалификационная работа: подготовка, оформление, защита: учебное пособие. - М.: Физкультура и спорт, 2006. - 228 с.
5. Костюченко В. Ф., Врублевский Е. П. Особенности индивидуальной тренировочной деятельности спортсменок высокой квалификации в годичном цикле подготовки//Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2009. – №. 3(49). - С. 39–43.
6. Костюченко В. Ф., Врублевский Е. П., Боровая В. А. Классификация специальных упражнений, применяемых в тренировке метателей (на примере метания копья) //Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2014. – №. 5 (111). - С. 70-77.
7. Маслаков В. М., Врублевский Е. П., Мирзоев О. М. Эстафетный бег: история, техника, обучение, тренировка. - М.: Олимпия, 2009. - 170 с.
8. Мехрикадзе В. В., Позюбанов Э. П., Ермолаев Б. В. Метание копья: пособие //Минск: БГУФК, 2010. – 32 с.
9. Полищук В. Д. Использование специальных и подводящих упражнений в тренировочном процессе легкоатлетов //К.: Олимпийская литература. – 2009. – 144 с.
10. Примаченко П. В. «МОДЕЛЬ» современного метателя копья //Спорт и спортивная медицина. – 2020. – С. 339-343.
11. Примаченко П. В. Оценка взаимосвязи травматизма с биомеханическими параметрами движения в метании копья //Современные векторы прикладных исследований в сфере физической культуры и спорта. – 2020. – С. 503-508.
12. Vrublevskiy E.P. Features of training of female athletes in speed-power kind of track-field athletes. Theory and Practice of Physical Culture. 2005. Т. 7. № 1. С. 60.
13. Vrublevskiy E., Kozhedub M. The level of specyfic motor properties in the individual phases of the menstrual cycle among young sportswomen practicing sprints. Rocznik Lubuski. 2018. Т. 44. № 2А. pp. 105-115.

Методология исследования и методические основы оценки роста и физического развития подростков при организации физического воспитания и спорта

Прусов П.К., доктор мед. наук, *peter.prusov@mail.ru*

Ассоциация компьютерных наук в спорте, Москва.

С оценкой роста и формирования антропометрических признаков физического развития (ФР) растущего организма уже многие десятилетия связываются надежды как с информативными индикаторами физических возможностей и регламентации физических нагрузок (ФН) при физическом воспитании и спорте. Однако, дефицит конкретных знаний, существующий для подростков по закономерностям роста и созревания, недостаточное внимание исследователей к разработке надежных критериев оценки и мониторинга показателей ФР, изучению их значимости в качестве индикаторов физической работоспособности и приспособительных возможностей к тренировочным нагрузкам ограничивают реализацию на практике ряд успешно разработанных теоретических концепций физвоспитания и спорта (отбора и спортивной ориентации, учета критических и сенситивных периодов развития, определения слабого звена и др.).

Такие особенности развития подросткового периода, как выраженная эндокринная перестройка организма, половое созревание, ростовой спурт, асинхронность биологического созревания и нарастание гетерохронности развития систем и органов, увеличивают разнообразие подростковой популяции по адаптационным возможностям к физическим нагрузкам. В связи с чем существующие подходы оценки и прогнозирования динамики “физических кондиций”, выбора адекватных тренировочных нагрузок в данном периоде оказываются менее надежными и требуют совершенствования с учетом индивидуальных особенностей ростового процесса, созревания и физического развития.

Учитывая выше сказанное, была разработана методология исследования по обсуждаемому вопросу, включающая три этапа работы: I. Совершенствование критериев оценки ростового процесса и ФР в подростковом периоде или создание инструментов. II. Изучение адаптационных возможностей организма к тренировочным нагрузкам с учетом особенностей ФР подростков. III. Разработка алгоритмов и рекомендаций оценки физических возможностей и выбора адекватных физических нагрузок на основании имеющихся инструментов и полученных знаний по адаптационным возможностям к тренировочным нагрузкам.

Для совершенствования системы оценки физического развития в подростковом возрасте теоретически была обоснована необходимость лонгитудинального исследования с соблюдением определенных требований по частоте и продолжительности измерений и применения определенных подходов анализа и статистической обработки данных.

Под динамическим проспективным наблюдением находилось 175 мальчиков, которые постоянно измерялись с 11 летнего возраста до остановки роста длины тела (школа № 11 и № 36 г. Витебска). Методами антропометрии и калиперометрии измерялись тотальные и парциальные размеры тела, оценивалось половое созревание. Особенностью данного исследования по сравнению с отечественными и иностранными лонгитудинальными наблюдениями явилась частота измерений до 4-х раз в год, непрерывность исследования на протяжении всего периода полового созревания, проведение измерения до остановки роста длины тела. Полученные материалы послужили основой для конкретизации знаний по закономерностям роста и созревания, разработки критериев оценки ФР у подростков и

установлению влияния физических нагрузок на формирование растущего организма в подростковом возрасте.

В результате данного исследования уточнена значимость признаков полового созревания в качестве маркеров биологического созревания (БС), и на основании статистического изучения вариационных рядов по срокам достижения определенных событий БС разработаны центильные шкалы оценки темпов БС. Установлены маркеры БС для определения и прогнозирования фаз ростового процесса (предспуртовой, ростового спурта и фазы торможения скорости роста).

На основании многомерного анализа различных признаков ростового процесса и созревания установлены основные ассоциации (факторы) их популяционной изменчивости. Это факторы: 1. Роста и созревания, 2. Относительной массы тела, 3. Темпов созревания и мускулинизации, 4. Дефинитивной длины тела. Уточнен перечень важнейших показателей ФР, научно обоснованы подходы и разработаны критерии (относительной) оценки общей массы и парциальных размеров тела у подростков в процессе роста и созревания. Разработаны шкалы прогнозирования и оценки дефинитивной длины тела

Установлены закономерности дифференцировки тканевых компонентов массы тела на разных фазах созревания и изменение ее под влиянием физических нагрузок.

Разработанные "инструменты оценки ФР" в ряде других серий исследований позволили установить значимость показателей ФР в качестве индикаторов оценки состояния и физических возможностей организма подростков. Обследовано более 1400 подростков и юношей 11-20 летнего возраста (от занимающихся физкультурой только по школьной программе до представителей специализированного спорта, учащиеся ШИСП). Наряду с характеристиками ФР определялись: функциональное состояние, физическая работоспособность, подготовленность, особенности энергообеспечения, отклонения в состоянии здоровья по большому количеству показателей.

Ряд алгоритмов и рекомендаций, основанных и разработанных с учетом отдельных показателей ФР и их интеграции, рекомендуется использовать в системе физического воспитания и спорта подростков: для прогнозирования физических возможностей и работоспособности; индивидуальной оценки и нормирования физической подготовленности (ФП); комплексной оценки и мониторинга ФР и ФП в процессе роста и созревания, в качестве стандартов ФР некоторых групп легкоатлетов для проведения спортивной ориентации; назначения рекомендаций по коррекции тренировочных нагрузок у юных спортсменов в связи с расслоением по темпам и фазам биологического созревания; выявления подростков с низкими физическими возможностями вследствие гипокинезии; рекомендаций по выбору физических нагрузок и проверки их эффективности у подростков с дисгармоничным ФР (дефицитом и избытком массы тела).

Разработанные нами критерии оценки и мониторинга показателей ФР в процессе роста и созревания подростков, методические подходы ведения исследований (частота и продолжительность лонгитудинальных наблюдений, синхронизация морфофункциональных показателей с учетом маркеров БС) необходимы для дальнейших исследований в системе физического воспитания и спорта при оценке эффективности применяемых тренировочных программ, при выделении различных групп по адаптационным возможностям к ФН и решению вопросов спортивной ориентации, разработке критериев оценки физических возможностей организма на основании учета комплекса морфофункциональных показателей.

Список литературы

1. Абросимова Л.И. Прусов П.К. Адаптация к физическим нагрузкам мальчиков-подростков на разных фазах роста и созревания //Материалы III международной конференции "Традиционные и нетрадиционные методы оздоровления детей". - Дубна. - 1994. - с. 215.

2. Прусов П.К. Зависимость состояния сердечно-сосудистой системы от степени полового созревания подростков, тренирующихся на выносливость //Новые исследования по возрастной физиологии.- Москва, 1987. - № . 1. - с. 58-61.
3. Прусов П.К., Велитченко В.К. Физическая работоспособность подростков, тренирующихся в видах спорта на выносливость, при разной степени полового созревания //Теория и практика физической культуры, 1988. - №2. - с. 28-29
4. Прусов П.К. Оценка темпов полового созревания мальчиков //Педиатрия, 1990. - №5. - с. 89-90.
5. Прусов П.К. Соотношение скорости роста массы тела и некоторых тканей в процессе полового созревания мальчиков //Гигиена и санитария, 1992. - №7-8. - с. 48-49.
6. Прусов П.К. Максимальная скорость роста мальчиков-подростков // Педиатрия, 1993, №3, с. 23-25.
7. Прусов П.К. Врачебно-спортивная оценка темпов биологического созревания мальчиков-подростков //Вестник спортивной медицины России, 1994 - №1-2. - с. 28-33.
8. Прусов П.К. Относительные величины тканевых компонентов массы тела в зависимости от массо-ростового соотношения у мальчиков-подростков //Педиатрия, 1998 - №3. - с.40-42.
9. Прусов П.К. Оценка и прогнозирование массо-ростового соотношения у мальчиков в процессе полового созревания//Гигиена и санитария, 1999 - № 2. - с. 21-24.
10. Прусов П.К. Физическая работоспособность и некоторые особенности энергообеспечения юных спортсменов в зависимости от уровня массо-ростового соотношения// Педиатрия, 2000 - №6. - 61-65.
11. Прусов П.К. Основные факторы физического развития мальчиков-подростков// Педиатрия. - 2004. - №3. - с. 96-100.
12. Прусов П.К. Физическая подготовленность мальчиков-подростков (вопросы индивидуальной оценки) // Журнал российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов. - 2004. - №1(10). - с. 20-25.
13. Прусов П.К. Особенности физического развития подростков в системе управления оздоровительным и спортивным процессом: Дисс. ...докт. мед. наук. – М, 2005. – 274
14. Прусов П.К. Методология оценки состояния и физических возможностей детей и подростков при занятиях физкультурой и спортом. – В кн.: Здоровье, обучение и воспитание детей: история и современность (1904-1959-2004). – М, 2006. – с. 157 – 165.
15. Прусов П.К. Витебское лонгитудинальное исследование физического развития подростков (значение для медицины и спорта)// Актуальные проблемы спортивной морфологии и интегративной антропологии. –М, 2006. – 186-188.
16. Прусов П.К. Теоретические и методологические вопросы оценки особенностей пубертатного периода развития организма в системе физвоспитания и спорта// Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. – М. 2009. – с. 33-38.
17. Прусов П.К. Показатели биоимпеданса и их взаимосвязи с физическим развитием и работоспособностью у юных спортсменов//. В сборнике: Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта XXI века. Материалы Всероссийской научно-практической интернет конференции с международным участием. 2017. с. 41-48.
18. Prusov P.K. Weight/height 3.034 is necessary tool of relative body mass estimation of adolescents. “ Children and Exercise XXVIII The Proceedings of the 28 th Pediatric Work Physiology, edited by Manuel J. Coelho-e-Silva, Amandio Cupido-dos-Santos, Neil Armstrong (London and New York, 2013). – p. 173-176.
19. Prusov P.K. Change of growth and maturing rates of boys in puberty period, some determinants. The 30nd Congress Pediatric work Physiology , Soloniki, 3-8 october 2017 – p 83

Особенности активности мышц при выполнении выстрелов из лука в различных тренировочных условиях

Пухов А.М., канд. биол. наук, alexander-m-p@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»,
Великие Луки

Аннотация. Цель работы заключалась в изучение особенностей мышечной активности стрелков из лука в различных тренировочных условиях и в условиях, приближенных к соревновательной деятельности. В исследовании приняли участие 7 стрелков из лука высокой квалификации. Стрельба из лука в различных тренировочных условиях отличается по величине мышечного напряжения и распределению мышечной нагрузки. Наибольшее напряжение скелетные мышцы развивали при стрельбе в мишень, а наименьшее при выстрелах в щит на рабочей дистанции.

Ключевые слова: стрельба из лука, классический лук, электромиография, мышечная активность, тренировочные условия, стрельба в мишень, стрельба по щиту.

Введение

Стрелковый спорт входит в число сложнотехнических видов, которые предъявляют большие требования к физической, функциональной, технической, тактической и психологической сторонам подготовки спортсменов. Различные стрелковые упражнения в соревновательных условиях сопровождаются многократным приложением мышечных усилий в статических, преодолевающих и уступающих режимах, обеспечивающих наведение оружия в цель, удержание позы изготовки в момент прицеливания, корректирующие мышечные добавки при прицеливании, создание жестких биодинамических опор при обработке выстрела, удержание положения тела в пространстве [6].

В значительной степени успех выстрела зависит от способности концентрировать и удерживать внимание на кинестетических ощущениях и осуществлять тонкую и точную межмышечную и внутримышечную регуляцию [1, 5]. Основное условие меткого выстрела – скоординированное выполнение всех действий при однообразной изготовке от выстрела к выстрелу.

Электромиографический анализ спортивных движений позволяет выявить особенности активности скелетных мышц и на их основе раскрыть внутренний рисунок технических действий спортсмена. Известно, что при изометрических мышечных сокращениях амплитуда электроактивности пропорциональна усилиям, развиваемым конкретной мышцей [3]. Выстрел из лука характеризуется преимущественно статическими нагрузками, в связи с чем, электромиографический анализ позволяет судить о силе напряжения каждой из исследуемых мышц и через степень развиваемых ими усилий воздействовать на биомеханические характеристики выстрела.

Большинство работ, посвященных исследованию спортивных движений, направлено на изучение основного соревновательного упражнения в условиях, приближенных к соревновательным. Вместе с тем, большой объем тренировочной работы осуществляется в условиях, отличных от соревновательных, которые должны содействовать формированию, закреплению или совершенствованию двигательного навыка спортсмена. Таким образом, значительный интерес представляло изучение особенностей мышечной активности стрелков из лука в различных тренировочных условиях и в условиях, приближенных к соревновательной деятельности.

Методы

Активность скелетных мышц, задействованных в выстреле из лука, оценивали по величине амплитуды их электроактивности. Постулируется, что чем выше амплитуда электромиограммы (ЭМГ), тем больше напряжение, развиваемое изучаемыми мышцами. Следовательно, изменения амплитуды ЭМГ-активности отражают усилия, развиваемые скелетной мышцей в процессе выполнения как выстрела в целом, так и в рамках одной технической фазы. Амплитуда биопотенциалов скелетных мышц регистрировалась телеметрическим 16-ти канальным электромиографом ME 6000 (Mega Electronics, Финляндия). Данная система позволяет при необходимости производить электромиографическую регистрацию до 16-ти скелетных мышц, не ограничивая спортсмена в перемещении и выполняемых двигательных действиях. Экспериментальные исследования позволили установить, что основная нагрузка, а следовательно, и значительную роль в результативности выстрела из лука выполняют мышцы плечевого пояса и рук [2, 7]. К этим мышцам относятся:

- 1) задняя часть дельтовидная мышца правой руки: тянет плечо назад и позволяет выполнять натяжение тетивы;
- 2) передняя часть дельтовидная мышца левой руки: поднимает плечо кверху и обеспечивает удержание вытянутой вперед руки, удерживающей лук;
- 3) верхние пучки трапецевидной мышцы с правой и левой стороны: при сокращении поднимают лопатки вверх;
- 4) нижние пучки трапецевидной мышцы с правой и левой стороны опускают лопатку; при двустороннем сокращении мышц приводят лопатки к средней линии позвоночника;
- 5) поверхностный сгибатель пальцев кисти сгибает средние фаланги II-V пальцев кисти (от мизинца до указательного);
- 6) общий разгибатель пальцев кисти разгибает II-V пальцы и производит разгибание кисти.

В данном экспериментальном исследовании приняли участие 7 спортсменов-стрелков сборной команды России по стрельбе из лука, имеющие спортивную квалификацию мастер спорта. Регистрировалась и подвергалась анализу электроактивность скелетных мышц рук и плечевого пояса: задняя часть дельтовидной правой и передняя часть дельтовидной левой руки; верхние и нижние пучки трапецевидной мышцы с правой и левой стороны; поверхностный сгибатель и общий разгибатель пальцев правой кисти. Регистрация электроактивности мышц осуществлялась в различных тренировочных условиях и в условиях, моделирующих соревновательную деятельность. В частности, упражнение «протяжка», при выполнении выстрелов на разминочной дистанции 3 м, при стрельбе с 18 метров «по щиту», на дистанции 18 метров в мишень. В каждом из перечисленных условиях спортсмены выполняли от 12 до 30 выстрелов.

Подход к оценке эффективности действий спортсмена-стрелка предполагал изучение среднегрупповых и индивидуальных особенностей электромиограммы скелетных мышц во всех названных выше условиях и их сопоставление с выстрелами по мишени достоинством «10 очков».

Результаты

Выполнение тренировочной работы спортсмена-стрелка значительно превышает объем соревновательной нагрузки. В тренировочном процессе для отработки отдельных технических элементов применяются различные тренировочные условия, цель которых формировать и закреплять правильный двигательный навык в облегченных или затрудненных условиях стрельбы. Среднегрупповые результаты электромиографической активности скелетных мышц при выполнении выстрелов из лука в различных тренировочных условиях представлены в таблице 1. Из результатов, представленных в таблице 1, можно заключить, что подавляющее большинство мышц развивают значительно большие усилия при стрельбе по мишени по сравнению с другими тренировочными условиями. При этом суммированная ЭМГ-активность

при стрельбе в мишень с 18 метров была больше по отношению к стрельбе в щит на 41% и к стрельбе с 3 метров на 31%. Можно отметить, что при стрельбе в мишень наибольшую ЭМГ-активность развивали передняя часть левой дельтовидной (1256,83±227,22 мкВ) и верхние пучки трапецевидной мышцы с правой стороны (1066,59±235,88 мкВ). При выстрелах с трех метров и в щит наиболее активными были дельтовидные мышцы (передняя часть левой и задняя часть правой).

Таблица 1. Амплитуда ЭМГ-активности скелетных мышц при выполнении выстрела из лука в разных тренировочных условиях, мкВ

Мышцы	Условия стрельбы		
	3 метра	18 метров в щит	18 метров в мишень
Поверхностный сгибатель пальцев пр.	343,33±6,27	200,85±18,55	276,66±37,03
Общий разгибатель пальцев пр.	111,41±3,47	96,85±3,29*	197,39±38,53
Задняя часть дельтовидной пр.	508,25±9,96	642,54±39,72	632,46±34,00
Нижние пучки трапецевидной пр.	590,58±10,75*	404,42±27,48	459,56±33,41
Верхние пучки трапецевидной пр.	319,66±6,82*	356,28±30,66*	1066,59±235,88
Передняя часть дельтовидной лев.	796,41±18,63*	591,31±25,66*	1256,83±227,22
Суммированная ЭМГ	2669,64	2292,25	3889,49

* - достоверность отличий по отношению к стрельбе с 18 метров в мишень при $p < 0,05$

По сравнению с выстрелами на рабочей дистанции (18 метров в мишень) разминочная стрельба с трех метров характеризовалась меньшим напряжением верхних пучков правой трапецевидной на 70% ($p < 0,05$), передней части левой дельтовидной на 37% ($p < 0,05$), задней части правой дельтовидной на 20% ($p > 0,05$) и общего разгибателя пальцев правой кисти на 43% ($p > 0,05$) (рисунок 1). Стрельба с 18 метров в щит и в мишень также различались между собой, при этом при стрельбе по щиту активность всех мышц была меньше, за исключением задней части правой дельтовидной мышцы, ЭМГ-активность которой была больше лишь на 2%.

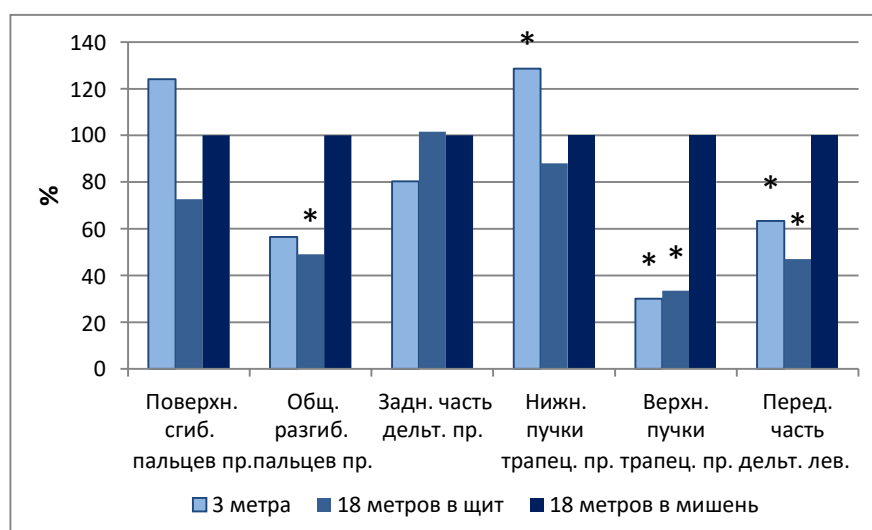


Рисунок 1 – Процентное отношение ЭМГ-активности скелетных мышц при выстрелах из лука в различных тренировочных условиях к стрельбе по мишени

При индивидуальной оценке электромиографической активности изучаемых скелетных мышц также был выявлен ряд особенностей при работе спортсменов в разных тренировочных условиях. У спортсмена С.Р. наблюдалась существенная разница мышечной активности при выполнении разминочной стрельбы и выстрелов в мишень. На рисунке 2 представлена ЭМГ-активность скелетных мышц данного спортсмена при выполнении выстрелов в различных тренировочных условиях. Разница ЭМГ-активности при выполнении разминочных упражнений («протяжка» и 3 м) и при стрельбе в мишень у подавляющего большинства мышц была статистически достоверна и достигала 30%. По сравнению со стрельбой в мишень при разминке на дистанции 3 м ЭМГ-активность поверхностного сгибателя и общего разгибателя пальцев правой кисти была больше на 21,88% ($p < 0,05$) и 30,14% ($p < 0,05$) соответственно, а верхних пучков трапецевидной мышцы с правой стороны на 12,86% ($p < 0,05$). Вместе с тем, при выполнении стрельбы с трёх метров задняя и передняя части дельтовидной мышцы на 25,34% ($p < 0,05$) и 16,82% ($p < 0,05$) соответственно проявляли усилия больше, чем при стрельбе по мишени (рисунок 2).

При выполнении выстрелов по щиту ЭМГ-активность изучаемых скелетных мышц также имела отличительные особенности по сравнению со стрельбой в мишень. При стрельбе «в щит» напряжение поверхностного сгибателя и общего разгибателя пальцев правой кисти было меньше на 9,76% ($p < 0,05$) и 16,41% ($p < 0,05$) соответственно по отношению к выстрелам в мишень, а верхних пучков трапецевидной мышц с права – на 11,77% ($p < 0,05$). Значительно большие усилия при стрельбе «в щит» развивали задняя и передняя части дельтовидной мышцы по отношению к выстрелам в мишень на 13,98% ($p < 0,05$) и 15,32% ($p < 0,05$) соответственно.

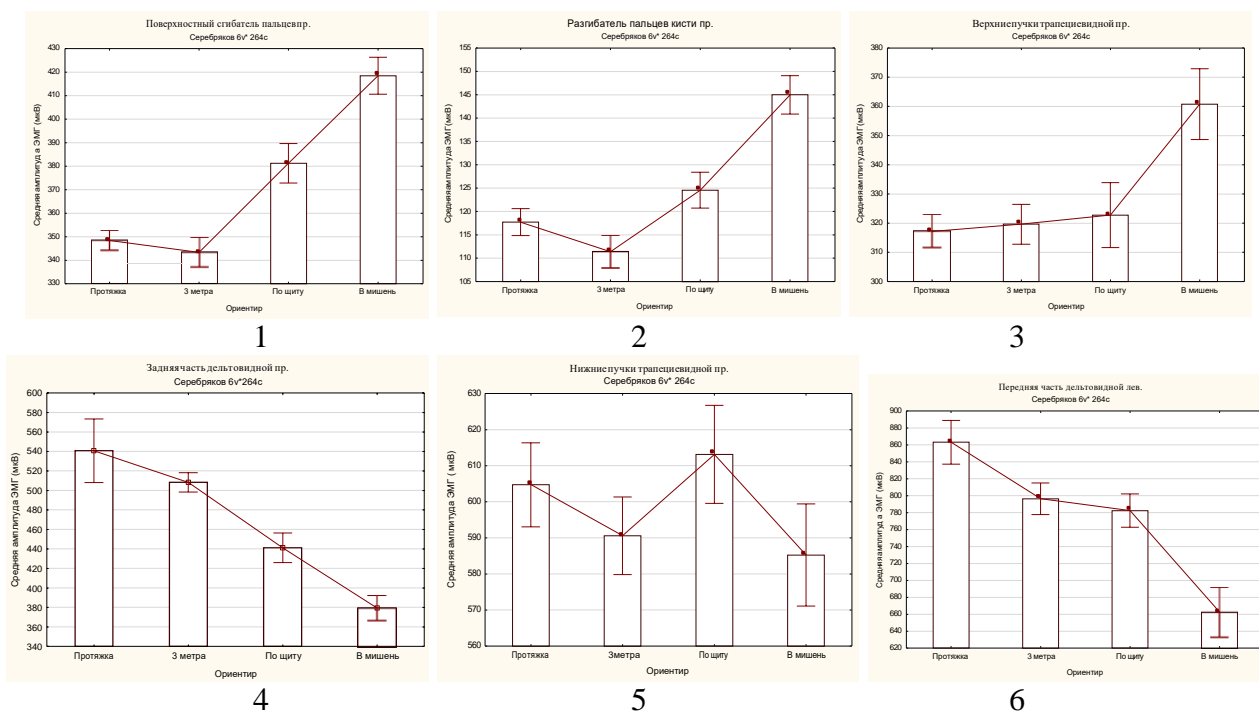


Рисунок 2 – Средняя амплитуда ЭМГ при выполнении выстрелов в разных тренировочных условиях, С.Р.

1 – м. поверхностный сгибатель пальцев кисти правой руки; 2 – м. общий разгибатель пальцев кисти правой руки; 3 – верхние пучки трапецевидной м. с правой стороны; 4 – задняя часть правой дельтовидной м.; 5 – нижние пучки трапецевидной м. с правой стороны; 6 – передняя часть левой дельтовидной м.

Сравнительный анализ ЭМГ-активности исследуемых мышц спортсмена Д.Б. при выполнении выстрелов в мишень и в щит показал, что при стрельбе в мишень спортсмен

проявлял меньшие усилия по сравнению с работой по щиту. На рисунке 3 представлено сравнение суммированной ЭМГ-активности исследуемых мышц при выстрелах в мишень и по щиту.

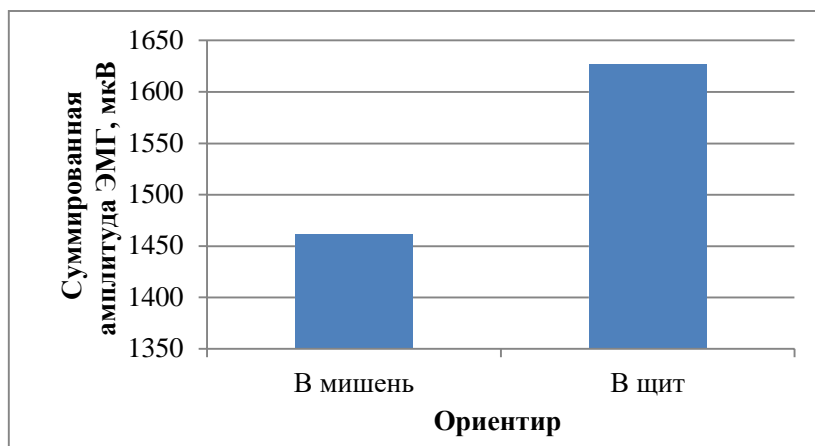


Рисунок 3 – Суммированная амплитуда ЭМГ скелетных мышц при выполнении выстрелов в мишень и в щит, Д.Б.

Подробный анализ активности мышц у спортсмена Д.Б. позволил установить, что мышцы, обеспечивающие захват тетивы (сгибатели и разгибатели пальцев правой кисти), не различаются по величине развиваемых усилий при стрельбе в мишень или в щит. Статистически значимые различия амплитуды ЭМГ были зарегистрированы в активности других исследуемых мышц, усилия которых были больше при стрельбе в щит по сравнению с работой по мишени: задней части правой дельтовидной мышцы на 19,87% ($p < 0,05$), нижних на 9,39% ($p < 0,05$) и верхних на 14,44% ($p < 0,05$) пучков правой трапецевидной мышцы и передней части левой дельтовидной мышцы на 7,74% ($p < 0,05$).

Таким образом, среднегрупповые и индивидуальные особенности ЭМГ-активности спортсменов свидетельствуют об отличиях выполнения выстрелов из лука в различных тренировочных условиях.

Обсуждение результатов

Основным соревновательным движением в стрельбе из лука является непосредственно сам выстрел. В связи с этим, тренировочный процесс спортсмена заключается в работе с луком в различных тренировочных условиях, которые могут облегчать условия стрельбы или затруднять их в зависимости от поставленных задач. Изменения условий стрельбы, отличных от соревновательных, проявляются в изменении дистанции стрельбы, плотности выстрелов, точки прицеливания.

Одним из подводящих упражнений к выполнению стрельбы из лука является «протяжка». При выполнении данного упражнения спортсмен имитирует действия при производстве выстрела: натяжение тетивы, прикладка, грубая наводка на цель и, не отпуская тетиву от захвата, возвращается в исходное положение. Стрельба на дистанции 3 м также является частью специальной разминки и служит для подготовки организма и опорно-двигательного аппарата к предстоящей работе. Работа на данной дистанции отличается большой плотностью выстрелов и свободной точкой прицеливания.

Стрельба по щиту с рабочей дистанции (в данном случае 18 м) может применяться в качестве разминки или выступать как самостоятельное тренировочное средство для отработки отдельных технических элементов выстрела. При работе в данных условиях плотность стрельбы сопоставима с соревновательными условиями, но спортсмен может выполнять большее количество выстрелов в серии без порчи стрел, в связи с отсутствием постоянной точки прицеливания. Отсутствие постоянной точки прицеливания и результативности выстрела облегчает психоэмоциональное напряжение и позволяет изолированно совершенствовать отдельные нюансы технических действий.

Стрельба в мишень с рабочей дистанции является основным средством подготовки спортсмена-стрелка, при котором решается весь спектр задач. Стрельба с контролем результативности выстрелом («на счет» или «контрольная стрельба»), как правило, моделирует режим выполнения соревновательной деятельности и позволяет оценить уровень текущей подготовленности спортсмена. Плотность и психоэмоциональный фон стрельбы соответствуют соревновательному режиму.

Полученные результаты собственных исследований свидетельствуют об особенностях мышечной активности при выполнении выстрелов из лука в различных тренировочных условиях. В качестве модельных характеристик выбрана ЭМГ-активность скелетных мышц при выполнении выстрелов по мишени на рабочей дистанции и результативностью 10 очков.

Сравнение ЭМГ-активности при стрельбе в различных условиях выявлена разница перераспределения мышечного напряжения в фазе «дотяг». При выполнении выстрелов в мишень наиболее активными являлись верхние пучки трапецевидной мышцы с правой стороны ($1066,59 \pm 235,88$ мкВ) и передняя часть левой дельтовидной мышцы ($1256,83 \pm 227,22$ мкВ). Их ЭМГ-активность существенно превышала напряжение при стрельбе по щиту или с трех метров. Фиксированная точка прицеливания (мишень) сопровождается необходимостью увеличения контроля и фиксации лука, что проявляется в повышении напряжения передней части левой дельтовидной мышцы, которая позволяет удерживать вытянутую вперед руку. Вместе с этим, зарегистрирована излишняя активность верхних пучков правой трапецевидной мышцы, которая создает чрезмерное напряжение верхнего плечевого пояса и может сопровождаться закрепощением движений спортсмена. Работы по оценке техники выстрела из лука свидетельствуют, что плечи спортсмена должны быть опущены и расслаблены верхние пучки трапецевидной мышцы [6].

Стрельба по щиту наиболее соответствует идеальной технике выполнения выстрела из лука. Выстрелы в таких условиях характеризуются наименьшим мышечным напряжением и основанная нагрузка ложится на заднюю часть правой дельтовидной мышцы ($642,54 \pm 39,72$ мкВ), которая обеспечивает натяжение тетивы и выход стрелы из-под кликера.

Стрельба с трех метров в некоторой степени схожа по распределению мышечного напряжения с выстрелами в мишень (таблица 1). Передняя часть левой дельтовидной мышцы проявляла наиболее высокую ЭМГ-активность ($796,41 \pm 18,63$ мкВ) по сравнению с другими мышцами, как и при стрельбе в мишень. Вместе с тем, зарегистрирована высокая ЭМГ-активность нижних пучков правой дельтовидной мышцы ($590,58 \pm 10,75$ мкВ), которая была выше чем при выстрелах в щит на 46% ($p < 0,05$) и в мишень на 28% ($p < 0,05$). Нижние пучки трапецевидных мышц приводят лопатки к средней линии позвоночника и способствуют «раскрытию» грудной клетки, для финального натяжения тетивы и последующего выстрела.

Не смотря на общую закономерность ЭМГ-активности спортсменов при выполнении выстрелов из лука наблюдались и индивидуальные особенности, которые также проявлялись в распределении мышечного напряжения в зависимости от условий стрельбы. У спортсмена С.Р., приведенного в качестве одного из примеров, при стрельбе в мишень существенно увеличивалась ЭМГ-активность мышц правого предплечья и верхних пучков трапецевидной мышцы с правой стороны и, напротив, активность мышц, выполняющих натяжение тетивы (задняя часть дельтовидной и нижних пучков трапецевидной справа) и удержание лука (передняя часть левой дельтовидной) значительно снижалась по сравнению с другими тренировочными условиями. Обратная ситуация наблюдалась у спортсмена Д.Б., у которого электроактивность скелетных мышц была выше при стрельбе в щит по сравнению с выстрелами в мишень.

Выводы

Стрельба из лука в различных тренировочных условиях отличается по величине мышечного напряжения и распределению мышечной нагрузки. Наибольшее напряжение скелетные мышцы развивали при стрельбе в мишень, а наименьшее при выстрелах в щит на рабочей дистанции. При оценке распределения ЭМГ-активности мышц стрельба в мишень

характеризовалась высоким напряжением передней части левой дельтовидной и верхних пучков трапециевидной мышцы с правой стороны, а при стрельбе в щит наибольшие усилия развивала задняя часть правой дельтовидной мышцы. Стрельба на разминочной дистанции с трех метров по распределению мышечной нагрузки близка к стрельбе в мишень, но величина развиваемых усилий существенно отличается.

Список литературы

1. Закономерности управления движениями у высококвалифицированных стрелков из лука / А.М. Пухов, С.М. Иванов, С.А. Моисеев, Р.М. Городничев // Теория и практика физической культуры. -2015, -№6. – С.20-23.
2. Особенности мышечной активности при выполнении выстрела из лука / А.М. Пухов, С.М. Иванов, С.А. Моисеев, Р.М. Городничев // Наука и спорт: современные тенденции. – 2016. - № 2 (Том 11). -С. 82-87.
3. Персон Р.С. Электромиография в исследованиях человека [Текст] / АН СССР. Ин-т высш. нервной деятельности и нейрофизиологии. - Москва : Наука, 1969. - 231 с.
4. Совершенствование техники стрельбы из пневматического пистолета на основе анализа микродвижений в системе "стрелок-оружие-мишень" / Германов Г.Н., Сабирова И.А., Черных А.В., Седоченко С.В. // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. -2014. -№ 5 (111). С. 36-40.
5. Ertan, H. Archery performance evaluation approaches: decomposition of the release into its parts // Материалы II Всероссийской научно-практической школы-конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте и адаптивном спорте. ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта, -2017. – С. 128-129
6. Lee K. Total Archery. 2005. 203 p.
7. The analysis of auditory evoked brain potentials during successful and unsuccessful shots in recurve archery / H. Ertran, S. Yagcioglu, F. Korkusuz, P. Ungan // 13th annual congress of the European College of Sport Science. 2008. P. 663

Распространенность протромботических мутаций *F2 G20210A* и *F5 G1691A* у российских спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость

Пушкарев В.П.^{1,2}, канд. мед. наук, v.p.pushkarev@gmail.com,

Дятлов Д.А.², доктор биол. наук, valeas1@yandex.ru

Леконцев Е.В.², канд. биол. наук, lekontsev@mail.ru

¹Центр инновационных спортивных технологий и подготовки сборных команд
Москомспорта, Москва

²Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск

Аннотация. Занятия спортом сопряжены с риском тромбозов. Мутации *F2 G20210A* и *F5 G1691A* существенно повышают риск тромбоза в общей популяции. Распространенность этих мутаций среди спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, плохо изучена. В исследовании участвовали 264 спортсмена и 295 физически неактивных человек. Генотипирование мутаций *F2 G20210A* и *F5 G1691A* проводили с помощью ТакМан-зондов. Показатель частоты минорного аллеля в контрольной группе для мутации *F2 G20210A* равен 1,2%, для *F5 G1691A* – 0,8%, что соответствует значениям для европейских популяций. Распространенность мутаций *F2 G20210A* и *F5 G1691A* у российских спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, была выше чем в физически неактивном контроле. Вероятно, адаптивные изменения системы гемостаза в ответ на аэробные тренировки компенсируют протромбогенный эффект исследованных мутаций, а преимущества исследованных мутаций (сниженная кровопотеря, сниженный риск внутричерепного кровоизлияния, повышенная резистентность к инфекциям) полезны для спортивной деятельности, связанной с выносливостью. Увеличение выборки спортсменов, а также проспективное наблюдение позволит более точно оценить эффект исследованных мутаций на спортивную деятельность, связанную с выносливостью.

Ключевые слова: тромбозы, виды спорта на выносливость, протромботические мутации *F2 G20210A* и *F5 G1691A*.

Введение

Факторами риска артериальных и венозных тромбозов, сопряженных с занятиями спортом, являются гемоконцентрация после длительных нагрузок и сгонки веса, полицитемия при тренировках в высокогорье, иммобилизация при длительных путешествиях, использование фармакологических стимуляторов (эфедрин и др.), эстрогенных контрацептивов, анатомические особенности, предрасполагающие к тромбозу «усилия» (синдром Педжета-Шрёттера), повреждения скелетно-мышечного аппарата и др. [1]. В исследовании MEGA (Multiple Environmental and Genetic Assessment of risk factors for venous thrombosis), включавшем около 6000 человек, было показано, что незначительные повреждения ног повышали риск тромбоза в три раза [2]. В литературе описаны случаи острого коронарного тромбоза у марафонцев и венозной тромбоэмболии у триатлетов [3-5]. Надежно установлено, что мутация *G20210A* (rs1799963) в гене *F2*, кодирующем коагуляционный фактор II, и мутация *G1691A* (rs6025) в гене *F5*, кодирующем коагуляционный фактор V Лейдена, приводят к тромбофилии и существенно повышают риск тромбоза в общей популяции [6]. Однако, распространенность этих мутаций среди спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, плохо изучена.

Цель исследования

Исследовать распространенность протромботических мутаций *F2 G20210A* и *F5 G1691A* у российских спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, и сравнить с общепопуляционной.

Материалы и методы

Всего в исследовании участвовали 559 человек, из них 264 спортсмена, занимающихся видами спорта на выносливость (средний возраст = 26,5 лет, $\sigma = 10,3$) и 295 физически неактивных человек (средний возраст = 31,3, $\sigma = 10,4$). Группа спортсменов включала представителей следующих видов спорта: лыжные гонки и биатлон ($n = 62$), триатлон ($n = 18$), спортивная ходьба ($n = 14$), хоккей с шайбой ($n = 152$), конькобежный спорт со специализацией на дистанции 5 км/10 км ($n = 14$), бег на дистанции ≥ 5 км ($n = 3$), велогонки ($n = 1$). 88 спортсменов были победителями и призерами международных соревнований («элитная подгруппа»). Все участники были неродственными европеоидами. Информированное согласие на участие в исследовании, а также анамнестические данные о заболеваниях сердечно-сосудистой системы и патологии гемостаза были получены от всех участников. Буффальный эпителий либо венозная кровь использовались для экстракции геномной ДНК с помощью набора GeneJET™ Genomic DNA Purification Kit (Thermo Fisher Scientific Inc., США). Генотипирование мутаций *F2 G20210A* и *F5 G1691A* проводили с помощью наборов TaqMan® SNP genotyping assays на амплификаторе с детекцией в реальном времени StepOne™ Real-Time PCR System (Thermo Fisher Scientific Inc.). Для контроля воспроизводимости генотипирования 30% образцов анализировались дважды. Положительные контрольные образцы (гетерозиготы по исследуемым мутациям) включали в каждый эксперимент. Статистический анализ проводили с помощью пакета IBM SPSS Statistics 21.

Результаты и обсуждение

Ни у одного из участников не было отягощенного тромботического анамнеза. Ни у кого из спортсменов или контрольной группы не было выявлено исследованных мутаций в гомозиготном состоянии. Показатели частоты минорного аллеля в контрольной группе для мутации *F2 G20210A* составил 1,2% и для *F5 G1691A* – 0,8% и соответствуют значениям для других европейских популяций [6]. Генотипические частоты исследованных мутаций представлены в Таблице.

Как видно из Таблицы, в группе спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, были обнаружены повышенные частоты гетерозигот исследованных протромботических мутаций по сравнению с контрольной группой, однако эти отличия не достигли порога статистической значимости 0,05.

Таблица. Распространенность мутаций *F2 G20210A* и *F5 G1691A* у спортсменов и в контроле.

Группы	Гетерозиготы			
	<i>F2 G20210A</i>		<i>F5 G1691A</i>	
	Частота, %	95% ДИ*	Частота, %	95% ДИ
Контроль ($n = 295$)	2,4	0,70 – 4,1	1,7	0,2 – 3,2
Все спортсмены ($n = 264$)	3,0	0,9 – 5,1	4,5	2,0 – 7,0
«Элитная подгруппа» ($n = 88$)	6,9	1,6 – 12,2	4,6	0,2 – 9,0

Примечание: 95% ДИ = 95% доверительный интервал.

По результатам нашего исследования видно, что, несмотря на сопутствующие большому спорту факторы риска тромбоза, частоты встречаемости исследованных протромботических мутаций у спортсменов были выше, чем в контроле. Объяснений этому может быть несколько. Во-первых, известные адаптивные изменения системы гемостаза в ответ на аэробные тренировки, а именно: снижение уровня VII, VIII, IX коагуляционных факторов крови, снижение β -тромбоглобулина, снижение агрегации тромбоцитов, увеличение уровня тканевого активатора плазминогена и снижение уровня ингибитора активатора плазминогена [7], компенсируют протромбогенный эффект исследованных мутаций. Во-вторых, предполагается, что мутации *F2 G20210A* и *F5 G1691A* появились у человека 21000-34000 лет назад и подверглись естественному отбору из-за ряда возможных преимуществ, таких как сниженная кровопотеря связанная с менструацией, родами или травмой, сниженный риск внутричерепного кровоизлияния, повышенная резистентность к инфекциям [8]. Можно предположить, что эти преимущества исследованных мутаций важны для спортивной деятельности, связанной с выносливостью. Увеличение выборки спортсменов, а также проспективное наблюдение позволит более точно оценить эффект исследованных мутаций на спортивную деятельность, связанную с выносливостью.

Выводы

Распространенность мутаций *F2 G20210A* и *F5 G1691A* у российских спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, была выше чем в физически неактивном контроле. Вероятно, адаптивные изменения системы гемостаза в ответ на аэробные тренировки компенсируют протромбогенный эффект исследованных мутаций, а преимущества (сниженная кровопотеря, сниженный риск внутричерепного кровоизлияния, повышенная резистентность к инфекциям) полезны для спортивной деятельности, связанной с выносливостью. Увеличение выборки спортсменов, а также проспективное наблюдение позволит более точно оценить эффект исследованных мутаций на спортивную деятельность, связанную с выносливостью.

Список литературы

1. Adams M., Fell J., Williams A. Exercise causing thrombosis //The Physician and sportsmedicine. – 2009. – Т. 37. – №. 4. – С. 124-130.
2. van Stralen K. J., Rosendaal F. R., Doggen C. J. M. Minor injuries as a risk factor for venous thrombosis //Archives of internal medicine. – 2008. – Т. 168. – №. 1. – С. 21-26.
3. Albano A. J. et al. Acute coronary thrombosis in Boston marathon runners //New England Journal of Medicine. – 2012. – Т. 366. – №. 2. – С. 184-185.
4. Hull C. M. et al. A case of unprovoked venous thromboembolism in a marathon athlete presenting atypical sequelae: what are the chances? //Scandinavian journal of medicine & science in sports. – 2015. – Т. 25. – №. 5. – С. 699-705.
5. Tao K., Davenport M. Deep venous thromboembolism in a triathlete //The Journal of emergency medicine. – 2010. – Т. 38. – №. 3. – С. 351-353.
6. Simone B. et al. Risk of venous thromboembolism associated with single and combined effects of Factor V Leiden, Prothrombin 20210A and Methylenetethraydrofolate reductase C677T: a meta-analysis involving over 11,000 cases and 21,000 controls // European journal of epidemiology. – 2013. - Т. 28. – №. 8. – С. 621-647.
7. Womack C.J., Nagelkirk P.R., Coughlin A.M. Exercise-induced changes in coagulation and fibrinolysis in healthy populations and patients with cardiovascular disease //Sports Medicine. – 2003. – Т. 33. – №. 11. – С. 795-807.
8. Bauduer F., Lacombe D. Factor V Leiden, prothrombin 20210A, methylenetetrahydrofolate reductase 677T, and population genetics //Molecular genetics and metabolism. – 2005. – Т. 86. – №. 1-2. – С. 91-99.

Потребление макронутриентов и энергии у спортсменов-стрелков

Раджабкадиев Р. М., 89886999800@mail.ru

Выборная К.В., dombim@mail.ru

Лавриненко С.В, lavrinenko.sem@yandex.ru

Семенов М.М., muradin-81@mail.ru

ФГБУН Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва, Россия

Аннотация. Была изучена пищевая и энергетическая ценность (ЭЦ) рационов спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе. Обследовано 72 высококвалифицированных спортсменов (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта) обоего пола (38 мужчин и 34 женщин). Возраст мужчин составил $21,8 \pm 2,12$ года, женщин – $22,1 \pm 3,41$ года. Обследование спортсменов проводили в предсоревновательный период спортивной подготовки. Сбор данных, по фактическому питанию обследуемых проводили анкетно-опросным методом воспроизведения 24-часового питания. ЭЦ рационов составила 3565 ± 261 ккал/сут (min. 2968; max. 4594) у мужчин и 3126 ± 375 ккал/сут (min. 2710; max. 3799) у женщин. Соотношение белков, жиров и углеводов по калорийности в рационе спортсменов равнялось 18%, 20%, 62%, у мужчин, и 21%, 22% и 57%, у женщин, соответственно. Полученные данные свидетельствуют о несбалансированности питания для спортсменов данной категории.

Ключевые слова: фактическое питание, пулевая стрельба, белки, жиры, углеводы, пищевая и энергетическая ценность рационов.

Введение

Сбалансированное питание является одним из важнейших факторов, обеспечивающих высокую умственную и физическую работоспособность спортсменов [1, 2]. Рацион питания спортсменов должен полностью удовлетворять потребности в пластических и биологически активных компонентах, активно расходуемых при острой физической нагрузке, а также учитывать вид спорта и этап спортивной подготовки [3, 4]. На сегодняшний день рекомендации для различных групп спорта по потреблению основных макронутриентов носят обобщающий характер [5]. Практически отсутствуют сведения о потребности в пищевых веществах у спортсменов сложнокоординационных видов спорта. Нами было проведено исследование, целью, которой, явилась изучение пищевой и энергетической ценности рационов спортсменов-стрелков в предсоревновательный период спортивной подготовки.

Материал и методы

Исследование фактического питания и пищевого статуса спортсменов проводили во время сборов в предсоревновательный период их спортивной деятельности. Все обследуемые дали письменное информированное согласие на участие в исследовании. Всего было обследовано 72 высококвалифицированных спортсменов (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта, мастера спорта международного класса) обоего пола (38 мужчин и 34 женщин). Возраст мужчин составил $21,8 \pm 2,12$ года, женщин – $22,1 \pm 3,41$ года. Питание спортсменов в столовой тренировочной базы было организовано по типу самообслуживания. Сбор данных, по фактическому питанию обследуемых проводили анкетно-опросным методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания. Расчет потребления пищевых веществ и энергии проводили с использованием данных химического состава продуктов и блюд [6]. Определение размеров фактически потребленных блюд и порций продуктов с базовым

рационом проводили с использованием «Альбома порций продуктов и блюд» [7]. Статистическую обработку данных проводили с использованием IBM SPSS Statistics v/ 23.0 (США) и Microsoft Excel. Результаты представили в виде средних величин, стандартного отклонения ($M \pm \sigma$) и min.-max. Оценка достоверности различий средних величин провели с использованием U-критерия Манна-Уитни. Уровень значимости считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Энергетическая ценность (ЭЦ) суточного рациона мужчин в среднем составила 3565 ± 261 ккал (min. 2968; max. 4594). У женщин - 3126 ± 375 (min. 2710; max. 3799) ккал. Полученные величины находятся в диапазоне рекомендуемой среднесуточной калорийности для данной группы спорта [5]. При этом удельная калорийность рациона, которая отражает величину ЭЦ на кг/массы тела/сут в группе мужчин составила $50,9$ ккал/кг МТ/сут. (min. 32,0; n – 52,7 ккал/кг МТ/сут. (min. 40,1; max. 74,0).

Анализ потребления макронутриентов спортсменами, специализирующимися в пулевой стрельбе выявил, существенные различия по абсолютному потреблению основных пищевых веществ. Средние значения потребления белка в группе мужчин составило) гр/сут., а у женщин - $102,7 \pm 22,9$ (min.79,4; max. 155,3) гр/сут.

Содержание в рационе жира у мужчин стрелков в среднем составило $126,1 \pm 17,7$ гр/сут. -149,9), тогда как у женщин это показатель равнялся $115,01 \pm 19,8$ гр/сут. (min -62,5 max -167,4) гр/сут.

Фактическое потребление углеводов в обеих гендерных группах составило $404,5 \pm 59,3$ -529,3) у мужчин и $349,5 \pm 57,9$ (min -292,0; max -427,7) у женщины. При этом содержание сложных углеводов в рационе спортсменов мужчин составило $209,1 \pm 13,4$ гр., (51,6% от общего потребления углеводов), а у женщин- $153,8 \pm 10,4$ гр.,(44,0% от общего потребления углеводов), соответственно.

Заключение

Таким образом, было показано, что у мужчин, занимающихся пулевой стрельбой, на долю белков, жиров и углеводов приходится 18%, 20%, 62%, тогда как у женщин - 21%, 22% и 57%, от общей калорийности рациона спортсменов, соответственно. Расчеты показывают, что соотношение потребляемых нутриентов у мужчин и женщин составило 1:1,05:3,31 и 1:0,87:2,8, соответственно, что указывает на несбалансированность рационов спортсменов. Следует также отметить довольно низкий вклад специализированных продуктов для питания спортсменов в общую калорийность рациона, которая не превысила 125 ккал в обеих гендерных группах спортсменов.

Список литературы

1. Арансон М.В. Португалов С.Н. Спортивное питание: состояние вопроса и актуальные проблемы // Вестник спортивной науки. 2011. № 1. С. 33-37.
2. Spriet, L.L Nutritional and Environmental Influences on Athlete Health and Performance // Sports Medicine. 2018. Vol.48, Supplement 1, PP 1–2. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0863-y>
3. Naclerio F., Larumbe-Zabala E., Larrosa M., Centeno A., Esteve-Lanao J., Moreno-Pérez D. Intake of Animal Protein Blend Plus Carbohydrate Improves Body Composition with no Impact on Performance in Endurance Athletes // Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2019. Jan 24: PP. 1-22. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0359.
4. Раджабкадиев Р.М., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А., Кошелева О.В., Выборная К.В., Коденцова В.М. Содержание некоторых витаминов в рационе питания и сыворотке крови

высококвалифицированных спортсменов // Вопросы питания. 2018. Т. 87. № 5. С. 43-51.
Doi 10.24411/0042-8833-2018-10052

5. Шестопалов, А. Е. Диагностика и общие принципы коррекции нутритивно-метаболического статуса у спортсменов высокой квалификации: методические рекомендации / А. Е. Шестопалов, Э. С. Токаев, А. С. Самойлов, Т. А. Пушкина, М. С. Ключников, А. А. Хасанов, Е. А. Некрасов. – М.:АКАДЕМИЯ-Т, 2015. – 67 с.

6. Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания / Справочник М.: ДеЛи. 2012. 283 с.

7. Мартинчик А.Н., Батурич А.К., Баева В.С. Альбом порций продуктов и блюд. - М.: Красный пролетарий. 1985.- 65 с

Различия биомеханики бега у элитных спринтеров, неэлитных спринтеров и людей, не занимающихся бегом профессионально

Резванова С.К.¹, swetlanka-29@yandex.ru

Бобырев А.А.¹, alebob67@yandex.ru

Скворцов Д.В.¹, доктор мед. наук, профессор, skvortsov.biom@gmail.com

¹Центр спортивных инновационных технологий и сборных команд Москомспорта, Москва, Россия

Аннотация. Целью исследования было изучить ключевые предикторы спринта. Для этого оценивались три группы испытуемых: элитные спринтеры, неэлитные спринтеры и люди, не занимающиеся бегом профессионально. Полученные результаты выявили четкие различия в биомеханике бега между группами. Они также показали, что длина шага, нормированная на рост спортсмена, является высокоинформативным показателем эффективности спринта (коэффициент корреляции с максимальной скоростью равен 0,81).

Ключевые слова: спринт, биомеханика бега, индекс реактивной силы, длина шага, нормированная на рост.

Введение

В спринте победитель и проигравший спортсмены, разделены минимальными отрезками времени, и техника бега, наряду с другими факторами, имеет решающее значение. Следовательно, важно изучить предикторы и параметры быстрого бега, чтобы определить те, которые имеют наилучшую корреляцию с максимальной скоростью. Согласно более ранним исследованиям (А. Mero et.al., 1992; Bezodis, 2009), наиболее важные параметры, связанные со скоростью, включают время контакта, частоту шагов, длину шага и т. Д. (JB Morin et.al., 2012). Даже в коротком беге на 30 м ускорение спортсмена можно разделить на две фазы: быстрое увеличение скорости и медленное увеличение скорости.

Основная цель нашего исследования заключалась в том, чтобы узнать больше о ключевых прогностических факторах быстрого спринта и более подробно охарактеризовать биомеханику бега людей, которые не являются высококвалифицированными спринтерами, и тех, кто вообще не занимается бегом профессионально, чтобы понять, как бегают спринтер. паттерн отличается от естественного, возникшего в результате эволюции человека.

Наше исследование также было направлено на лучшее понимание концепции скоростного бега. Нас интересовала биомеханика второй фазы бега, где скорость уже более стабильна. Гипотеза исследования заключалась в том, что параметр длины шага, нормированный на рост, может быть хорошим предиктором быстрого бега.

Методы

Всего в исследовании приняли участие 27 человек (вес = $63,2 \pm 10,9$ кг, рост = $1,76 \pm 0,08$ м), 12 женщин, 15 мужчин. Были исследованы три группы испытуемых. В первую группу вошли элитные спортсмены - лучшие спринтеры в Российской Федерации и победители всероссийских соревнований в 2017-2019 годах ($n = 7$). Во вторую группу вошли неэлитные спринтеры со стажем легкой атлетики не менее 4-5 лет, но с умеренными результатами в беге на короткие дистанции ($n = 9$). В третью группу вошли обычные физически активные люди без физических недостатков ($n = 11$).

Все исследования выполнены с соблюдением норм биомедицинской этики, программа исследования одобрена ЛЭК при ЦСТиСК Москомспорта (протокол № 12 от 27.01.2020). Каждый испытуемый перед началом исследования давал письменное информированное согласие на участие во всех предусмотренных процедурах.

Биомеханику бега оценивали с использованием напольной системы фотоэлементов (Optogait, Microgate, Больцано, Италия). Данные были собраны во время 30-метрового ускоренного бега, до максимальной скорости, достигнутой испытуемым из положения «высокий старт». Такая стартовая позиция была выбрана потому, что не бегуны не могут успешно стартовать со стартовых блоков. А стартовые условия должны были быть одинаковыми для всех испытуемых. В этом исследовании мы проанализировали только биомеханику бега (ускорение на 30 м) и не анализировали данные самого старта. Для каждого испытуемого были проанализированы следующие параметры: среднее время контакта (avgCT [с]), среднее время полета (avgFT [с]), средняя частота шагов (avgSF [шаг / с]), средняя длина шага (avgSL [м]), средняя длина шага, нормированная на рост (avgSLN [BH%]), средний индекс реактивной силы (avgRSI [время полета/время контакта]). 30-метровый отрезок был разделен на два сегмента: 1) сегмент быстрого ускорения (с быстрый набор скорости после старта) и 2) сегмент более медленного разгона. Вышеуказанные параметры были усреднены по второму участку, участку с медленным разгоном. Средняя скорость (avgS [м\с]), максимальная длина шага (maxSL [м]), среднее ускорение (avgA [м/с²]), фаза полета в % от дистанции (FP [%]) и фаза контакта в % от дистанции (CP [%]) рассчитывались для всей дистанции бега. Номер шага, на котором время полета превышало время контакта (RSI > 1), номер шага, при котором длина шага начинала превышать рост испытуемого (длина шага > высота тела), длина участка ускорения быстрого старта (FSAL [м]) и максимальная скорость (MS [м / с]) также измерялись. Статистические параметры, такие как среднее и стандартное отклонения переменных и межгрупповые различия, рассчитывались с использованием теста Краскела-Уоллиса (с поправкой Бонферрони). Коэффициенты корреляции Спирмена использовались для определения переменных, которые способствовали максимальной и средней скорости; выбранные переменные были протестированы на уровне значимости 0,05.

Результаты

Корреляционный анализ всех испытуемых (n = 27) без учета групп показал, что максимальная скорость и средняя скорость коррелируют с maxSLN, avgCT и avgA больше, чем с любыми другими изучаемыми параметрами (таблица 1).

Таблица 1. Результаты корреляционного анализа для максимальной и средней скорости

Параметры	Среднее	Стандарт. отклонение	R Макс. скорость	R Сред. скорость
Средняя частота шагов (avgSF[шаг/сек])	4.2	0.3	0.7*	0.65*
Среднее время контакта (avgCT[с])	0.13	0.118	-0.86*	-0.83*
Среднее время полёта (avgFT[с])	0.107	0.112	-0.09	-0.05
Средняя длина шага (avgSL[м])	1,62	0.185	0.49*	0.53*
Средняя длина шага, нормированная на рост (avgSLN[BH%])	93.5	16.9	0.81*	0.84*
Средний индекс реактивной силы (avgRSI [время полёта/время контакта])	0.80	0.16	0.66*	0.66*

Фаза полёта, % от дистанции (FP[%])	41.4	±5.9	0.52*	0.53*
Фаза контакта, % от дистанции (CP[%])	58.6	±5.9	-0.51*	-0.52*
Среднее ускорение (avgA[м/с ²])	0.48	±0.15	0.92*	0.90*
Максимальная длина шагов (maxSL[м])	0.177	±0.020	0.74*	0.77*
Длина фазы стартового ускорения (FSAL[м])	9.2	±1.8	0.23	0.24

Примечание: Значения, выделенные жирным шрифтом, означают, что корреляции значимы при $p < 0.05$.

После корреляционного анализа мы определили, различались ли группы по параметрам, наиболее тесно связанным с беговой эффективностью. AvgSLN, avgCT, avgSF, avgRSI, maxSL и avgA были протестированы на предмет межгрупповых различий. Значительные различия в avgSLN и avgCT были обнаружены среди всех трех групп, тогда как avgRSI и avgA различались только между элитной группой спринтеров и группой, не участвующей в беге (таблица 2).

Таблица 2. Результаты Краскела-Уоллиса для параметров, выбранных на основе корреляционного анализа

Параметр	Тест Краскела-Уоллиса ($p < 0.016$, с поправкой Бонферони)
AvgSLN	$X^2(N=27)=13.04$; $p=0.005$
avgCT	$X^2(N=27)=18.17$; $p=0.001$
avgRSI	$X^2(N=27)=12.2$; $p=0.002$, различия достоверны только между группами элитных бегунов и не бегунов
avgA	$X^2(N=27)=13.1$; $p=0.001$, различия достоверны только между группами элитных бегунов и не бегунов

Поскольку было показано, что avgSLN является надежным показателем эффективности бега, мы также рассчитали, на каком шаге длина бегового шага стала превышать рост испытуемого на 30-метровой дистанции. Согласно нашим данным, это произошло на шаге $10,8 \pm 2,3$ в группе элитных спринтеров, на шаге $12,8 \pm 0,8$ в группе неэлитных спринтеров и никогда в группе не бегунов (таблица 3).

Таблица 3. Групповые результаты для «длина шага> рост» и «RSI> 1»

Показатель	Элитные бегуны	Неэлитные бегуны	Не бегуны
номер шага, на котором длина шага стала превышать рост испытуемого (длина шага> рост)	10.8 ± 2.3	12.8 ± 0.8	нет
номер шага, на котором RSI превысил 1 (RSI> 1)	9.3 ± 1.4	У 5 испытуемых RSI не превышал 1; У 4 испытуемых RSI превышает 1 на шаге $13,5 \pm 1$	нет

Обсуждение результатов

Наши результаты, касающиеся корреляции средней скорости и средней скорости, согласуются с более ранними данными (J.B. Morin et. Al., 2012). Однако мы также получили новые данные о предикторах быстрого бега. Поскольку для бега наиболее эффективны частые и длинные шаги, avgSLN является очень важным показателем эффективности бега. Он гораздо более информативен, чем средняя длина шага (средний коэффициент корреляции с максимальной скоростью составляет 0,49), и может использоваться для оценки беговых показателей элитных и неэлитных спринтеров, а также не бегунов. Было показано, что профессиональные спринтеры могут достигать длины шага, превышающей их рост, намного раньше, чем не бегуны, и, следовательно, им нужно было меньше шагов, чтобы преодолеть дистанцию, и они делали это с большей скоростью.

К наиболее информативным параметрам бега относится и среднее ускорение: только хорошие спринтеры могут развить высокое ускорение при беге на 30 м.

Как и ожидалось, информативная ценность других параметров, таких как средняя частота шагов, средний индекс реактивной силы и максимальная длина шага, была подтверждена не только для элитных и неэлитных спринтеров, но и для испытуемых, никогда не занимавшихся профессиональным спринтерским бегом. Следовательно, эти параметры также могут быть использованы для оценки беговых результатов спортсменов, не занимающихся спринтерским бегом, для которых быстрый бег является важной частью успешной работы, а не основным видом деятельности (например, командные виды спорта, такие как футбол и баскетбол).

Параметры avgSLN и avgCT не только показали сильную корреляцию с максимальной скоростью и средней скоростью, но и значительно различались между тремя группами. Поскольку avgRSI и avgA существенно различались только между группами элитных спринтеров и не бегунов, они, вероятно, в некоторой степени отражают разницу между элитным спринтером и нормальным бегом.

Это подтверждают данные по «длина шага> рост» и «RSI> 1» для групп. Судя по всему, биомеханика естественного бега отличается от биомеханики профессионального спринта. В то время как все элитные спринтеры достигли длины бегового шага, превышающей их рост, только 5 из 9 неэлитных спринтеров показали аналогичный результат. По-видимому, это можно объяснить разницей в силе между элитными и неэлитными спринтерами, а сила является одним из ключевых факторов, определяющих скорость (R.J. Maughan et.al., 1983).

Выводы

Результаты исследования показывают, что длина шага, нормированная на рост (показатель, ранее не описанный в исследованиях биомеханики бега), является достаточно надежным показателем, который можно использовать для оценки результатов бега на короткие дистанции как у профессиональных бегунов, так и у спортсменов, занимающихся другими видами спорта, которые используют бег. Кроме того, следует отметить, что биомеханика спринта не является врожденной для человека, а может быть приобретена только в тренировочной деятельности.

Список литературы

1. Mero, A., Komi, P.V., Gregor, R.J. (1992). Biomechanics of sprint running. *Sports Medicine*, 13(6), 376–392.
2. Morin, J.B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., Lacour, J.R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *J Appl Physiol*, 112(11), 3921–3930.
3. Bezodis, N. E. (2009). Biomechanical investigations of sprint start technique and performance. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy.
4. Morin, J.B., Samozino, P., Zameziati, K. Belli, A. (2007). Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running. *Journal of Biomechanics*, 40(15), 3341-3348.

5. Maughan, R.J., Watson, J.S., Weir, J. (1983). Relationships between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(3), 309–318.

Медико-социальные проблемы целиакии у спортивного резерва

Саванович И.И.^{1,2} канд. мед. наук, childill2@bsmu.by
Малёваная И.А.² канд. мед. наук, director@medsport.by
Сикорский А.В.,¹ канд. мед. наук, childill2@bsmu.by

¹Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск, Республика Беларусь

²Республиканский научно-практический центр спорта, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье приводятся сведения о клинических проявлениях непереносимости глютена, а также представлен клинический случай целиакии у юного спортсмена, как причины ухода из спорта.

Ключевые слова: целиакия, непереносимость глютена, спортивный резерв, безглютеновая диета.

Введение

Популярной практикой среди спортсменов становится приверженность к безглютеновой диете (БГД). Так в исследовании с 910 респондентами, проведенном Lis DM et al, было выявлено, что 41 % участников, среди которых 18 призеров чемпионатов мира и / или Олимпийских игр, соблюдают или соблюдали безглютеновую диету полностью или частично. При этом наличие медицинских показаний для назначения БГД отмечено у 13 %. Основными причинами перехода на БГД было наличие желудочно-кишечных нарушений и/или чувства усталости. Восемьдесят четыре процента, из соблюдающих диету, указали на улучшение симптомов при элиминации из питания глютена [1].

Предыдущие исследования

В настоящее время спектр нозологий, ассоциированных с употреблением в пищу глютена, в зависимости от ведущего патофизиологического механизма условно делят на аутоиммунопатии, аллергопатологию и нецелиакийную форму непереносимости глютена (англ. Non-celiac gluten sensitivity - NCGS) [1-3]. Аутоиммунопатии включают целиакию, глютеносенситивную атаксию и герпетиформный дерматит Дюринга. Полиморфизм клинических проявлений целиакии и невысокий уровень осведомленности врачей всех специальностей становятся причинами поздней диагностики целиакии. Несмотря на большое количество публикаций по этиопатогенезу, клинике и диагностике целиакии у детей и взрослых данная проблемы недостаточно освещена среди специалистов спортивной медицины, что приводит как к гипо- так и гипердиагностике непереносимости глютена вообще, так и целиакии в частности.

Результаты

Целиакия (глютеновая энтеропатия) – это иммуноопосредованное системное заболевание, индуцируемое глютеном и родственными ему проламинами у лиц с генетической предрасположенностью и характеризующееся наличием варибельной комбинации глютен-зависимых клинических проявлений, специфичных аутоантител, гаплотипов HLA DQ2/DQ8 и энтеропатии различной выраженности. Это - одно из наиболее известных аутоиммунных расстройств, ассоциированных с употреблением глютена. Распространенность целиакии составляет 0,5-1% от общей популяции, за исключением регионов с низким потреблением глютена в связи с национальными традициями питания (например, Япония) и низкой частотой встречаемости среди населения генов, предрасполагающих к развитию целиакии [6]. Представление о том, что целиакия - это заболевание детей раннего возраста, является

устаревшим. Заболевание может возникать в любом возрасте. Дебют заболевания может быть клинически выраженным, малосимптомным или бессимптомным, постепенным или острым [4-7].

Целиакия является уникальным аутоиммунным заболеванием, поскольку хорошо известны его ключевые факторы патогенеза. Это экологический триггер (глютен), генетическая предрасположенность (человеческий лейкоцитарный антиген (HLA) -DQ2 и HLA-DQ8) и аутоантиген (тканевая трансглутаминаза).

В настоящее время выделяют следующие клинические формы целиакии: классическая (доминирует клиническая картина синдрома мальабсорбции в сочетании с положительными серологическими маркерами и гистологической картиной атрофии ворсинок и гиперплазии крипт по данным морфобиопсии слизистой тонкой); неклассическая/ассимптоматическая (клиническая картина мальабсорбции отсутствует, имеются другие гастроинтестинальные и внекишечные нарушения в сочетании с положительными серологическими маркерами и гистологической картиной атрофии ворсинок и гиперплазии крипт по данным морфобиопсии слизистой тонкой); потенциальная и рефрактерная (при наличии всех признаков целиакии нет ответа на аглютеновую диету в течение 12 месяцев при условии строгого ее соблюдения, обычно связана с развитием осложнений - коллагенозной спру, язвенного еюноилеита, интестинальной лимфомы; характерна для взрослых) [4-7].

Полиморфизм клинических проявлений вызывает сложности в постановке диагноза. Блок-схема для выявления целиакии в настоящее время включает серологическую диагностику (определение антител к глютену и тканевой трансглутаминазе), эзофагогастродуоденоскопию с биопсией ДПК, в отдельных случаях – генетическое обследование [7].

Нецелиакийная форма непереносимости глютена (неглютеновая чувствительность к глютену) представляет собой состояние на фоне приема глютеносодержащей пищи, и характеризуется как гастроинтестинальными симптомами (боли в животе, тошнота, вздутие живота, флатуленция, изменения характера стула в виде диареи, реже запоров или их чередования), так и внекишечными нарушениями (усталость, быстрая утомляемость, головные боли, боли в мышцах и суставах и другие). Улучшение отмечается при отмене глютена и рецидивирует после его введения. При этом у пациента должна быть исключена целиакия и аллергия на пшеницу. Кроме глютена, другими этиологически значимыми факторами данного синдрома являются ингибиторы амилазы-трипсина и фруктаны (богатые ферментируемыми олиго-ди-моносахаридами и полиолами или FODMAP), которые являются компонентами пшеницы и других глютеносодержащих продуктов питания [7, 8, 9].

Единственным безальтернативным методом терапии на сегодняшний день как целиакии, так и NCGS является безглютеновая диета (БГД) [7]. Она позволяет купировать основные симптомы заболевания и снизить риск развития осложнений. Ведущиеся в настоящее время разработки лекарственной терапии целиакии еще не получили широкого клинического применения.

Верифицированный диагноз целиакия у детей до 18 лет в Республике Беларусь дает право на получение инвалидности. Это обстоятельство нередко становится причиной ухода из спорта юных спортсменов как из-за сложностей соблюдения БГД, так и наличия инвалидности.

Ниже мы демонстрируем клинический случай целиакии у юного спортсмена.

Пациент (15 лет), учащийся училища Олимпийского резерва.

В течение полутора лет беспокоили головные и абдоминальные боли, нарушений со стороны характера стула, аппетита не отмечалось, физическое развитие соответствует возрасту. Со стороны других органов и систем без патологических изменений, в пределах были гематологические, иммунологические и биохимические показатели. По результатам проведенной инструментальной диагностики по поводу синдрома абдоминальной боли (эзофагогастродуоденоскопия, УЗИ органов брюшной полости), а также клинических и лабораторных данных был выставлен диагноз хронический поверхностный минимальной

степени активности антральный гастрит. По поводу головных болей проведено ЭЭГ, КИГ, РЭГ, МРТ головного мозга, вирусологическое, эндокринологическое обследование и выставлен диагноз головная боль напряжения. Несмотря на неоднократные курсы проводимой медикаментозной терапии по поводу хронического гастрита и абдоминальных болей (ингибиторы протонной помпы, спазмолитики, пробиотики, мультиэнзимы), клинического эффекта не отмечалось, пациент был направлен на прием к гастроэнтерологу. С учетом длительности синдрома абдоминальной боли назначен и проведен серологический скрининг на целиакию. Выявлено повышение уровня антител к тканевой трансглутаминазе (уровень иммуноглобулинов А к тканевой трансглутаминазе - 7 норм) при нормальном уровне антител к глиадину. Пациенту выполнена повторная эзофагогастроуденоскопия с биопсией из луковицы двенадцатиперстной кишки и постбульбарного отдела. Морфологически подтверждена тотальная атрофия ворсинок и гиперплазия крипт (Marsh III c), что явилось основанием для верификации диагноза целиакии и назначения безглютеновой диеты. Однако организационные сложности соблюдения диеты были причиной дальнейшего ухода пациента из спорта.

Обсуждение

Данный клинический пример демонстрирует как медицинские аспекты сложности диагностики целиакии (недооценка симптомов, недостаточная клиническая настороженность, ограничения при заборе биопсийного материала только слизистой желудка), так и социальные аспекты патологии в виде причины ухода из спорта. В настоящее время в Республике Беларусь при наличии диагноза целиакии для спортсменов национальных и сборных команд и учащихся средних школ – училищ олимпийского резерва вопрос о противопоказаниях к занятию спортом решается индивидуально (Постановление министерства здравоохранения Республики Беларусь 10 февраля 2020 г. № 7). Наличие нормативно-правовой базы по организации лечебного и диетического питания также позволяет юным спортсменам продолжать занятия спортом. Таким образом, при отсутствии других противопоказаний и осложнений, диагноз целиакии не должен являться причиной ухода из спорта.

Выводы

Высокий уровень осведомленности врачей разных специальностей об особенностях клинического течения целиакии будет способствовать ранней диагностике патологии, обоснованному назначению безглютеновой диеты, что имеет не только медицинское значение, но и позволит потенциально влиять на достижение более высоких спортивных результатов. Совершенствование нормативно-правовой базы организации безглютенового питания на всех этапах спортивной подготовки - залог соблюдения безглютеновой диеты спортсменами с непереносимостью глютена и фактор успешности спортивной карьеры.

Список литературы

1. Dana, M. L. Exit Gluten Free and Enter Low FODMAPs: A Novel Dietary Strategy to Reduce Gastrointestinal Symptoms in Athletes / M. L. Dana // Sports Medicine – 2019. – Vol. 49. – P. 87–97.
2. Costa, R. J. S. Systematic review: exercise-induced gastrointestinal syndrome-implications for health and intestinal disease / R. J. S. Costa, RMJ. Snipe, C. M. Kitic, P. R. Gibson // Aliment Pharmacol Ther. – 2017. – Vol. 46, № 3. – P. 246–265.
3. Dana, M. L. Exit Gluten Free and Enter Low FODMAPs: A Novel Dietary Strategy to Reduce Gastrointestinal Symptoms in Athletes / M. L. Dana // Sports Medicine – 2019. – Vol. 49. – P. 87–97.
4. Bulka, C. M. The Unintended Consequences of a Gluten-free Diet / C. M. Bulka, M. A. Davis, M. R. Karagas [et al.] // Epidemiology – 2017. – Vol. 28, № 3. – P. 24–25.

5. Sharma, N. Pathogenesis of Celiac Disease and Other Gluten Related Disorders in Wheat and Strategies for Mitigating / N. Sharma, S. Bhatia, V. Chunduri [et al.] // Them. Front. Nutr. – 2020. – Vol. 8, № 1. – P. 35–38.
6. Zhu, J. Celiac Disease: Against the Grain in Gastroenterology / J. Zhu, C. J. J. Mulder, L. A. Dieleman // Journal of the Canadian Association of Gastroenterology – 2019 – Vol. 2, № 4 – P. 161–169.
7. Husby, S. European Society Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Guidelines for Diagnosing Coeliac Disease 2020 / S. Husby, S. Koletzko, I. Korponay-Szabó [et al.] // *Pediatr Gastroenterol Nutr.* – 2020- Vol. 70, № 1. – P.141–156.
8. Thomas, D. T. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance / D. T. Thomas, K. A. Erdman, L. M. Burke // *Med Sci Sports Exerc.* – 2016. – Vol. 48, № 3. – P. 543–568.
9. Саванович И.И., Малеваная И.А., Жуков А.М., Вербилович М.В. Непереносимость глютена, как триггер дисфункции желудочно-кишечного тракта у спортсменов / И.И. Саванович, И.А. Малеваная, А.М. Жуков, М.В. Вербилович // *Оздоровительная физическая культура молодежи: актуальные проблемы и перспективы: материалы IV Междунар. науч. – практ. конф. (Минск-Ташкент, 28 мая 2020 г.). / под ред. : А. С. Ванда. – Минск: БГМУ, 2020. – с. 294.*

Управление тренировкой велосипедистов-шоссейников различной квалификации на основе применения отрицательной обратной связи

Свечкарёв В.Г., доктор пед. наук, *vital89286686941@mail.ru*

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», г. Майкоп

Аннотация. Разработана машина автоматизированного управления для тренировки велосипедистов, позволяющая проводить тренировочные занятия в оптимальном режиме нагружения по ответной реакции сердечно-сосудистой системы, что позволяет тренироваться в условиях, обеспечивающих проявление показателей, близких к рекордным, без угрозы срыва адаптации. Представлены результаты её воздействия на медико-биологические и биомеханические характеристики занимающихся.

Ключевые слова: ЧСС, нагрузка, автоматизированная система управления, обратная связь, тренажёр, адаптация, управление, оптимальность.

Введение

Одной из актуальных проблем спортивной тренировки на современном этапе есть управление тренировочным процессом в оптимальном режиме нагружения. Так как, учитывая большие индивидуальные и временные вариации состояния спортсмена, мы не можем всегда быть уверенными в том, что использования одно и тоже действие, получим одну и ту же соответствующую реакцию. Одинаковая тренировочная нагрузка может привести к разному тренировочному эффекту [1].

Эффективность тренировки велосипедистов повышается, если условия работы мышц приближены к реальному и оптимальному согласованию внешней нагрузки с функциональными возможностями организма спортсмена [2]. Проявление же уровня физических качеств (а следовательно и биомеханических показателей и характеристик движения) зависит от функциональных систем организма спортсмена [3].

Компьютеризованные тренажёрные устройства и комплексы наилучшим образом способствуют адаптации и повышению эффективности тренировочного процесса, так как с их применением условия работы мышц максимально приближаются к оптимальному согласованию внешней нагрузки с функциональными возможностями организма спортсмена [4, 5, 6, 7 и др.]. При этом более эффективны устройства с отрицательной обратной связью [8].

Нами разработана, создана и апробирована на практике машина автоматизированного управления для тренировки велосипедистов (МАУТВ), представляющая собой компьютеризованный велотренажёрный комплекс, позволяющий непрерывно регулировать физическую нагрузку по заданной ЧСС на основе отрицательной обратной связи.

Методы исследования: Исследования проводилось на базе научно-исследовательских лабораторий кафедры научных основ физической культуры и спорта Кабардино–Балкарского государственного университета. В нем приняли участие 21 спортсмен (юноши) занимающихся велоспортом (в веложолде Олимпийского резерва республики Кабардино–Балкарский), специализирующиеся в шоссейных гонках, с различным уровнем подготовленности и имеющих различные спортивные разряды (от юношеских разрядов до КМС), в возрасте 15 – 18 лет. Все они были разделены на три группы, первая высокого уровня мастерства, вторая среднего и третья низкого.

Для расчёта оптимальной ЧСС использовалась полученная на большом статистическом материале кривая J. San Gupta [11]. Максимальная ЧСС определялась как 220 минус возраст в годах [12]. Таким образом, оптимальная ЧСС получилась у нас 156 – 157 ударов в минуту при работе на разработанной нами МАУТВ для велоспорта в течение 30 мин., (именно такое время

работы на тренажёре использовали наши исследуемые спортсмены, тренируясь по составленному им плану тренировок тренером), а коридор (оптимальная зона ЧСС) определена нами как ± 5 ударов, т.е. 151-161 или 152-162 удара в минуту.

Результаты

Нами разработано и апробировано в тренировочном процессе велосипедистов устройство (патент RU 2264246 С 1 [13]), отвечающее требованиям, предъявляемым к компьютеризированным тренажёрам автоматизированного типа. В соответствии с основным принципом своего действия устройство получило название «машина автоматизированного управления для тренировки велосипедистов» (МАУТВ).

Устройство включает в себя (рис. 1): раму 1 для закрепления велосипеда 2, состоящую из узла крепления вилки переднего колеса 3 и узла фиксированной опоры 4 заднего колеса 5 велосипеда 2. При этом заднее колесо 5 фрикционно связано с роликом 6, размещённым на оси 7, установленной на раме 1. На оси 7 с одной стороны от ролика 6 находится крыльчатка вентилятора 8 (рис. 2), а на другой стороне от ролика 6 – ступенчато изменяемая нагрузка. Она создаётся с помощью постоянного магнита 9 (рис. 3), ступенчато надвигаемого на вращающийся вместе с колесом 5 медный диск 10. Имеется датчик 11 условного перемещения велосипеда 2, выходной сигнал которого привязан к вращению указанного ролика 6 (рис. 4).

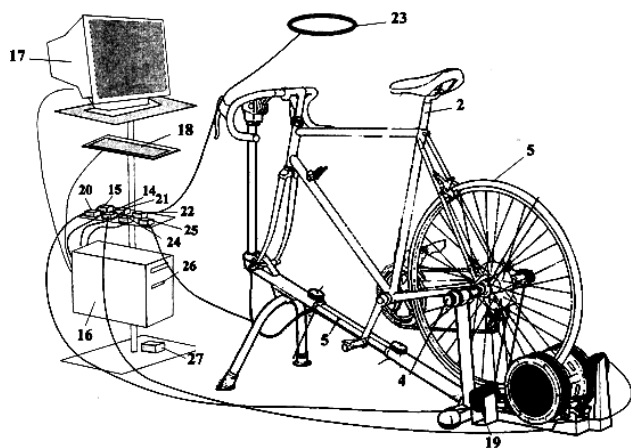


Рисунок 1 - Общий вид МАУТВ.

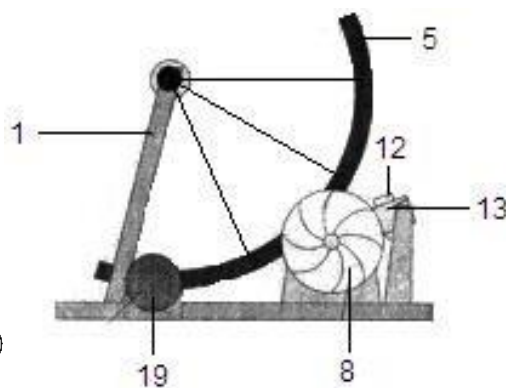


Рисунок 2 - Вид регулирующего устройства со стороны крыльчатки вентилятора.

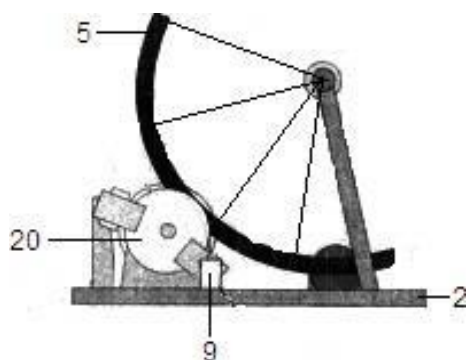


Рисунок 3 - Вид регулирующего устройства со стороны медного диска.

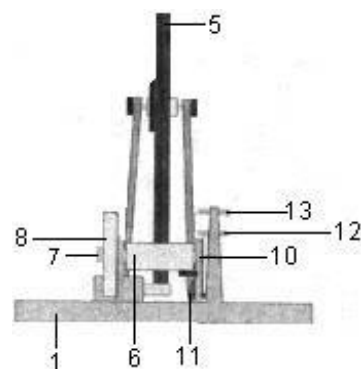


Рисунок 4 - Вид регулирующего устройства сзади.

Динамическая нагрузка создаётся в результате взаимодействия вихревых токов, наводимых во вращающемся медном диске 10 регулирующей обмоткой 12. Она намотана на

сердечник магнитопровода 13, охватывающего часть поверхности упомянутого диска 10 и подключённого через первый усилитель 14 и первый цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) 15 к системному блоку 16 компьютер с дисплеем 17 и клавиатурой 18. Обмотка возбуждения электродвигателя 19 через второй усилитель 20 и второй ЦАП 21 подключена к системному блоку 16.

Датчик измерения ЧСС 23, измерительный щуп которого, надеваемый на велосипедиста во время тренировки, и упомянутый датчик 11 условного перемещения велосипеда 2 подсоединены к системному блоку 16 через первый 24 и второй 25 аналого-цифровой преобразователь (АЦП) соответственно. При этом ось электрического двигателя 19 механически (в данном случае – фрикционно) связана с задним колесом 5 велосипеда 2. Все узлы и датчики, которым для работы необходимо электрическое питание, подключены к источнику питания 27.

Перед началом тренировки велосипедиста на компьютер с помощью клавиатуры 18 задаётся коридор ЧСС [Р нижний, Р верхний]. Он подбирается индивидуально во время предварительного полного обследования каждого спортсмена и является отображением оптимальной зоны работы его сердца. Также имеется возможность задания эталонного режима тренировки.

Спортсмен садится на велосипед, и на нем закрепляется датчик ЧСС 23. Сигнал этого датчика подключается к системному блоку 16 через первый АЦП 24. Датчик 11 условного перемещения велосипеда 2 подсоединён к системному блоку 16 через второй АЦП 25. Таким образом, на экране дисплея 17 отображаются: текущее значение ЧСС, «пройдённое» расстояние, время в «пути», а также воображаемая трасса и местоположение велосипедиста на ней в каждый момент времени.

Нагрузка на педали меняется в зависимости от текущего значения ЧСС спортсмена относительно заданного коридора. При выходе ЧСС за пределы нижнего уровня заданного коридора программа управления по гиперболе повышает напряжение, подаваемое через первый ЦАП 15 и усилитель 14 на регулируемую обмотку 12, увеличивая нагрузку до тех пор, пока ЧСС спортсмена не достигнет заданного коридора. При чрезмерно большой ЧСС, наоборот, указанная программа по гиперболе понижает напряжение пока ЧСС тренирующегося не войдёт в заданную зону.

В АСУ тренером может быть задана любая ЧСС, а при необходимости – различная и на разных отрезках пути. Индивидуально задаётся и время работы на МАУТВ. При этом спортсмен получает всю необходимую информацию, обрабатываемую компьютером, на экране дисплея. Все данные сохраняются в базе данных для статистической обработки и дальнейшего анализа. При создании достаточной базы данных за продолжительный отрезок времени и подключении специализированных программ возможна выдача АСУ тренеру (спортсмену) рекомендаций по корректировке тренировочного процесса.

Данное устройство позволяет расширить функциональные возможности организма и повысить эффективность тренировки спортсменов благодаря непрерывному отслеживанию ответной реакции организма велосипедиста во время выполнения упражнения и плавному автоматическому регулированию нагрузки в соответствии с изменяющимися параметрами регистрируемых характеристик. Такой подход исключает возможность перетренировки и создаёт благоприятные условия для протекания процесса адаптации.

Возможность регистрировать биомеханические параметры движения и по ходу тренировки корректировать их по ответной реакции организма на нагрузку – важнейшее условие оптимизации управления тренировочным процессом и повышения мастерства спортсмена при сохранении его здоровья [9, 10].

При проведении поисковых исследований нами фиксировались динамика насыщения гемоглобина кислородом методом трансмиссионной пульсоксиметрии у велосипедистов различной квалификации при непрерывном регулировании внешней нагрузки по ЧСС (в условиях применения МАУТВ) и в традиционных условиях. Ниже на рисунках 5 – 7 приведены оксигемограммы, характеризующие общие тенденции изменения насыщения

гемоглобина кислородом у велосипедистов различной квалификации. В табл. 1 представлены средние значения регистрируемого показателя.

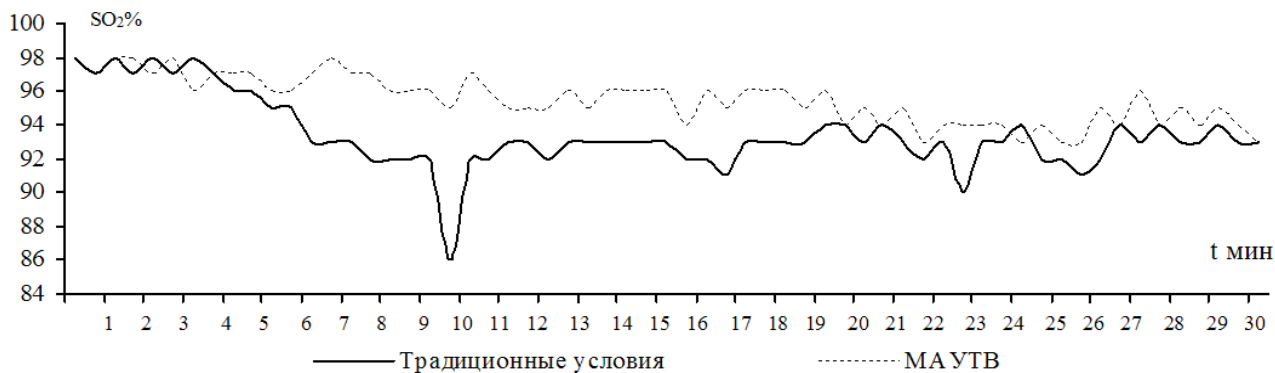


Рисунок 5 - График изменения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом у спортсменов высокого уровня мастерства в условиях применения МАУТВ и в традиционных условиях.

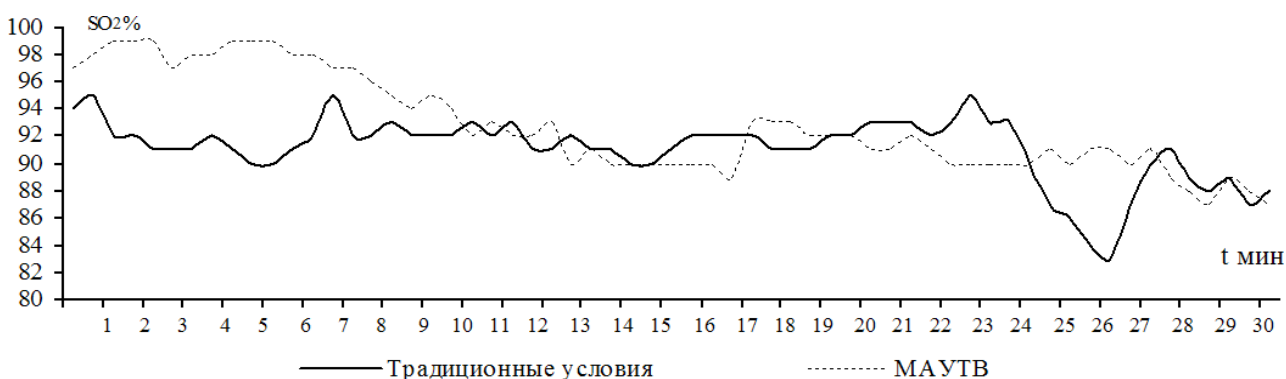


Рисунок 6 - График изменения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом у спортсменов среднего уровня мастерства в условиях применения МАУТВ и в традиционных условиях.

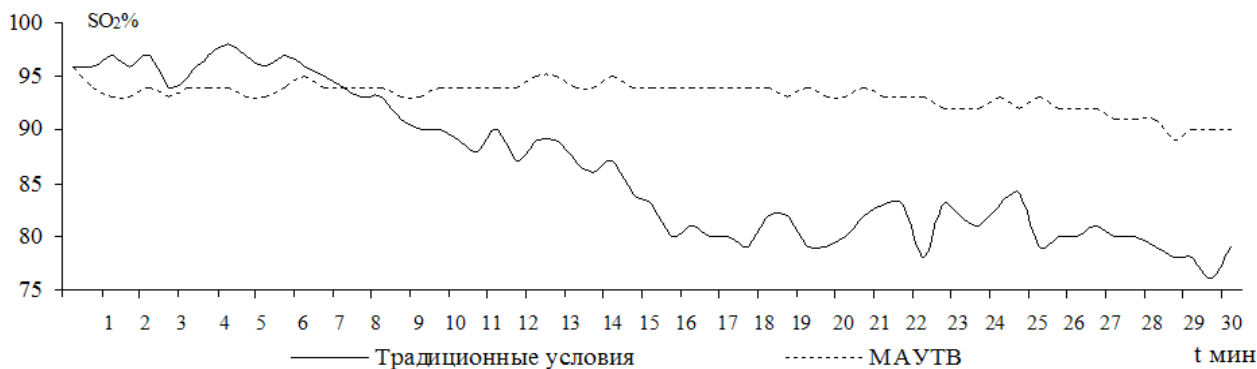


Рисунок 7 - График изменения насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом у спортсменов низкого уровня мастерства в условиях применения МАУТВ и в традиционных условиях.

Как видно на графиках, у спортсменов, занимавшихся в условиях МАУТВ, колебание напряжения кислорода в крови значительно ниже, чем у тренирующихся в традиционных условиях. При этом средний уровень количества кислорода в крови (табл. 1) выше у занимавшихся в условиях нашего тренажёрного комплекса. Обращает на себя внимание особенность изменения количества кислорода в крови, наблюдаемая в течение выполнения работы спортсменами различной квалификации в исследуемых условиях. Так, в условиях МАУТВ наблюдается большая согласованность анимальных и вегетативных систем организма, в более короткие сроки наступает устойчивое состояние, что приводит к

увеличению функциональных возможностей мышечного аппарата спортсменов (см. рис. 8). При этом динамика изменений насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом сопровождается увеличением работоспособности и уменьшением времени восстановления.

Таблица 1. Изменение насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом у велосипедистов различной квалификации в различных условиях тренировки

Уровень мастерства	Традиционные условия	МАУТВ	Достоверность различий при $p < 0,05$
	$\bar{x} \pm \delta$	$\bar{x} \pm \delta$	
Высокий	93,4 ± 1,12	95,5 ± 1,13	<
Средний	91,0 ± 1,84	92,8 ± 1,25	<
Низкий	86,4 ± 2,46	93,2 ± 2,14	<

Данная методика применения МАУТВ наиболее актуальна для начинающих спортсменов, так как позволяет на протяжении всей дистанции сохранять достаточно высокий уровень кислорода в крови. При этом стресс-реакция организма достаточно высока, а повреждающие эффекты практически отсутствуют [14].

Регулирование уровня сопротивления, осуществляемое программой управления по ЧСС, отразилось на параметрах биомеханических характеристик движения, которые мы сравнили с характеристиками упражнения, выполняемого в традиционных условиях, т.е. на велотренажере Cateye CS-1000 без автоматического регулирования (таким или подобным тренажёром пользуются многие велосипедисты в процессе тренировок). Ниже на рисунках отображены графики изменения параметров различных биомеханических характеристик движений, выполняемых спортсменами различного уровня подготовленности (представлены средние величины выборки).

Из рис. 8, отражающем динамику ЧСС, характерную для велосипедистов высокого уровня подготовленности, при выполнении задания в различных условиях, видно, что уровень исследуемого показателя достаточно быстро возрастает до 160 ударов как в традиционных условиях, так и в условиях, создаваемых МАУТВ. При дальнейшем выполнении упражнения уровень ЧСС с применением предлагаемого нами устройства остаётся неизменным до конца тренировки, а в традиционных условиях постоянно возрастает и к концу занятий достигает 180 ударов.

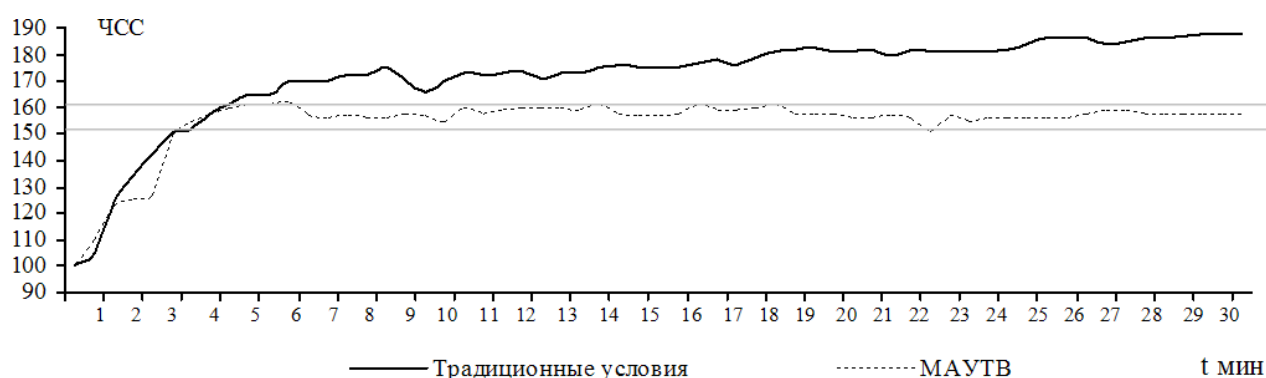


Рисунок 8 - График изменения ЧСС у спортсменов высокого уровня мастерства в условиях МАУТВ и в традиционных условиях тренировки.

Скорость движения, представленная на рисунке 9, при выполнении упражнения в условиях МАУТВ значительно выше по сравнению с традиционными условиями тренировки, при этом наблюдается её наиболее плавное изменение.

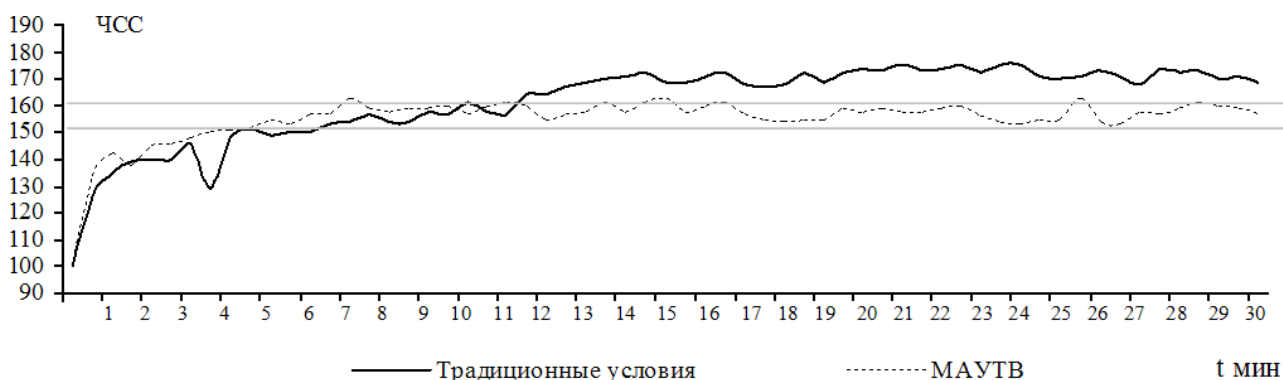


Рисунок 9 - График изменения скорости у спортсменов высокого уровня мастерства в условиях МАУТВ и в традиционных условиях тренировки.

У спортсменов среднего уровня мастерства наблюдается ещё большее отличие в динамике ЧСС (рис. 10) между традиционными условиями выполнения упражнения и условиями МАУТВ. При этом ЧСС в традиционных условиях значительно выше и постоянно растёт, тогда как в условиях нашего тренажёрного комплекса она, достигнув оптимального значения, держится на этом уровне.



Рисунок 10 - График изменения ЧСС у спортсменов среднего уровня мастерства в различных условиях тренировки.

Динамика скорости движения (рис. 11) в условиях МАУТВ носит более плавный характер и остаётся примерно на одном уровне до конца выполнения упражнения, а в традиционных условиях носит скачкообразный характер — большие значения в начале упражнения и снижение к его окончанию.

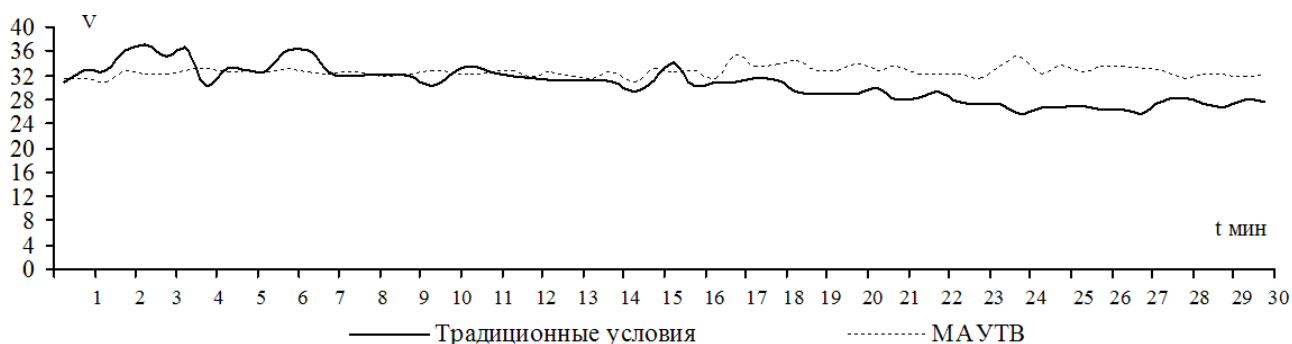


Рисунок 11 - График изменения скорости у спортсменов среднего уровня мастерства в различных условиях тренировки.

График изменения ЧСС у спортсменов низкого уровня подготовленности (рис. 12) показывает такую же картину изменения исследуемых характеристик, что и у спортсменов более высоких разрядов. Это свидетельствует об эффективности применения МАУТВ,

которая способна удерживать уровень ЧСС в оптимальных пределах.



Рисунок 12 - График изменения ЧСС у спортсменов низкого уровня мастерства в условиях МАУТВ и в традиционных условиях тренировки.

На рисунке 13 видно, что в условиях МАУТВ спортсмены низкой квалификации способны выполнять двигательное задание с гораздо большей скоростью, при этом происходящие изменения имеют меньшие отклонения, чем при выполнении упражнения в традиционных условиях тренировки.



Рисунок 13 - График изменения скорости у спортсменов низкого уровня мастерства в различных условиях тренировки.

Ниже, в табл. 2, приведены средние значения параметров исследуемых биомеханических характеристик движения, полученные нами при проведении эксперимента.

Таблица 2. Изменения биомеханических параметров движения у велосипедистов различной квалификации в различных условиях тренировки

Традиционные условия			Условия МАУТВ			Достоверность различий при $p < 0,05$		
ЧСС	V (км/ч)	L (км)	ЧСС	V (км/ч)	L (км)			
$\bar{x} \pm \delta$	$\bar{x} \pm \delta$	$\bar{x} \pm \delta$	$\bar{x} \pm \delta$	$\bar{x} \pm \delta$	$\bar{x} \pm \delta$			
1	2	3	4	5	6	1-4	2-5	3-6
161,34 $\pm 15,27$	31,75 $\pm 1,09$	15,46 $\pm 0,43$	153,27 $\pm 14,53$	33,36 $\pm 1,45$	17,08 $\pm 0,72$	<	<	<
162,9 $\pm 26,12$	30,86 $\pm 2,63$	15,47 $\pm 0,37$	149,7 $\pm 22,17$	32,64 $\pm 1,08$	16,50 $\pm 0,39$	<	<	<

171,14	31,18	15,34	154,9	32,55	16,29	<	<	<
±20,44	±0,56	±0,29	±12,81	±0,96	±0,32			

Результаты исследования показали, что АСУ МАУТВ качественно справляется со своей задачей и ЧСС спортсмена находится в заданном коридоре (151 – 161 удар в минуту или 152 – 162 удара в минуту в наших конкретных случаях). И если по каким-то причинам ЧСС все-таки выходит из коридора (чего программа управления старается не допускать), то АСУ приводит значения к норме.

Эффективность предлагаемой нами методики тренировки велосипедистов-шоссейников определялась также путём сравнения *времени восстановления* после нагрузки и *пройденного расстояния*, зарегистрированных на первом и последнем занятиях при выполнении тестового задания «Езда на велостанке в течение 30 мин».

Сравнительный анализ результатов тестирования, проведённого по окончании педагогического эксперимента, представлен в табл. 3.

Таблица 3. Результаты основного педагогического эксперимента

Регистрируемые характеристики	До эксперимента		После эксперимента		Достоверность различий при P<0,05			
	контр. гр.	эсп. гр.	контр. гр.	эсп. гр.				
	$\bar{x} \pm \delta$		$\bar{x} \pm \delta$					
	1	2	3	4	1-2	1-3	2-4	3-4
t восстановления (с)	124,12 ± 1,13	125,02 ±1,44	85,74 ±1,13	64,21 ± 1,03	>	<	<	<
L (км)	15,05 ±1,29	14,82 ±1,29	17,02 ±0,82	19,15 ±1,78	>	<	<	<

Из таблицы видно, что в обеих группах произошло достоверное улучшение результатов регистрируемых характеристик движения.

Выводы

Результаты исследований динамики физиологических показателей организма спортсменов, тренирующихся в стандартных условиях и в условиях МАУТВ, показали, что адаптация к физической нагрузке проходит быстрее и с меньшим повреждающим эффектом, чем в стандартных условиях. Динамика ЧСС, зарегистрированная в результате экспериментов, показывает, что в условиях МАУТВ сердечно-сосудистая система спортсмена лучше адаптируется к нагрузке, а её вариативное изменение позволяет удерживать данный параметр работы сердца в оптимальном «коридоре».

Спортсмены, тренировавшиеся в условиях МАУТВ, быстрее восстанавливались и выполняли больший объем работы, что свидетельствует о развитии у них адаптационного синдрома [15, 16]. Полученные данные расширяют и углубляют представления об оптимизации тренировочного процесса на фоне минимизации энергозатрат.

Список литературы

1. Дембо А.Г. Врачебный контроль в спорте. – М.: Медицина, 1988.
2. Черкесов Ю.Т. Машины управляющего воздействия и спорт. – Майкоп: Изд-во АГУ, 1993. – 136 с.

3. Зацюрский В.М. Кибернетика, математика, спорт. — М.: Физкультура и спорт, 1969. — 199 с.
4. Зацюрский В.М., Ярмицкий Ю.Д. Исследование точности воспроизведения мышечной работы, дозируемой по частоте сердечных сокращений // Теория и практика физ. культуры. — 1972. — № 5. — С. 27–31.
5. Ипполитов Ю.А., Чебураев В.С. Оптимизация условий выполнения спортивных упражнений // Теория и практика физ. культуры. — 1994. — № 1/2. — С. 44–46.
6. Ширковец, Е.А. Система оперативного управления и корректирующие воздействия при тренировке в циклических видах спорта: автореф. дис д-ра пед. наук — М., 1995.
7. Построение автоматизированных систем управления / В.Г. Свечкарёв, Ж.Н. Шхалахова, О.А. Гусейнзаде, Е.С. Двойникова, С.О. Парфенова // Новые технологии. 2007. № 4. С. 54-56.
8. Черкесов Ю.Т., Хажилиев Н.Ю., Свечкарёв В.Г. Машина адаптивного воздействия // В сборнике: Современные проблемы развития физической культуры и биомеханики спорта. Материалы международной научно-практической конференции. Адыгейский государственный университет, Институт физической культуры и дзюдо. 2001. С. 120-122.
9. Свечкарёв В.Г. Совершенствование двигательных возможностей человека посредством современных автоматизированных систем управления в физическом воспитании и спорте // Социальная политика и социология. 2013. № 2-2 (93). С. 319-330.
10. Свечкарёв В.Г., Гурин В.В. Использование машины адаптивного воздействия в практике оздоровительной физической культуры // Кубанский научный медицинский вестник. 2006. № 11. С. 76-78.
11. Wasserman K., Whipp B. J., Koyal S. N., Beaver W. L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise // J. Appl. Physiol., 1973. — Vol.35. — №2. — P. 236-243.
12. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. — М.: Терра-спорт, 2001.
13. Патент RU 2264246 С 1. Устройство для тренировки велосипедиста / Ю.Т. Черкесов, В.В. Афанасенко, Т.Ю. Черкесов, В.Г. Свечкарёв, Д.А. Вишникин, Н.Ю. Хажилиев, С.И. Козлов, С.А. Харенко. Опубл. 20.11.2005, Бюл. № 32.
14. Компьютеризированный велотренажерный комплекс с биологической отрицательной обратной связью / Ю.Т. Черкесов, В.Г. Свечкарёв, В.В. Афанасенко, Н.Ю. Хажилиев, С.А. Локтев, В.Г. Минченко // В сборнике: Актуальные проблемы валеологии, воспитания учащихся в условиях новой концепции физкультурного образования. Материалы международной научной конференции. Министерство образования Российской Федерации; Кабардино-балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова; Комитет по физической культуре и спорту КБР; Ростовский государственный университет; Ростовский государственный педагогический университет. 2002. С. 153-155.
15. Свечкарёв В.Г. Совершенствование двигательных возможностей человека посредством автоматизированных систем управления. Диссертация на соискание учёной степени доктора педагогических наук / Адыгейский государственный университет. Майкоп, 2008.
16. Свечкарёв В.Г. Новая стратегия совершенствования двигательных возможностей человека посредством автоматизированных систем управления. - Вестник университета. 2011. № 22. С. 60-61.

Совершенствование двигательных возможностей человека посредством автоматизированных систем управления биомеханическими параметрами движений

Свечкарёв В.Г., доктор пед. наук, vital89286686941@mail.ru

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», г.
Майкоп

***Аннотация.** В статье вскрыты проблемы разработки и внедрения автоматизированных систем управления (АСУ) в управление физкультурно-спортивной деятельности и показан ряд противоречий. Представлены закономерности, методологические и методические основания и условия, являющихся необходимыми и достаточными для использования современных автоматизированных систем управления тренировочными нагрузками, функционирующими на основе непрерывного учёта показателей состояния основных морфофункциональных систем организма.*

***Ключевые слова:** Машина адаптивного воздействия, автоматизированная система управления), адаптация, управление, оптимальность.*

Введение

Физическая культура и спорт призваны выполнять роль важнейшего фактора, обеспечивающего полноценную жизнь, раскрытие самых разнообразных задатков и способностей человека, достижение мастерства в любом виде профессиональной деятельности, так как оптимальная заданная физическая нагрузка развивает и поддерживает функциональные резервы организма, соответствующие хорошему состоянию здоровья [1, 2, 3].

Однако, как отмечают многие учёные [4, 5, 6, 7 и др.], определение оптимальной нагрузки по-прежнему остаётся одной из сложных проблем в теории и практике физической культуры и спорта. Необходимость такого подхода вызвана значительными индивидуальными и временными вариациями состояния человека, в результате чего использование одинаковой тренировочной нагрузки может привести к различной ответной реакции организма, к разному тренировочному эффекту [8, 9, 10 и др.].

В видах спорта с преимущественным проявлением выносливости, где результат больше всего зависит от деятельности вегетативной системы, управление нагрузкой должно осуществляться по объективно установленным данным непрерывного проявления физиологических параметров по ходу движения. А средства, создающие управляющее воздействие (регулируемые сопротивления), должны работать на основе принципа прямой и обратной связи [4, 6].

Для повышения спортивного мастерства и получения оздоровительного воздействия при занятиях физическими упражнениями и спортом наиважнейшее значение имеют проблемы адаптации и оптимальности задаваемой физической нагрузки. Только оптимальная физическая нагрузка развивает и поддерживает функциональные резервы организма, способствующие дальнейшему стабильному росту спортивного мастерства.

Одним из физиологических показателей величины нагрузки является ответная реакция сердечно-сосудистой системы на неё, определяемая по ЧСС. Это обусловлено тем, что ЧСС тесно связана с нейрогуморальными системами организма и является индикатором адаптивных реакций всего организма [11 и др.]. У каждого занимающегося есть индивидуальная зона оптимальных значений ЧСС. Тренировки при ЧСС ниже этой зоны неэффективны, а при ЧСС, превышающей её верхние значения, – опасны для здоровья. Сам занимающийся не всегда может контролировать себя по ЧСС. Поэтому целесообразно в

арсенале тренировочного оборудования иметь средство или комплекс средств, автоматически отслеживающих тренировочный процесс и поддерживающих оптимальное согласование внешней нагрузки и физического состояния спортсмена [12, 13].

Основная сложность проблемы заключается в том, что оптимум необходимой физической нагрузки у каждого занимающегося сугубо индивидуален и подвержен постоянному изменению (иногда в очень широком диапазоне) – в зависимости от степени восстановления после предыдущего тренировочного воздействия, особенностей психоэмоционального состояния и т. д. Оптимальную величину нагрузки определяет все, что имеет место во взаимодействии организма с окружающей средой во всем её многообразии. Поскольку степень воздействия всех факторов постоянно меняется, у каждого занимающегося индивидуально и адекватно должна меняться и нагрузка [14].

Другим важным показателем, по которому можно судить о величине физиологической нагрузки на организм занимающегося, является ответная реакция его опорно-двигательного аппарата (динамические и кинематические характеристики движения(й)). Поэтому для контроля и автоматизированного управления величиной нагрузки на опорно-двигательный аппарат занимающегося необходима опора на биомеханические критерии, определяющие их индивидуальную оптимальность [6, 15 и др.].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что в настоящее время состояние проблемы разработки и внедрения АСУ в управление физкультурно-спортивной деятельностью характеризуется наличием ряда противоречий, среди которых наиболее значимыми являются следующие.

- Между весьма высоким уровнем развития АСУ, их широким использованием в различных сферах жизнедеятельности современного общества, и пока ещё недостаточным вниманием к их разработке и применению в управлении физкультурно-спортивной деятельностью.

- Между необходимостью использования широчайших возможностей, предоставляемых современными компьютерными технологиями в деле организации учебно-тренировочного процесса, и недостаточной разработанностью вопросов о цели, содержании, средствах, методах и формах воздействий, призванных обеспечить успешность овладения такими технологиями.

- Между объективной необходимостью высокого уровня компетентности специалистов физической культуры и спорта в области компьютерных технологий и АСУ и явной недостаточностью этого уровня, обусловленной субъективной недооценкой их роли и возможностей специалистами данного профиля в своей повседневной практической деятельности (начиная с управления нагрузкой в каждом конкретном занятии и до управления учебно-тренировочным процессом в целом).

Помимо изложенных аргументов необходимость модернизации системы управления учебно-тренировочным процессом на основе АСУ обусловлена:

- значительным повышением роли АСУ в современном обществе как фундаментальной основы, обеспечивающей его поступательное развитие;

- объективно существующим фактом увеличения роли компьютерных технологий и управленческих умений и навыков в любой профессиональной деятельности, без достаточного овладения которыми все другие профессионально значимые её элементы оказываются недостаточно эффективными;

- осознанием того, что использование АСУ, основанных на современных коммуникационных технологиях, представляет собой наиболее перспективное направление повышения результативности учебно-тренировочной деятельности.

Осмысление представленных недостатков и противоречий может способствовать более правильному определению путей их преодоления, нахождению действенных способов совершенствования системы управления учебно-тренировочным процессом.

Научная проблема, решению которой посвящено настоящее исследование заключается в исследовании закономерностей, методологических и методических оснований и условий,

являющихся необходимыми и достаточными для разработки современных автоматизированных (в том числе и адаптивных) систем управления тренировочными нагрузками, функционирующими на основе непрерывного учёта показателей состояния основных морфофункциональных систем организма, получаемых по каналам обратной связи в условиях искусственной управляющей среды.

Цель исследования заключается в теоретико-методологическом обосновании биомеханических и педагогических условий, правил, закономерностей содержательного и процессуального обеспечения экспериментальной, изобретательской и конструкторской деятельности по созданию систем автоматизированного управления физической нагрузкой в условиях искусственной управляющей среды, функционирующих на основе информации о динамике состояния организма, а также экспериментальной проверке эффективности таких систем в условиях реального учебно-тренировочного процесса.

В настоящее время состояние проблемы разработки и внедрения АСУ в управление физкультурно-спортивной деятельностью характеризуется наличием ряда противоречий, среди которых наиболее значимыми являются следующие.

- Между весьма высоким уровнем развития АСУ, их широким использованием в различных сферах жизнедеятельности современного общества, и пока ещё недостаточным вниманием к их разработке и применению в управлении физкультурно-спортивной деятельностью.

- Между необходимостью использования широчайших возможностей, предоставляемых современными компьютерными технологиями в деле организации учебно-тренировочного процесса, и недостаточной разработанностью вопросов о цели, содержании, средствах, методах и формах воздействий, призванных обеспечить успешность овладения такими технологиями.

- Между объективной необходимостью высокого уровня компетентности специалистов физической культуры и спорта в области компьютерных технологий и АСУ и явной недостаточностью этого уровня, обусловленной субъективной недооценкой их роли и возможностей специалистами данного профиля в своей повседневной практической деятельности (начиная с управления нагрузкой в каждом конкретном занятии и до управления учебно-тренировочным процессом в целом).

Помимо изложенных аргументов необходимость модернизации системы управления учебно-тренировочным процессом на основе АСУ обусловлена:

- значительным повышением роли АСУ в современном обществе как фундаментальной основы, обеспечивающей его поступательное развитие;

- объективно существующим фактом увеличения роли компьютерных технологий и управленческих умений и навыков в любой профессиональной деятельности, без достаточного овладения которыми все другие профессионально значимые её элементы оказываются недостаточно эффективными;

- осознанием того, что использование АСУ, основанных на современных коммуникационных технологиях, представляет собой наиболее перспективное направление повышения результативности учебно-тренировочной деятельности.

Осмысление представленных недостатков и противоречий может способствовать более правильному определению путей их преодоления, нахождению действенных способов совершенствования системы управления учебно-тренировочным процессом.

Гипотеза исследования заключается в предположении о том, что перспективы повышения эффективности учебно-тренировочного процесса, достижение социально значимых результатов в физическом воспитании учащейся молодёжи и наивысших показателей в спорте без риска для здоровья спортсменов возможны только при условии использования достижений в сфере современных компьютерных технологий, электроники и разработки на их основе тренажёрных комплексов, обеспечивающих автоматизированное управление физической нагрузкой на основе непрерывного контроля за динамикой состояния основных морфофункциональных систем организма в условиях искусственной управляющей

среды.

Реализации такой возможности может способствовать теоретико-методологическое, биомеханическое и экспериментальное обоснование систем автоматизированного управления физической нагрузкой в процессе физического воспитания учащейся молодёжи и специализированной спортивной тренировки в различных видах спорта, основанных на получении и учёте информации о динамике основных морфофункциональных систем организма занимающихся, поступающей по каналам обратной связи в условиях создания искусственной управляющей среды.

Методы

1. Анализ и обобщение научно-методической литературы по проблеме исследования. 2. Патентный поиск. 3. Педагогические наблюдения. 4. Биомеханические методы исследования – регистрация биомеханических характеристик: динамических (сила), кинематических (перемещение, скорость), временных (продолжительность движений и отдельных частей), энергетических (работа, мощность). 5. Медико-биологические, включающие в себя следующие методики: омега-потенциалометрия, вариационная пульсометрия, индекс Руфье, индекс функциональных изменений, проба Штанге, тест Купера, оксигемометрия. 6. Педагогическое тестирование. 7. Педагогический эксперимент. 8. Методы математической статистики.

Результаты

В работе рассмотрены вопросы применения автоматизированной системы управления величиной нагрузки, причём это сделано в нескольких аспектах:

1. В возрастном диапазоне: дети, подростки, юноши, мужчины.
 2. С учётом уровня спортивного мастерства: не занимающиеся спортом, спортсмены массовых разрядов, спортсмены среднего уровня мастерства, спортсмены высокого уровня мастерства, спортсмены высшего уровня мастерства.
 3. С применением автоматизированных систем управления:
 - ✓ адаптивных,
 - ✓ с заданным качеством.
- При этом, все разработанные нами АСУ имеют принципиально разное техническое исполнение и принцип работы.
4. С управлением по ответной реакции:
 - ✓ сердечно-сосудистой системы,
 - ✓ опорно-двигательного аппарата.
 5. По способам оптимизации двигательных действий:
 - ✓ посредством управляющих воздействий,
 - ✓ посредством управляющих сигналов.
 6. С учётом специфики педагогического процесса:
 - ✓ в учебной деятельности,
 - ✓ в спортивной деятельности.

Изучение и обобщение отечественного и зарубежного опыта показало недостаточность обоснования в физическом воспитании и спорте условий автоматизированного управления (регулирования) взаимодействия человека и предметной среды. Это обусловлено ограниченным объёмом накопленных знаний в системе физического воспитания и спортивной тренировки, которые могли бы обеспечить успешную разработку современных компьютеризированных технологий повышения эффективности спортивных упражнений на основе управления по ответной реакции организма занимающегося.

Решение всего комплекса стратегических задач физического воспитания и специализированной спортивной тренировки может стать реальностью только при условии обеспечения возможностей для разработки и широкого внедрения в практику учебно-тренировочной деятельности автоматизированных систем управления физическими нагрузками, позволяющими каждому занимающемуся достаточно быстро и основательно, без

ущерба для здоровья адаптироваться к индивидуально приемлемым (по параметрам необходимости и достаточности) нагрузкам, предъявляемым в строгом соответствии с текущим морфофункциональным состоянием и особенностями ответной реакции организма занимающегося в процессе организации каждого тренирующего воздействия. На наш взгляд, одной из важнейших задач теории и методики физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной физической культуры и биомеханики на современном этапе является обоснование именно такого подхода. Данное положение должно рассматриваться в качестве ключевого при разработке и внедрении современных концепций совершенствования управления физкультурно-спортивной деятельностью.

Среди причин недостаточной эффективности решения проблемы внедрения АСУ в учебно-тренировочный процесс можно выделить одну, имеющую, на наш взгляд, первостепенное значение. Это преобладание частнонаучного подхода над общетеоретическим, ведущее к появлению своеобразного концептуального анархизма, не опирающегося на должные методологические основания. Такое положение приводит к попыткам решать частные вопросы по разработке отдельных тренажёрных устройств или их комплексов без предварительного решения задач более общего характера, что противоречит принципам диалектики. Одним из примеров реализации такого подхода являются попытки разработки и внедрения в практику учебно-тренировочной деятельности тренажёрных устройств без решения проблемы автоматизированного управления параметрами индивидуально приемлемой нагрузки для каждого занимающегося.

Полученные в исследовании данные убеждают в недостаточно глубоком осознании большинством практических работников многих истинных причин неудовлетворительной эффективности учебно-тренировочного процесса, где одним из определяющих является вопрос об адаптивном управлении параметрами физической нагрузки. Они порождают необходимость в тщательном обосновании исключительной актуальности вопроса о внедрении АСУ в процесс управления физическими нагрузками, доведении всесторонне обоснованной аргументации по этому поводу до сознания практических работников, разработки научно- и учебно-методического обеспечения процесса их внедрения.

Широко распространённая практика учебно-тренировочной работы, предполагающая возможность достаточно успешного решения задач физического воспитания и спортивной тренировки без решения проблемы автоматизированного управления индивидуально приемлемыми для каждого занимающегося параметрами физической нагрузки, в значительной мере ущербна и оказывает дезориентирующее влияние на представления о содержательной сущности процесса организации учебно-тренировочного занятия и управления им. Уникальная функция АСУ – эффективное содействие реализации принципа индивидуализации параметров физической нагрузки в зависимости от текущего состояния основных морфофункциональных систем организма каждого занимающегося и его реакции на конкретную нагрузку, что в других условиях организации учебно-тренировочного процесса оказывается принципиально невозможным [16].

Внедрение АСУ в учебно-тренировочный процесс не означает подмены ими деятельности преподавателя, тренера, их противопоставления. Оно представляет собой мощнейшее средство, содействующее значительному облегчению решения целого ряда принципиальных проблем и противоречий учебно-тренировочного процесса, решение которых в других условиях оказывается принципиально невозможным.

Привлекая внимание к проблеме разработки и внедрения АСУ в практику физического воспитания и специализированной спортивной тренировки, мы преследуем цель повышения эффективности воздействий на физическую природу человека без риска нанесения вреда организму неадекватными его текущему состоянию физическими нагрузками. Благодаря этому открываются замечательные возможности для подлинной реализации (не на словах, а на деле) принципа оздоровительной направленности занятий физическими упражнениями, спортом, создаются реальные условия для ответа на самый сложный и важный вопрос современности: «Как обезвредить спорт?». Широкое внедрение таких систем способствует

практической реализации монистического подхода в понимании взаимодействия, единства психического и физического в человеке, их гармонического взаимообусловленного совершенствования.

Реализуемое в исследовании представление о роли АСУ в организации и управлении физкультурно-спортивной деятельностью не только обеспечивает им равноправное положение в ряду других современных средств, направленных на достижение социально значимого эффекта в этой деятельности, но и возводит это средство в ранг одной из фундаментальных основ совершенствования учебно-тренировочного процесса, главной и наиболее социально значимой функцией которого является содействие формированию полноценной биологической основы для высокоэффективной психической, интеллектуальной и физической деятельности, успешной социализации личности в жизни современного общества.

Результаты исследования позволили прийти к заключению о необходимости расширения представлений о комплексе средств физического воспитания и спортивной тренировки, в составе которого наряду с другими средствами должны рассматриваться автоматизированные системы управления основными параметрами нагрузки. Основанием, обуславливающим необходимость их включения в число средств физического воспитания, является принципиальная невозможность успешного решения без их применения целого ряда проблем и противоречий учебно-тренировочного процесса, главная из которых – индивидуализация, персонализация воздействий физическими нагрузками, без решения которой учебно-тренировочная деятельность во многом теряет смысл [17].

Материалы проведённого исследования свидетельствуют о том, что несмотря на ещё довольно широко распространённое (особенно в среде практических работников) скептическое отношение к возможным перспективам внедрения АСУ в практику учебно-тренировочного процесса, необходимо с полной ясностью осознавать: другого столь же действенного способа решения проблемы существенного повышения его эффективности в настоящее время фактически не существует.

Установлено повышение эффективности освоения и выполнения физических упражнений в циклических видах спорта (на выносливость) происходит в условиях использования:

- автоматизировано-управляемого внешнего сопротивления по ответной реакции сердечно-сосудистой системы при оптимальном «коридоре» значений частоты сердечных сокращений (в условиях использования машины автоматизированного управления для тренировки велосипедистов);

- автоматизировано-изменяемого сигнала, регулирующего темп выполнения движений по ответной реакции сердечно-сосудистой системы при оптимальной частоте сердечных сокращений (в условиях использования машины автоматизированного управления для циклических упражнений).

Обосновано, что улучшение выполнения упражнений преимущественно силового характера происходит с использованием адаптивного управления внешним сопротивлением регулируемого на основе изменений ответной реакции опорно-двигательного аппарата за счёт обеспечения рационального и непрерывного регулирования процесса взаимодействия внутренних и внешних сил (в условиях использования безынерционного тренажёра адаптивного управления и компьютерного игрового тренажёрного комплекса адаптивного воздействия).

Совершенствование биомеханической структуры выполняемых упражнений в условиях АСУ, связано с улучшением работы различных систем организма благодаря «щадящему» режиму функционирования вегетативных систем организма, о чем свидетельствует положительная динамика восстановительных процессов сердечно-сосудистой и других систем, которые развёртываются значительно быстрее за счёт непрерывного управления двигательными действиями на основе ответной реакции организма, по сравнению с традиционными условиями выполнения движений.

Теоретико-методологическое обоснование разработанных в процессе исследования биомеханических и педагогических подходов к разработке и внедрению АСУ в практику учебно-тренировочной деятельности создаёт условия для более полного учёта индивидуальных особенностей и возможностей занимающихся, имеющих у них в каждый конкретный момент этой деятельности. Её использование позволяет более рационально управлять основными параметрами нагрузки, устранить диспропорцию тренирующих воздействий и ответной реакции организма, обеспечивает создание и реализацию уникальных возможностей для подлинной индивидуализации учебно-тренировочного процесса.

Выводы

- разработаны новые тренажёрные устройства с автоматизированной системой управления (адаптивного типа и с заданным качеством), позволяющие сократить в ходе учебно-тренировочного процесса временные, энергетические и адаптационные затраты на совершенствование физической и технической подготовленности школьников, студентов и квалифицированных спортсменов;
- использование разработанных тренажёрных устройств с обратной связью позволяет реализовать в современных условиях важнейшее положение системы спортивной тренировки – индивидуализацию величин физических нагрузок на основе непрерывного компьютерного анализа изменения биомеханических параметров движения;
- показано, что в процессе физического воспитания и спортивной тренировки происходит направленное улучшение биомеханических параметров движения при выполнении двигательных действий в условиях применения АСУ с заданными модельными характеристиками;
- разработана и педагогически обоснована концепция использования АСУ для более эффективного повышения уровня развития физической подготовленности детей, подростков и молодёжи, не занимающихся физкультурно-спортивной деятельностью, а также юных и квалифицированных спортсменов, чем это делается в настоящее время;
- обоснована новая методика автоматического управления величиной физической нагрузки, задаваемой в процессе выполнении двигательных действий занимающимися различного уровня спортивной квалификации и возраста.

Благодарности

Часть работы выполнена при поддержке фонда «Университеты России» (грант УР: 10.01.060), гранта Российского фонда фундаментальных исследований (грант №: 03–01–96734) и международного фонда ISAR (грант RU_3N_5).

Я выражаю сердечную благодарность своим учителям Черкесову Юрию Тагировичу - доктору педагогических наук, профессору, заслуженному изобретателю России, Коблеву Якубу Камболетовичу - доктору педагогических наук, профессору, члену корреспонденту РАО, Попову Григорию Ивановичу - доктору педагогических наук, профессору, заслуженному работнику физической культуры России.

Список литературы

1. Бальсевич В. К. Физическая культура для всех и для каждого //М.: Физкультура и спорт. – 1988. – Т. 208.
2. Визитей Н. Н. Физическая культура личности //Кишинев, Штиинца. – 1989.
3. Лукьяненко В. П. Физическая культура: основы знаний: уч. пособие. – 2001.
4. Ратов И. П. Исследование спортивных движений и возможностей управления изменениями их характеристик с использованием технических средств //ИП Ратов. – 1972.
5. Фарфель В. С. Управление движениями в спорте. – 2011.
6. Черкесов Ю. Т. Машины управляющего воздействия и спорт //Майкоп: Изд. АГУ. – 1993.

7. Козлов И. М. Биомеханические факторы организации спортивных движений //СПб.: СПбГАФКим. ПФ Лесгафта. – 1998.
8. Дембо А. Г. Врачебный контроль в спорте. – Медицина, 1988.
9. Лапутин А. Н. Биомеханические аспекты теории обучения двигательным действиям //Теория и практика физической культуры. – 1990. – №. 4. – С. 16-18.
10. Петровский В. В. Управление спортивной тренировкой //К.: Здоров'я. – 1974.
11. Павлов С. Е. Основы теории адаптации и спортивная тренировка //Теория и практика физической культуры. – 1999. – Т. 1. – С. 12-17.
12. Свечкарёв В. Г. и др. Построение автоматизированных систем управления //Новые технологии. – 2007. – №. 4.
13. Свечкарёв В. Г. Совершенствование двигательных возможностей человека посредством современных автоматизированных систем управления в физическом воспитании и спорте //Социальная политика и социология. – 2013. – №. 2-2. – С. 319-330.
14. Черкесов Ю. Т., Хажилиев Н. Ю., Свечкарёв В. Г. Машина адаптивного воздействия //Современные проблемы развития физической культуры и биомеханики спорта. – 2001. – С. 120-122.
15. Попов Г. И. Биомеханические основы создания предметной среды для формирования и совершенствования спортивных движений. – 1992.
16. Свечкарёв В. Г., Гурин В. В. Использование машины адаптивного воздействия в практике оздоровительной физической культуры //Кубанский научный медицинский вестник. – 2006. – №. 11.
17. Свечкарёв В. Г., Цеева И. А. Альтернативная стратегия совершенствования двигательных возможностей человека посредством автоматизированных систем управления //XXI Неделя науки МГТУ. – 2010. – С. 89-93.

Сравнение силовых и скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер самбистов разной спортивной квалификации

Свиридов Б. А., sviridovborya@yandex.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Москва

Аннотация. В статье сравниваются силовые и скоростно-силовые способности четырехглавых мышц бедер самбистов мастеров спорта и I спортивного разряда. В ходе проведения исследования было установлено, что у мастеров спорта выше как силовые, так и скоростно-силовые способности данной мышечной группы. Исходя из результатов данного исследования, из результатов других исследований автора, а также из результатов исследований других авторов следует, что целенаправленная скоростно-силовая подготовка четырехглавых мышц бедер позволит повысить эффективность выполнения бросков через туловище, которая будет выражена в улучшении биомеханических характеристик техники выполнения этих приемов.

Ключевые слова: силовые способности, скоростно-силовые способности, четырехглавые мышцы бедер, самбисты, «Biodex System Pro-4», динамометрические платформы АМТИ.

Введение

Исследователей и практических работников в сфере физической культуры и спорта постоянно привлекают вопросы, связанные с различными аспектами силовых и скоростно-силовых способностей [1, 5]. Для самбистов эти способности играют важную роль, так как борцу постоянно приходится противодействовать усилиям противника.

Согласно исследованиям [4, 6] при выполнении бросков через туловище (броски через бедро, через спину и через грудь) атакующий силой собственных мышц отрывает атакуемого с помощью подбива. А подбив происходит в следствии разгибания ног в коленных суставах, при этом основную нагрузку несут мышцы передней поверхности бедер, в частности, четырехглавые мышцы бедер [3].

Целью исследования является сравнение силовых и скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер самбистов мастеров спорта и I спортивного разряда.

Методы и организация исследования

Методы исследования: педагогическое наблюдение; педагогическое тестирование; инструментальные методы, базирующие на инструментальных методиках: мультисуставной комплекс «Biodex System Pro-4»; динамометрические платформы АМТИ.

В исследовании приняли участие 14 квалифицированных самбистов, 7 человек мастеров спорта и 7 человек I спортивного разряда, которые дали письменное информированное согласие на участи в этом исследовании. Все испытуемые являются студентами Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма и регулярно принимают участие на соревнованиях всероссийского уровня. Средний вес спортсменов мастеров спорта составил $79,5 \pm 2,9$ килограмма, средний возраст - $20 \pm 3,5$ лет. Средний вес спортсменов I спортивного разряда составил $78,5 \pm 3,5$ килограмма, средний возраст - $19 \pm 3,5$ лет.

Регистрация силовых показателей четырехглавых мышц бедер происходила на мультисуставном комплексе «Biodex System Pro-4» (Biodex Medical Systems, NY, USA) в изометрическом режиме мышечного сокращения. Именно в этом режиме проявляются

собственно-силовые способности мышц. Испытуемый садился в кресло, одну ногу ставил на рычаг коленного приспособления, которое крепилось к динамометру. Хомут коленного приспособления устанавливался нижним краем к латеральной лодыжке. Угол в коленном суставе составлял 90 градусов. Биологически обратная связь позволяла испытуемому следить на мониторе за ходом развиваемого усилия. У каждого спортсмена было по 3 попытки, в зачет шла лучшая попытка. На рисунке 1 представлен общий вид исследования. Скоростно-силовые способности четырехглавых мышц бедер регистрировались при прыжках вверх на динамометрической платформе АМТІ из положения основной стойки без махового движения рук с предварительным приседанием. В ходе исследования были определены: максимальная сила отталкивания; время достижения максимума силы; скорость нарастания силы.



Рисунок 1 – Исследование на мультисуставном комплексе «Biodex System Pro-4»

Результаты исследования и их обсуждения

В таблице 1 представлены средние результаты силовых и скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер у самбистов мастеров спорта (МС) (n=7) и I разряда (n=7).

Таблица 1. Средние результаты силовых и скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер у самбистов мастеров спорта и I разряда.

Параметр	МС	I разряд	p
	M±σ	M±σ	
Пик вращающего момента левой ноги, Н×м	356±67	278±24	<0,05
Пик вращающего момента правой ноги, Н×м	326±59	250±32	<0,05
Максимальная сила отталкивания, Н	2059±146	1735±41	<0,05
Время достижения максимума силы, с	0,51±0,02	0,58±0,01	<0,05
Скорость нарастания силы, Н/с	3996±259	2986±125	<0,05

Результаты самбистов мастеров спорта и самбистов I разряда сравнивались между собой непараметрическими методами математической статистики. По U-критерию Манна-Уитни на уровне значимости 0,05, по всем исследуемым параметрам наблюдаются статистически значимые различия. В данной таблице силу отражает пик вращающего момента, чем выше этот показатель, тем выше силовые способности. Скоростно-силовые способности отражает скорость нарастания силы, т.е. импульсность развития мышечного напряжения. Чем выше этот параметр, тем выше скоростно-силовые способности. Скорость нарастания силы повышается за счет проявления максимальной силы в наиболее короткое время.

В работе [2] была показана методика повышения скоростно-силовых способностей мышц нижних конечностей для совершенствования выполнения броска через грудь. На основе экспертных оценок качество выполнения этого приема после проведения эксперимента у членов экспериментальной группы повысилось. Также, в работе [4] показано, что самбисты мастера спорта, в отличие от самбистов I разряда, быстрее совершают фазу подбыва при выполнении броска через грудь. При этом они прикладывают большее усилие к опоре и с большей скоростью разгибают коленные суставы. Следовательно, целенаправленная скоростно-силовая подготовка четырехглавых мышц бедер позволит повысить эффективность выполнения бросков через туловище [4].

ВЫВОДЫ

В ходе проведения исследования было установлено, что у самбистов мастеров спорта в отличие от самбистов I разряда выше силовые и скоростно-силовые способности четырехглавых мышц бедер. Исходя из результатов исследований [2, 4] можно сделать вывод, что целенаправленная скоростно-силовая подготовка четырехглавых мышц бедер позволит повысить эффективность выполнения бросков через туловище, которая будет выражена в улучшении биомеханических характеристик техники выполнения этих приемов.

Список литературы

1. Городничев, Р. М. Физиология силы: монография / Р. М. Городничев, В. Н. Шляхтов. – М.: Спорт, 2016. – 232 с.
2. Егиазарян, А. А. Совершенствование взрывной силы у борцов вольного стиля с учетом механизмов энергообеспечения / А. А. Егиазарян, И. Д. Свищев, М. П. Макаренко // Экстремальная деятельность человека. - №2 (43). – 2017. – С. 9 – 12.
3. Иваницкий М. Ф. Анатомия человека / М. Ф. Иваницкий. - М.: Олимпия, 2008. - 623 с.
4. Свиридов, Б. А. Сравнительный анализ биомеханических характеристик техники выполнения броска через грудь у борцов-самбистов разной квалификации / Б. А. Свиридов, Г. И. Попов, И. С. Пастухов // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2019. - №6. – С. 14 - 16.
5. Свиридов, Б. А. Сравнительный анализ изокINETической и плиометрической программ тренировок в повышении скоростно-силовых способностей мышц квалифицированных борцов-самбистов / Б. А. Свиридов, Г. И. Попов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - № 3 (181). - 2020. - С. 385 - 389.
6. Туманян, Г. С. Спортивная борьба: теория, методика, организация тренировки: учебное пособие / Г. С. Туманян. - М.: Советский спорт, 1998. - 278 с.

Сравнительная оценка функции внешнего дыхания у спортсменов, тренирующих силу и выносливость

Сегизбаева М.О., канд. биол. наук, segizbaevato@infran.ru

ФГБУН Институт физиологии им.И.П.Павлова РАН

Аннотация. Проведено комплексное исследование динамических показателей функции внешнего дыхания (ФВД) и максимального инспираторного (MIP) и экспираторного давления (MEP) у спортсменов, тренирующих силу (n=22) и выносливость (n=28), а также 24 контрольных участников. Наиболее выраженные изменения и повышение функциональных резервов в респираторной системе наблюдаются у спортсменов, тренирующих выносливость. Минимальные изменения отмечены у атлетов – представителей силовых видов спорта. В связи с этим эффективность специфической тренировки дыхательных мышц будет выше у спортсменов, тренирующих силу, по сравнению с атлетами, в тренировке которых преобладают интенсивные аэробные нагрузки.

Ключевые слова: спирометрия, дыхательные мышцы, максимальное инспираторное давление, максимальное экспираторное давление, максимальная произвольная вентиляция легких

Введение

Влияние спортивных нагрузок на адаптивные изменения со стороны сердечно-сосудистой и скелетно-мышечной систем, которые активно вовлечены в процесс тренировки, достаточно подробно изучено. В тоже время, адаптация системы внешнего дыхания спортсменов исследована мало, и практически отсутствуют данные, оценивающие силу дыхательных мышц и ее связь с показателями функции внешнего дыхания, особенно в отношении спортсменов различных специализаций и разного уровня мастерства. Целью настоящей работы явилось исследование особенностей адаптации системы внешнего дыхания и сравнительная оценка максимальной силы сокращений респираторных мышц у спортсменов – представителей силовых и аэробных видов спорта.

Методы

Проведено комплексное исследование максимальной силы сокращений респираторных мышц и динамических показателей функции внешнего дыхания (ФВД) у спортсменов, тренирующих силу (самбо, дзю-до, вольная борьба, армейский рукопашный бой, армреслинг) (n=22) и выносливость (плавание, лыжные гонки, футбол, хоккей, бег на средние и длинные дистанции) (n=28), а также 24 контрольных участников, не имеющих специальной физической подготовки. Все спортсмены имели квалификационные категории от 1 спортивного разряда до мастера спорта. Силу сокращений дыхательных мышц оценивали по величине ротового давления, генерируемого во время максимальных произвольных инспираторных (MIP) или экспираторных усилий (MEP) при перекрытых воздухоносных путях. Измерения MIP и MEP проводили с помощью портативного прибора RPM (FusionCare, Великобритания) в соответствии с рекомендациями по тестированию дыхательных мышц (ATS/ERS 2002). Всем участникам исследования была проведена оценка функции внешнего дыхания с помощью спирометра MicroLoop (Fusion Care, Великобритания) с использованием индивидуальных антибактериальных одноразовых фильтров. Измерения проводились в соответствии с рекомендациями ATS/ERS (Miller, 2007). Определяли функциональную жизненную емкость легких, объем форсированного выдоха в 1-ю секунду, пиковую скорость выдоха, пиковую скорость вдоха, а также измеряли максимальную произвольную вентиляцию легких. Эти

параметры зависят от функциональных возможностей респираторной мускулатуры, что позволяет косвенно оценить ее функциональный резерв.

Результаты

Выраженное превышение значений MIP и MEP, отражающих суммарную силу сокращений мышц вдоха или выдоха, а также динамических показателей ФВД наблюдалось у атлетов – представителей аэробных видов спорта – их показатели значительно превосходили как должные величины, так и результаты контрольной группы. Между максимальной силой дыхательных мышц и максимальной произвольной вентиляцией легких показана тесная корреляционная зависимость как в контрольной группе ($r=0.64$ и $r=0.61$ для MIP и MEP соответственно ($P<0.01$)), так и в группе спортсменов-борцов ($r=0.58$ и $r=0.59$ ($P<0.001$)). В группе спортсменов, тренирующих выносливость зависимость между указанными параметрами была незначительной и не достоверной.

Обсуждение результатов

Полученные результаты позволяют заключить, что динамические или статические нагрузки у спортсменов, тренирующих выносливость или силу, в разной степени определяют адаптационные изменения в системе внешнего дыхания, включая ее моторный аппарат. Наиболее выраженные изменения и повышение функциональных резервов в респираторной системе наблюдаются у спортсменов, в тренировке которых преобладают интенсивные аэробные нагрузки. Сходные данные были получены ранее при обследовании спортсменов, занимающихся плаванием (Lazovic-Popovic et al., 2016; Sable et al., 2012), конькобежным спортом и лыжными гонками (Черняк и др., 2019), футболом (Ozmen et al 2017), греблей (Kluesiewicz et al., 2008). В то же время спортсмены, тренирующие силу, показали незначительное превышение силы респираторных мышц и отсутствие выраженных изменений показателей внешнего дыхания по сравнению с контролем. Таким образом, специфическая тренировка дыхательных мышц может быть более эффективной у спортсменов, тренирующих силу, спортсменов с низкими значениями MIP и MEP, а также у здоровых физически активных людей по сравнению со спортсменами, тренирующими выносливость.

Выводы

У спортсменов, тренирующих выносливость, наблюдаются более высокие значения динамических показателей функции внешнего дыхания и максимальной силы дыхательных мышц по сравнению с показателями контрольной группы. Функциональные резервы респираторной системы спортсменов, тренирующих силу, значительно не отличаются от контроля. В связи с этим эффективность специфической тренировки дыхательных мышц будет выше у представителей силовых видов спорта по сравнению с атлетами, тренирующими выносливость.

Список литературы

1. American Thoracic Society/European Respiratory Society, 2002. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J.Respir.Crit.Care Med.* 166. – P:518-624
2. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. General Considerations for Lung Function Testing / *Eur Respir J* 2005.Vol.26. - P:153-161
3. Lazovic-Popovic B, Zlatkovic-Svenda M, Durmic T, Djelic M, Djordjevic Saranovic S, Zugic V. Superior lung capacity in swimmers: Some Questions, more answers! / *Rev Port Pneumol* 2016. Vol.22 - P:151-156
4. Sable M., Vaidya S.M., Sable S.S. Comparative study of lung functions in swimmers and runners / *Ind J Physiol Pharmacol* 2012. Vol.56 - P:100-104
5. Черняк А.В., Неклюдова Г.В., Науменко Ж.К., Пашкова Т.Л. Функция внешнего дыхания у спортсменов, занимающихся лыжными гонками и конькобежным спортом / *Пульмонология* 2019 Т.29, №1. - С:62-69

6. Ozmen T., Gunes T., Ucar I., Dogan H., Gafuroglu TU. Effect of respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players / J Sport Med Phys Fitness 2017. Vol.57. - P:507-513
7. Klusiewicz K. Characteristics of the inspiratory muscle strength in the well-trained male and female athletes / Biol.sport 2008. Vol.25. - P:13-22

Тренировка дыхательных мышц у спортсменов: современные методические подходы, эффективность и возможности практического применения

Сегизбаева М.О., канд. биол. наук, segizbaevamo@infran.ru

ФГБУН Институт физиологии им.И.П.Павлова РАН

***Аннотация.** Дыхательные мышцы, как и все другие поперечно-полосатые мышцы, могут улучшать функциональные возможности, а именно силу сокращений и выносливость в ответ на адекватные режимы их специальной тренировки. В работе представлены результаты исследования тренировки инспираторных мышц с помощью дыхательного тренажера «PowerBreathe КН1» в режиме возрастающего «отягощения» на их устойчивость к развитию утомления при тяжелых нагрузках «до отказа». Тренировка моторного аппарата системы дыхания расширяет адаптационные возможности и способствует улучшению физической работоспособности спортсменов в условиях, сопряженных с увеличением нагрузки на дыхательную мускулатуру.*

***Ключевые слова:** сила инспираторных мышц, мышечная нагрузка, тренировка инспираторных мышц, электромиограмма*

Введение

Экспериментальные исследования, проведенные в течение последнего десятилетия, убедительно доказали, что при выполнении интенсивных физических нагрузок у человека развивается утомление дыхательных мышц, которое, в свою очередь, может стать фактором, ограничивающим его максимальную работоспособность (Johnson et al., 1993; Romer, Polkey, 2008; Segizbaeva, Aleksandrova, 2009). Специфическая тренировка респираторной мускулатуры является одним из адекватных и эффективных методов улучшения ее функции, повышения силы сокращений и выносливости (Enright, Unnithan, 2011; Ili et al., 2012). В тоже время, несмотря на большой поток исследований, проведенных в последние годы, до настоящего времени не разработано единых рекомендаций по проведению тренировки дыхательных мышц (ТИМ) для получения наилучшего результата. Это связано с различием применяемых тренажеров, экспериментальных протоколов, контингента испытуемых. Дискуссионными остаются вопросы, касающиеся интенсивности и режимов тренировок. Существующие на сегодняшний день программы предусматривают длительные (от 4-х до 8-ми недель) программы с рабочей нагрузкой 50-60% от максимального инспираторного давления. Мы предложили и апробировали 3-х недельный курс тренировки инспираторных мышц с возрастающей нагрузкой. Целью настоящей работы явилось исследование влияния 3-х недельного курса тренировки инспираторных мышц с помощью дыхательного тренажера «PowerBreathe КН1» в режиме возрастающего «отягощения» на их устойчивость к развитию утомления при тяжелых нагрузках «до отказа».

Методика

В исследовании принимали участие 10 молодых мужчин, активно занимающихся силовыми видами спорта. До начала программы тренировки и в первую неделю после ее окончания испытуемые выполняли тест ступенчато возрастающей мышечной нагрузки на велоэргометре. В процессе выполнения велоэргометрического теста производилась непрерывная регистрация и автоматический расчет объемно-временных параметров дыхания, а также регистрировалась электрическая активность диафрагмы (Д), парастеральных (ПС), грудино-ключично-сосцевидных (ГКС) и лестничных (Л) мышц, участвующих в процессе инспирации. Количественная оценка утомления инспираторных мышц производилась по изменению соотношения величины пиковой огибающей электромиограммы (ЭМГ) каждой исследуемой

мышцы к значению максимального инспираторного давления, а также смещения величины центроидной частоты спектра мощности ЭМГ (f_c) до и после выполнения нагрузки возрастающей мощности. После завершения контрольных исследований испытуемые выполняли 3-х недельную программу тренировки инспираторных мышц. Тренировка выполнялась ежедневно в следующем режиме: 1-я неделя – нагрузка составляла 60% от величины максимального инспираторного давления (MIP), 2-я неделя – 70% от MIP, 3-я неделя – 80% от MIP. Каждый испытуемый выполнял две серии по 30 инспираций с нагрузкой с перерывом в 5 минут ежедневно.

Результаты

Результаты контрольного исследования показали, что максимальная сила сокращений инспираторных мышц снижалась после нагрузки возрастающей мощности «до отказа». При этом пиковые величины интегрированной электрической активности Д, ПС, Л и ГКС оказались значительно выше, чем в контроле, что свидетельствует о развитии утомления инспираторных мышц сократительного типа, поскольку усиление электрического сигнала не трансформируется в адекватное увеличение давления, а, наоборот, величина развиваемого инспираторного давления снижается при возрастании электрической активации мышц. Кроме того, у всех испытуемых после тяжелой физической нагрузки выявлено достоверное снижение значений (f_c) спектра ЭМГ всех исследуемых инспираторных мышц. После проведения курса специфической интенсивной (ТИМ) величина максимального инспираторного давления достоверно увеличилась в среднем на 18%, причем после тяжелой физической нагрузки не было отмечено его существенного снижения при практически неизменной величине электрического сигнала диафрагмы и лестничной мышцы и даже сниженной активности парастернальных и грудино-ключично-сосцевидных мышц. Не было обнаружено достоверных изменений и в величине центроидной частоты спектра ЭМГ Д, ПС, ГКС и Л мышц после выполнения теста с физической нагрузкой.

Обсуждение

Изменение соотношения величины пиковой огибающей электромиограммы инспираторных мышц к значению максимального инспираторного давления, а также перераспределение мощности спектра от более высоких частот к более низким частотам может свидетельствовать об ухудшении функционального состояния мышцы после интенсивной нагрузки, развитию утомления и снижению силы мышечного сокращения. Эти данные позволяют заключить, что все исследуемые инспираторные мышцы подвержены развитию утомления при тяжелых мышечных нагрузках. Одной из возможных причин сдвига спектра мощности ЭМГ в условиях нагруженного форсированного дыхания может являться уменьшение скорости проведения миопотенциалов в мышечных волокнах. Замедление скорости проведения является первоначальным признаком метаболических изменений в мышце, связанных с накоплением молочной кислоты, снижением внутриклеточного pH и изменением вследствие этого транспорта K^+ и Ca^{2+} . Полученные данные свидетельствуют о том, что курс тренировки инспираторных мышц в применяемом режиме способствует увеличению их силы и выносливости, повышает устойчивость инспираторных мышц к развитию утомления. Кроме того, программа интенсивной специфической тренировки инспираторной мускулатуры оказала выраженный положительный эффект на общую работоспособность спортсменов, расширяя резервные функциональные возможности организма и улучшая адаптацию к тяжелым физическим нагрузкам. Такое улучшение в функциональном состоянии инспираторных мышц после курса ТИМ приводило к достоверному увеличению максимальной работоспособности, а также улучшению показателей аэробных возможностей человека. После курса ТИМ величины анаэробного порога и показателя PWC_{170} были достигнуты на более высоких мощностях нагрузки. Полученные данные свидетельствуют о том, что курс ТИМ в применяемом режиме способствует увеличению их силы и выносливости, повышает устойчивость инспираторных мышц к развитию утомления и оказывает выраженный положительный эффект на общую работоспособность здорового человека, расширяя резервные функциональные возможности организма и улучшая адаптацию к тяжелым физическим нагрузкам.

Заключение

Интенсивная ТИМ в режиме возрастающего по величине «отягощения» повышает устойчивость Д, ПС, Л и ГКС к развитию их утомления при тяжелой физической нагрузке и улучшает их выносливость у спортсменов – представителей силовых видов спорта. Применяемая программа тренировки отодвигает развитие утомления инспираторных мышц спортсмена при мышечной работе, и эти изменения, вероятно, обеспечивают повышение его максимальной работоспособности. Полученные данные позволяют обосновать целесообразность проведения курсов тренировок инспираторных мышц в режиме возрастающей мощности для повышения общей физической работоспособности и выносливости при выполнении интенсивных мышечных нагрузок и рекомендовать предложенный режим тренировки инспираторных мышц для применения в комплексах специальной подготовки спортсменов и военнослужащих.

Список литературы

1. Johnson, B.D., Babcock, M.A., Suman, O.E., Dempsey, J.A. Exercise-induced diaphragmatic fatigue in healthy humans. *Journal of Physiology (London)*. 1993.460: 385–405.
2. Romer L.M. and Polkey M.I. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *Journal of Applied Physiology*. 2008. 104: 879-888.
3. Segizbaeva M.O., Donina Zh.A., Timofeev N.N., Korolyov Yu.N., Golubev V.N., and Aleksandrova N.P.. EMG Analysis of Human Inspiratory Muscle Resistance to Fatigue During Exercise // *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2013. Vol.788, P.197-205.
4. Enright S.J., Unnithan V.B. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2011. 91: 894-905.
5. Illi SK, Held U, Frank I, Spengler CM. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis // *Sports Med*. 2012. 42 (8):707-724

Организация психологической подготовки спортсменов, специализирующихся в спортивных единоборствах, на этапе высшего спортивного мастерства

Седин В.И.¹, доктор мед. наук, visedin@mail.ru

Ульяшина Н.А.², vumpel.kaluga@mail.ru

Ващенко А.С.², vilena-90@mail.ru

Мокина Е.С.², ewgeni-1993@mail.ru

¹ ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

² МАУ СШОР «Вымпел» г. Калуги, Калуга

***Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные вопросы организации психологической подготовки спортсменов. Показан опыт выстраивания индивидуально-ориентированной психологической подготовки спортсменов в СШОР «Вымпел», которая является ФЭП министерства спорта РФ. Изложены некоторые вопросы комплексного подхода, предусматривающего системное изучение индивидуальности каждого спортсмена и динамики его личностного роста, а также необходимость вовлечения всех участников тренировочного процесса для эффективного и преемственного ее прохождения на всех этапах спортивной подготовки.*

***Ключевые слова:** психологическая подготовка, спортивные единоборства, психологическая диагностика, оценка психологической подготовленности.*

Введение

В настоящее время развитие самостоятельной системы подготовки спортивного резерва в Российской Федерации требует совершенствования научно-методического, медицинского, антидопингового, а также психологического обеспечения тренировочного процесса. Последнему, по мнению исследователей (Варданян Ю.В., Воробьева О.Н., Махов С.Ю.), уделяется недостаточное внимание, что нередко ведет к психоэмоциональным срывам спортсменов во время соревнований, а в дальнейшем - к формированию психосоматических отклонений [1, 3, 10]. Система психологической подготовки спортсменов на современном этапе имеет ряд проблем: недостаток кадрового обеспечения и разработанных методических рекомендаций для организации психологической подготовки в спортивных учреждениях, недостаточное количество часов в годовом тренировочном плане на психологическую подготовку. Вышеперечисленные проблемы обусловили необходимость разработки проекта «Оптимизация системы психологической подготовки спортсменов, специализирующихся в спортивных единоборствах, в условиях спортивной школы», который стал основным направлением деятельности Федеральной экспериментальной (инновационной) площадки (далее - ФЭП) спортивной школы олимпийского резерва «Вымпел» города Калуги.

Методика и организация исследования

Участниками исследования проекта являются более 300 спортсменов, занимающихся такими видами спорта, как дзюдо, самбо, универсальный бой, кикбоксинг, каратэ и тхэквондо. Проект реализуется с 2019 по 2021 гг.

Психологическая подготовка осуществляется на основе комплексного подхода, предусматривающего не только системное изучение индивидуальности каждого спортсмена и динамики его личностного роста, но и его психологическую предрасположенность к данному виду спорта, а также необходимость прохождения многоуровневой индивидуально ориентированной психологической подготовки в дальнейшем.

В рамках работы ФЭП нами был разработаны и апробированы мероприятия, включенные в план психологической подготовки, который предусматривает научно-обоснованное количество часов на каждом этапе спортивной подготовки с учетом возрастных и психологических особенностей спортсменов (таблица 1).

Таблица 1. Распределение общего объема психологической подготовки по этапам спортивной подготовки (в астрономических часах)

Этапы спортивной подготовки	НП		Т		ССМ	ВСМ
	до года	свыше года	до 2 лет	свыше 2 лет		
Теоретическая подготовка			13 (15 мин. в нед.)	13 (15 мин. в нед.)	13 (15 мин. в нед.)	17 (20 мин. в нед.)
Практическая подготовка (групповая и индивидуальная работа в пред- и послесоревновательный период, в том числе при подготовке к соревнованиям:	13 (15 мин. в нед.)	17 (20 мин. в нед.)	10	15	21	26
Городского уровня			1	1	1	1,5
Областного уровня			1	1	1	1,5
Межрегионального уровня			1	2	2	3
Всероссийского уровня			2	3	4	5
Международного уровня (Европа)			2	4	6	7
Международного уровня (Мир)			3	4	7	8
ИТОГО	13	17	23	28	34	43

В качестве примера, рассмотрим подробнее организацию психологической подготовки со спортсменами на этапе высшего спортивного мастерства (далее – ВСМ). Цель психологической подготовки на этом этапе: максимальная реализация индивидуальных возможностей спортсмена с учетом многомерности проявлений индивидуально-психологических свойств его личности в спортивной деятельности.

Задачи психологической подготовки:

1. Выработка стратегии психологической подготовки с ориентацией на сильные стороны психики спортсмена;
2. Выявление скрытых резервов организма в области психологической подготовленности и помощь в их реализации;
3. Развитие у спортсмена способности к саморегуляции в психологически сложных соревновательных условиях;
4. Коррекция психологического состояния спортсмена до соревнований и после их окончания;
5. Изучение сильных и слабых сторон основных соперников.

В начале тренировочного года проводится диагностика индивидуально-типологических особенностей спортсменов, уровня самоотношения, психических состояний. Полученные результаты обсуждаются на тренерском совете или методическом объединении тренеров в общем виде с рекомендациями. Спортсмену предоставляется «Дневник обратной связи» с адаптированными для восприятия результатами его психологической диагностики, которые обсуждаются с ним, а затем и с тренером. Полученные данные используются для анализа текущего психологического состояния спортсмена и планирования индивидуальной психологической работы на текущий тренировочный год.

Основные методы и методики, используемые при диагностике индивидуально-типологических особенностей [1-9], представлены в таблице 2.

Таблица 2. Методы и методики, используемые при диагностике индивидуально-типологических особенностей на этапе высшего спортивного мастерства

Объект изучения	Методы, методики	Измеряемый компонент (показатели)	Источники
Мотивационно-потребностная сфера	Целенаправленная диагностическая беседа	Ценностная ориентация	<p>1) Прихожан А.М. «Применение методов прямого оценивания в работе школьного психолога»//А.М. Прихожан/ Научно-методические основы использования в школьной психологической службе конкретных психодиагностических методик. - М,1988</p> <p>2) Психодиагностика личности при занятиях физической культурой и спортом: учеб. пособие / Г.Д. Бабушкин. – Омск : Изд-во СибГУФК, 2012. – 328 с.</p>
Эмоционально-волевая сфера	СУПОС 8	1. Волевой самоконтроль 2. Эмоциональная устойчивость	Енгальчев В.Ф., Шипшин С.С. Психодиагностические методы исследования в СПЭ: Учебное пособие для студентов факультетов психологии высших учебных заведений/Редакторы-составители В.Ф. Енгальчев, С.С. Шипшин.Изд. 2-е, исп. и доп. – Калуга: КГУ им. К.Э. Циолковского, 2013. – 390 с.

Личностная сфера (личностные качества)	1) Целенаправленная диагностическая беседа 2) Индивидуально-типологический опросник Л.Н. Собчик (взрослый вариант) 3) Тест-опросник самоотношения (В.В. Столин, С.Р. Пантелеев)	1. Темперамент 2. Качества личности 3. Способность к перенесению высоких тренировочных и соревновательных нагрузок 4. Выявление способностей к сохранению достигнутых результатов и их повышению 5. Индивидуально-типологические особенности личности 6. Склонность к доминированию 7. Коммуникабельность 8. Самосознание личности.	1) Тихвинская Е.О. Психология переживаний в спорте/ Е.О. Тихвинская. - СПб., 2007 2) Собчик Л.Н. Психология индивидуальности. Теория и практика психодиагностики/ Л.Н. Собчик.- СПб.: Речь, 2005 3) Методика «Тип поведенческой активности» Л.И. Вассермана и Н.В. Гуменюка [электронный ресурс]/ Психологический практикум.- режим доступа: https://psylist.net/praktikum/00070.htm 4) Столин В.В. Самосознание личности/ В.В. Столин. – М., 1984
Когнитивная сфера	Целенаправленная диагностическая беседа, наблюдение	1. Активная позиция сторонника ЗОЖ 2. Желание делиться опытом и знаниями 3. Готовность оказывать помощь в подготовке и организации спортивных мероприятий 4. Владение компетенциями	1) Тихвинская Е.О. Психология переживаний в спорте/ Е.О. Тихвинская.- СПб., 2007 2) Психодиагностика личности при занятиях физической культурой и спортом : учеб. пособие / Г.Д. Бабушкин. – Омск : Изд-во СибГУФК, 2012. – 328 с.

Результаты исследования и их обсуждение

Подготовка спортсменов выстраивается с учетом результатов психологической диагностики и подразделяется на теоретическую и практическую. Примерная тематика теоретических занятий на этапе ВСМ представлена в таблице 3.

Таблица 3. Содержание теоретических занятий по темам психологии спорта

№	Тема	Содержание
1	Спорт как специфический вид человеческой деятельности	Возникновение и современное состояние психологии спорта. Понятие об объектах психологии спорта. Задачи психологии спорта. Психологическая характеристика спортивной деятельности. Общие психологические

		особенности спортивной деятельности. Структура спортивной деятельности.
2	Личность и её формирование в процессе занятий спортом	Личность как субъект и объект общественных отношений в спорте. Влияние общественного внимания на развитие личности спортсмена. Спортивная этика.
3	Индивидуально-типические особенности спортсменов и их проявление в спортивной деятельности	Управление мотивацией. Пригодность к спортивной деятельности и типологические особенности. Стили спортивной деятельности
4	Эмоционально-волевая сфера спортсменов. Когнитивная сфера спортсмена	Эмоции, чувства, воля, интеллект, мышление спортсменов; их роль в спортивной деятельности.
5	Психология тренировочного процесса	Психологические основы эффективности тренировочного процесса. Психологические вопросы формирования умений (навыков).
6	Психология соревновательной деятельности	Психологические особенности спортивного соревнования. Предсоревновательные, соревновательные и постсоревновательные состояния спортсменов. Оптимизация этих состояний.
7	Психологические основы обучения и самосовершенствования в спорте	Психологические аспекты процесса обучения и совершенствования в спорте: - психологические основы физической подготовки спортсмена; - психологические аспекты техники физических упражнений и технической подготовки спортсмена; - психологические аспекты тактики в спорте и тактической подготовке спортсмена.
8	Психорегуляция и психогигиена в спорте	Понятие о саморегуляции и регуляции психических состояний. Классификация и характеристика приемов, средств и методов саморегуляции и регуляции психических состояний. Самовнушение в спорте. Понятие о психогигиенической и психопрофилактической работе в спорте. Методы восстановления психической работоспособности. Психопрофилактика неблагоприятных психических состояний.
9	Психология спортивной карьеры (СК)	Этапы и особенности СК; кризисы, цена СК. Особенности у мужчин и у женщин.

Практические занятия проводились как с группой, так и индивидуально. Объем часов практических занятий с целью подготовки к соревнованиям и/или восстановления после соревнований варьировался в зависимости от задач подготовки к конкретным соревнованиям и текущего состояния спортсмена. План на тренировочный год включает в себя:

1. Разработку и распространение тематических буклетов для тренеров и спортсменов;
2. Выступление психолога на тренерских советах и методических объединениях;
3. Изучение и анализ результатов проводимых тренировочных занятий;
4. Помощь и консультирование тренерского состава и спортсменов;
5. Проведение круглых столов с тренерами и спортсменами по проблематике психологической подготовки;
6. Проведение групповых тренинговых, коррекционных, профилактических занятий со спортсменами;

7. Индивидуальная работа со спортсменами (беседа, консультация, коррекция и др.).

По завершению работы в конце тренировочного года проводилась повторная диагностика с целью оценки психологической подготовленности спортсмена. Основные критерии такой оценки представлены в таблице 4.

Таблица 4. Основные критерии оценки психологической подготовленности

Этапы подготовки	Критерии					
	Мотивационно-потребностная сфера	Эмоционально-волевая сфера	Личностная сфера (личностные качества)	Когнитивная сфера	Спортивная результативность (призовые места, %)	Сохранность контингента (%)
ВСМ	1.Ценностная ориентация. 2.Соотношение уровня самооценки и притязаний.	1. Волевой самоконтроль. 2. Эмоциональная устойчивость.	1.Темперамент. 2.Качества личности. 3.Способность к перенесению высоких тренировочных и соревновательных нагрузок. 4.Выявление способностей к сохранению достигнутых результатов и их повышению. 5. Индивидуально-типологические особенности личности. 6. Склонность к доминированию. 7. Локус контроля. 8.Тип поведенческой активности.	1. Активная позиция сторонника ЗОЖ. 2. Желание делиться опытом и знаниями. 3.Готовность оказывать помощь в подготовке и организации спортивных мероприятий. 4. Владение компетенциями.	90	95

			9. Коммуникабельность			
			10. Самосознание личности.			

Выводы

Опыт проводимой работы со спортсменами позволяет сделать вывод о том, что психологическая подготовка является важной и неотъемлемой частью спортивной подготовки. В рамках тематики Федеральной экспериментальной площадки нами разрабатывается и апробируется система психологической подготовки в спортивных единоборствах на уровне спортивной школы. Результатом работы ФЭП станет методическое пособие «Рекомендации по организации психологической подготовки». Методическое пособие будет содержать следующие разделы:

- цель и задачи психологической подготовки (для каждого этапа спортивной подготовки);
- типовой план-график распределения часов психологической подготовки;
- программный материал теоретической и практической психологической подготовки;
- содержание самостоятельной работы;
- основные критерии оценки психологической подготовленности (с учетом психоспортограмм, учитывающих вид спорта);
- рекомендации для специалистов, участвующих в спортивной подготовке.

Данное пособие станет подробным руководством по психологической подготовке спортсменов, рассчитанным для всех участников тренировочного процесса: психологов, тренеров, спортсменов, родителей. На основании материалов пособия психолог может составить свою рабочую программу психологической подготовки, а тренер использовать представленные материалы для своей рабочей программы спортивной подготовки по виду спорта. Полагаем, что индивидуально-ориентированные рекомендации при использовании их на каждом этапе подготовки будут способствовать воспитанию конкурентноспособных спортсменов и росту их спортивных результатов.

Список литературы

1. Варданян, Ю.В. Профессиональная психологическая подготовка как фактор психологической безопасности /Ю.В. Варданян, О.М. Воробьева// Вестник ЧГПУ. - 2017. - № 7.
2. Енгальчев В.Ф. Психодиагностические методы исследования в СПЭ: Учебное пособие для студентов факультетов психологии высших учебных заведений/Редакторы-составители В.Ф. Енгальчев, С.С. Шипшин. Изд. 2-е, исп. и доп. – Калуга: КГУ им. К.Э. Циолковского, 2013. – 390 с.
3. Махов С.Ю. Психологическая подготовка / С.Ю. Махов. - М.: АСТ, 2018.- 168 с.
4. Методика «Тип поведенческой активности» Л.И. Вассермана и Н.В. Гуменюка [электронный ресурс]/ Психологический практикум.- режим доступа: <https://psylist.net/praktikum/00070.htm>.
5. Прихожан А.М «Применение методов прямого оценивания в работе школьного психолога»//А.М. Прихожан/ Научно-методические основы использования в школьной психологической службе конкретных психодиагностических методик.- М, 1988.
6. Психодиагностика личности при занятиях физической культурой и спортом : учеб. пособие / Г.Д. Бабушкин. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2012. – 328 с.
7. Тихвинская Е.О. Психология переживаний в спорте/ Е.О. Тихвинская. - СПб., 2007;

8. Собчик Л.Н. Психология индивидуальности. Теория и практика психодиагностики/ Л.Н. Собчик.- СПб.: Речь, 2005.
9. Столин В.В. Самосознание личности/ В.В. Столин. – М., 1984.
10. Уляшина Н.А., Седин В.И., Мокина Е.С., Ващенко А.С. Психологические особенности личности спортсменов отделения единоборств на разных этапах подготовки / Экспериментальная и инновационная деятельность – потенциал развития отрасли физической культуры и спорта: Материалы Всеросс. научно-практ. конф. «Экспериментальная и инновационная деятельность – потенциал развития отрасли физической культуры и спорта» 18 -19 сентября 2020 г. (г. Чайковский, Пермский край): в 2-х томах. Том 2 / – Чайковский: Чайковский государственный институт физической культуры, 2020 г. – С.- 221-229

Морфо-функциональные особенности женщин, занимающихся хоккеем с шайбой

Семенов М.М., *muradin-81@mail.ru*

Кумар Н.А., *nayana97@mail.ru*

Лавриненко С.В., *lavrinenko.sem@yandex.ru*

Выборная К.В., *dombim@mail.ru*

Раджабкадиев Р.М., *89886999800@mail.ru*

Кобелькова И.В. канд. мед. наук, *irinavit66@mail.ru*

Никитюк Д.Б. член-корр. РАН, доктор мед. наук, проф., *mailbox@ion.ru*

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии, Москва, Россия

Аннотация. *Цель работы заключалась в изучении морфофункциональных особенностей женщин, занимающихся хоккеем с шайбой. В статье представлены результаты антропометрического измерения хоккеисток (n= 25) и группу контроля (n= 85). Определяли тотальные, продольные, поперечные, обхватные размеры тела и толщины кожно-жировых складок на различных участках тела. Состав тела (жировую, мышечную и костную массу) определяли по формулам Mateigka J. Физиометрические показатели: проводили кистевую динамометрию и спирометрию для определения ЖЕЛ. Результаты данного исследования показали, что у хоккеисток с учетом игрового амплуа (защитники, нападающие и вратари) по всем морфофункциональным показателям достоверных различий не обнаружено, кроме костной массы в % между защитниками и нападающими. Сравнительно с группой контроля достоверные различия были почти по всем показателям, кроме жировой массы в кг., костной массы в % и спирометрии.*

Ключевые слова: *тотальные размеры тела, состав тела, жировая масса, динамометрия, спирометрия, женщины, хоккеистки.*

Введение

Морфофункциональные особенности у разных индивидов отличаются друг от друга и по-разному адаптируются к специфическим условиям спортивной деятельности. Специфические физические нагрузки, как важный формообразующий фактор оказывает влияние на формирование морфофункционального статуса в зависимости от вида спортивной деятельности (спорта) [4]. В спортивной науке недостаточно изученным остается морфофункциональные особенности женщин, занимающихся хоккеем с шайбой, так как нет стандартов и модельных характеристик морфофункциональных показателей. Оценка морфофункциональных показателей даст тренеру представление о текущем состоянии показателей состава тела и позволит направлено программировать подготовку спортсменок.

Цель исследования. Сравнительная оценка морфофункциональных особенностей женщин, занимающихся хоккеем с шайбой.

Методы и организация исследования

Обследованы женщины Национальной хоккейной сборной команды РФ во время проведения учебно-тренировочных сборов (ЕКП № 9489) в УТЦ «Новогорск» с 14 по 23 марта 2020 г. (n=25). Средний возраст обследованных составил 22,4±3,6 (в диапазоне 18,8-29,7) лет, квалификация: КМС – 9 чел., МС – 2 чел., МСМК – 14 чел. Контрольную группу составили женщины, обучающиеся в Высшей Школе Экономики (n=85). Средний возраст

20,2±1,3 (в диапазоне 18,9-24) лет, не занимающиеся профессиональным спортом. У испытуемых определяли тотальные, продольные, поперечные, обхватные размеры тела и толщины кожно-жировых складок на различных участках тела. Антропометрические измерения проводили по стандартной методике, принятой в НИИ и Музее антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова [2]. На основе антропометрических измерений рассчитывали значение показателей состава тела по формулам Mateigka J. [5]. Оценка площади поверхности тела по формуле Isaksson B. [6]. Жизненную ёмкость легких (ЖЕЛ) определяли спирометром «5260 Spirotest». Процентное отклонение ЖЕЛ от ДЖЕЛ (должная жизненная емкость легких) рассчитывали по формуле: для женщин - ДЖЕЛ = рост (см)*0,049 - возраст (лет)*0,019-3,76. Отклонение ЖЕЛ от ДЖЕЛ - (ЖЕЛ/ДЖЕЛ*100-100) в норме ± не более 20% [3]. Динамометрию кистевым динамометром ДК-50 - для женщин. Все материалы исследования были собраны с соблюдением правил биоэтики и с подписанием протоколов информированного согласия. Обработка данных выполнялась с использованием программы MS Excel 2007 и Statistica 7. Проверку гипотезы нормальности распределения признаков по критерию Колмогорова-Смирнова, достоверность различия средних значений изучаемых признаков оценивали по t-критерию Стьюдента, статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования

В таблице 1 представлены тотальные размеры тела женщин, занимающихся хоккеем с шайбой высокой квалификации с учетом игрового амплуа и слитый массив спортсменок и контрольной группы.

Таблица 1. Тотальные размеры тела женщин, занимающихся хоккеем с шайбой с учетом игрового амплуа и контрольной группы

Показатели	Игровое амплуа			Слитый массив	
	Защитники n=9	Нападающие n=13	Вратари n=3	Хоккей n=25	Контроль n=85
Длина тела, см	167±6,5	166,3±6,5	165,5±6,2	166,4±6,4	163,4±5,5
Масса тела, кг	68,7±6,1	64,2±10,7	63,1±8,8	65,5±9,2	57,3±9
Обхват груди, см	89,6±1,8	88,1±4,5	88,8±7,4	88,7±4	82,8±5,1
Площадь поверхности тела, м ²	1,8±0,1	1,7±0,1	1,8±0,1	1,7±0,1	1,6±0,1

Примечание: данные представлены в формате М±σ, где М – среднее арифметическое, σ - стандартное отклонение, **жирным** - статистически значимые различия ($P < 0,05$).

При сопоставлении оценок тотальных размеров тела спортсменок с учетом игровых амплуа достоверные различия средних значений по t-критерию Стьюдента ($p < 0,05$) по всем показателям не обнаружено. Анализ средних значений показателей тотальных размеров тела между спортсменками без учета игрового амплуа и контрольной группы, обнаружил достоверные различия по всем показателям (в табл. 1 выделено жирным). Так, показатель «длина тела» в контрольной группе меньше на 9% по сравнению со спортсменками ($p < 0,05$). В сравнении с контрольной группой «масса тела» у хоккеисток больше на 14%. Показатель «обхват груди» у спортсменок больше на 7% по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$). Показатель «площадь поверхности тела» у хоккеисток по сравнению с контрольной группой меньше на 6% ($p < 0,05$).

В таблице 2 представлены показатели состава массы тела женщин, занимающихся хоккеем с шайбой высокой квалификации с учетом игрового амплуа и слитый массив спортсменок и контрольной группы.

Таблица 2. Показатели состава тела женщин, занимающихся хоккеем с шайбой с учетом игрового амплуа и контрольной группы

Показатели	Игровое амплуа			Слитый массив	
	Защитники n=9	Нападающие n=13	Вратари n=3	Хоккей n=25	Контроль n=85
Жировая масса, кг	18,4±3,7	15,6±5,8	18,6±6,3	17±5,2	18,2±8
Жировая масса, %	26,9±3,6	23,8±5,9	26,9±4,3	25,3±5,1	30,9±9,2
Мышечная масса, кг	31,8±2,7	30,5±5,1	32,8±6,3	31,3±4,4	23±3,4
Мышечная масса, %	46,6±2	47,2±2,5	48,2±2,1	47,1±2,3	40,6±4,9
Костной масса, кг	8,5±1	8,5±1	8,3±0,2	8,5±0,9	7,3±1
Костной масса %	12,4±0,7	13,3±0,8	12,5±1,8	12,9±1	12,8±1,5

Примечание: данные представлены в формате М±σ, где М – среднее арифметическое, σ - стандартное отклонение, **жирным** - статистически значимые различия (P<0,05).

При сопоставлении значений показателей состава массы тела спортсменок с учетом игровых амплуа достоверные различие средних значений по t-критерию Стьюдента (p<0,05) обнаружено только по показателю костная масса %, у защитников этот показатель на 7% меньше чем у нападающих, по всем остальным показателям достоверных различий не обнаружено. Анализ средних значений показателей состава тала между спортсменками без учета игрового амплуа и контрольной группы, обнаружил достоверные различия. Так, показатель «*жировая масса, %*» в контрольной группе больше на 22% по сравнению со спортсменками (p<0,05). В сравнении с контрольной группой «*мышечная масса, кг. и %*» у хоккеисток больше на 36 и 14% соответственно. Показатель «*костная масса, кг*» у спортсменок больше на 16% по сравнению с контрольной группой (p<0,05). По показателям «*жировая и костная масса в %*» достоверных различий не обнаружено (p<0,05).

В таблице 3 представлены физиометрические показатели женщин, занимающихся хоккеем с шайбой высокой квалификации с учетом игрового амплуа и слитый массив спортсменок и контрольной группы.

Таблица 3. Физиометрические показатели женщин, занимающихся хоккеем с шайбой с учетом игрового амплуа и контрольной группы

Показатели	Игровое амплуа			Слитый массив	
	Защитники n=9	Нападающие n=13	Вратари n=3	Хоккей n=25	Контроль n=85
ДПР, кг	36,4±5,9	41,2±7	38,3±3,8	39,1±6,5	28±4,5
ДЛР, кг	33,9±4,1	38,5±5,3	36,3±3,2	36,7±5	25,6±4,1
ЖЕЛ, милл.	2900±458,3	2915,4±414	2733,3±305,5	2888±408,6	2795,3±449,8
ЖЕЛ от ДЖЕЛ	-24,7±9,8	-23,1±8,8	-29,8±8,4	-24,5±9	-24,6±11,5

Примечание: данные представлены в формате М±σ, где М – среднее арифметическое, σ - стандартное отклонение, **жирным** - статистически значимые различия (P<0,05), ДПР - динамометрия правой руки в кг, ДЛР - динамометрия левой руки в кг, ЖЕЛ - спирометрия в миллилитрах, ЖЕЛ от ДЖЕЛ - Процент отклонение ЖЕЛ от ДЖЕЛ норма ±20

При сопоставлении значений физиометрических показателей спортсменок с учетом игровых амплуа достоверные различие средних значений по t-критерию Стьюдента (p<0,05) по всем показателям не обнаружено. Анализ средних значений физиометрических показателей между спортсменками без учета игрового амплуа и контрольной группы, обнаружил достоверные различия. Так, показатели «*динамометрия правой и левой руки*» у спортсменок больше на 40 и 43% соответственно по сравнению с контрольной группой (p<0,05). По показателям «*ЖЕЛ и ЖЕЛ от ДЖЕЛ*» достоверных различий не обнаружено (p<0,05).

Обсуждение результатов

У хоккеисток с учетом игрового амплуа (защитники, нападающие и вратари) по всем морфофункциональным показателям достоверных различий не обнаружено, кроме костной массы % между защитницами и нападающими. Независимо от игрового амплуа хоккеистки оказались рослыми и массивными чем представительницы группы контроля. Хоккеистки имеют большие габаритные размеры тела, мышечную и костную массу и силу рук, и меньшие значения жировой массы и были установлены достоверные различия почти по всем показателям, кроме жировой массы в кг., костной массы в % и спирометрии. Похожие результаты мы получили в предыдущей работе [1], где для анализа состава тела использовали метод биоимпедансометрии. Проведенный анализ дает представления средних величин морфофункциональных показателей у хоккеисток.

Выводы

1. По всем представленным морфофункциональным показателям, обнаруживающим достоверные различия между сравниваемыми группами слитого массива, преимущество имеют спортсменки.
2. Хоккеистки с учетом игрового амплуа не отличались по морфофункциональным показателям, кроме костной массы %.
3. Полученные стандарты могут быть предложены для оценки текущего морфофункционального состояния женщин, занимающихся хоккеем с шайбой.
4. Оценка индивидуальных морфофункциональных показателей спортсменок может служить основанием для коррекции программ подготовки женщин, занимающихся хоккеем с шайбой.

Список литературы

1. Выборная К.В., Семенов М.М., Лавриненко С.В., Раджабкадиев Р.М. Особенности состава тела высококвалифицированных спортсменок – членов сборной команды России по хоккею с шайбой (статья). «Актуальные проблемы и перспективы развития хоккея с шайбой и формирование компетенций тренеров в условиях реализации НППХ «Красная машина»»: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (22-23 сентября 2020). – Уфа: ЦНИЗиР БашИФК, 2020. – 171 с. Стр. 17-21. ISBN 978-5-9172-1036-0
2. Мартиросов Э.Г., Руднев С.Г., Николаев Д.В. Применение антропометрических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе. Учебное пособие. М.: Физическая культура, 2010. 120 с.
3. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта: М.: Изд-во ВЛАДОСТ-ПРЕСС, 2002 – 608 с.
4. Туманян Г.С., Мартиросов Э.Г. Телосложение и спорт. М.; Физкультура и спорт; 1976. 239
5. Mateigka J. The testing of physical efficiency // Am.J. Phys. Anthropol. – 1921. – V. 4. – P. 223-230
6. Isaksson B. A simple formula for the mental arithmetic of the human body surface area // Scand. J. Clin. Lab. Invest. 1958. V.10, №3. P.283-289.

Метод индексов в оценке двигательных возможностей детей и подростков

Сонькин В.Д.^{1,2,3}, доктор биол. наук, профессор sonkin@mail.ru

¹ФГБНУ «Институт возрастной физиологии Российской академии образования», Москва

²Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва

³Государственное казенное учреждение «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Москомспорта, Москва

Аннотация. Предложены расчетные коэффициенты, пригодные для оценки двигательных возможностей детей разного возраста. Полученные результаты демонстрируют наличие полового диморфизма, периодичность и гетерохронию созревания двигательных возможностей на протяжении школьного онтогенеза.

Ключевые слова: школьники; двигательные возможности; удельные показатели моторного развития; популяционное исследование

Введение

Традиционно о двигательных возможностях человека судят по результатам стандартных двигательных тестов [4]. Между тем, в процессе роста и развития человека происходят закономерные изменения геометрических размеров и массы тела [19], которые также вносят большой вклад в результаты многих двигательных тестов. В практике физической культуры этот фактор учитывается путем выделения возрастных когорт, внутри которых идет сопоставление результатов тестирования. Например, именно так выстроена система оценки результатов Всероссийского комплекса ГТО – по возрастным ступеням [12]. Однако, такой способ имеет очевидные недостатки. Между тем, универсальная оценка была бы полезна для прогнозирования спортивных задатков в детском и юношеском спорте [11].

В ряде случаев для понимания механизмов возрастных или адаптационных изменений моторики целесообразно использовать расчетные индексы двигательной подготовленности – относительные величины, нормированные по тому или иному показателю, в частности – по длине и массе тела, по максимальному проявлению какого-то свойства, и т.п. Такой подход в популяционных исследованиях был впервые применен известным зооэкологом академиком С.С.Шварцем в 60-70-е годы прошлого века [16]. Аналогичные взгляды в своих трудах развивал выдающийся датский физиолог К.Шмидт-Ниельсен [17]. Динамика относительных показателей нередко вскрывает глубинную связь функций и обнажает скрытые механизмы адаптивных изменений. Некоторые из таких коэффициентов уже применяются или могут применяться в спортивной науке и физическом воспитании.

Материал и методы исследования

Работа проведена в 2019-2020гг. по заданию Министерства просвещения РФ. Анализ двигательной подготовленности школьников проводился на основе данных популяционного кросс-секционного исследования в регионах Российской Федерации. Были собраны индивидуальные данные у детей в возрасте от 8 до 16 лет, включающие результаты оценки физического развития и двигательных тестов, в количестве свыше 10000 (5269 мальчиков и 5376 девочек) уникальных записей из 6 регионов РФ.

В исследовании участвовали дети, обучающиеся в начальной школе (2 и 4 класс, соответственно около 8 и 10 лет), основной школе (5 и 7 класс, соответственно 12 и 14 лет) и старшей школе (10 класс, около 17 лет).

В процессе обработки данных производили следующие вычисления относительных (удельных) показателей двигательных возможностей:

1. **Удельная длина прыжка (УДП)** = LJ (см) / L (см), где LJ - Длина прыжка с места; L – длина тела

2. **Удельная Скорость стайерского бега (УСкСт)** = $(D_{\text{6мин. бег}} (м) / 360 (с)) / L(м)$ – усл.ед., где $D_{\text{6мин. бег}}$ – дистанция 6-мин. бега; L – длина тела

3. **Удельная Скорость спринтерского бега (УСС)** = $(D_{30} (м) / t_{г.6.30м} (с)) / L (м)$ – усл.ед., где D_{30} – дистанция бега на 30 м; L – длина тела

4. **Ловкость** = $t_{ч.6.3 \times 10м} - t_{г.6.30м}$

5. **Коэффициент ловкости 1 (КЛ1)** = $t_{г.6.30м} / t_{ч.6.3 \times 10м}$

6. **Коэффициент ловкости 2 (КЛ2)** = $(t_{ч.6.3 \times 10м} - t_{г.6.30м}) / t_{г.6.3 \times 10м}$ – усл.ед. где t – время пробегания дистанции (с); ч.б. – челночный бег; г.б. – гладкий бег

Статистическая обработка данных проводилась в программе SPSS Statistics 25. Парные сравнения независимых групп (таких, как мальчики и девочки, возрастные когорты и т.д.) выполнены t -критерием Стьюдента. Данные в таблицах и на графиках представлены как $M \pm m$ (среднее и ошибка).

Результаты и обсуждение

Длина прыжка с места

Прыжок в длину с места осуществляется синхронным сокращением мышц обеих ног при маховой поддержке усилия со стороны рук. Все упражнение занимает доли секунды, и обеспечивается энергией за счет накопленных заранее ресурсов АТФ и КрФ. В этом упражнении реализуется максимальная произвольная сила большой группы мышц, но результат зависит также от длины ног и техники выполнения движения. Результат в этом тесте неуклонно увеличивается с возрастом в интервале от 8 до 17 лет, причем у мальчиков это увеличение выражено сильнее, чем у девочек, особенно на завершающих стадиях пубертатного периода (рис.1а).

Если поделить результат на длину тела чтобы учесть изменение геометрических размеров тела с возрастом, то картина будет немного иная (рис.1б): у девочек прирост показателя завершается в разгар пубертатных процессов, а у мальчиков прирост достигает максимума к концу пубертата – вероятно, на фоне активизации стероидогенеза и стимуляции роста мышц и максимальных анаэробных возможностей [6;10].

Тот факт, что удельный результат у девочек после 5 класса не растет, отражает, по-видимому, достижение оптимальной техники выполнения прыжкового движения при отсутствии существенного роста силы мышц. Тормозящее влияние на величину показателя у девочек оказывает также фактор роста у них жировой массы. Фактически, возрастное увеличение силовых свойств мышц девушек просто компенсирует возрастное увеличение жировой массы тела. Следует учитывать также биомеханический фактор, возникающий вследствие изменения не только состава тела, но и распределения жировых отложений: с возрастом у большинства девочек они все более утяжеляют нижнюю половину тела, что приводит к снижению местоположения центра масс, и делает менее эффективным маховое движение рук при прыжке.

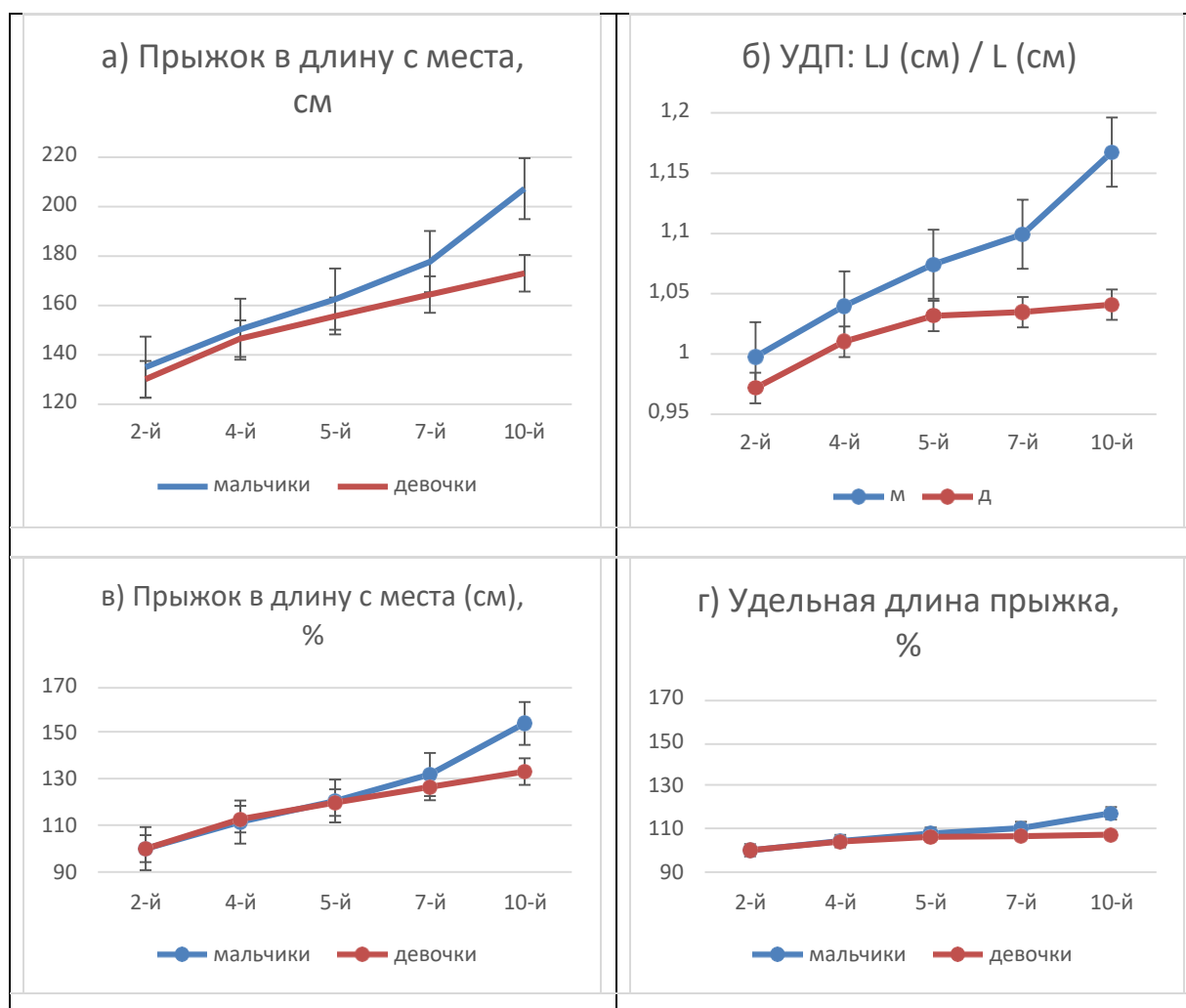


Рисунок 1 - Возрастная динамика удельного прыжка в длину с места (ордината).

Если сравнить возрастную динамику абсолютного и удельного показателей, выраженную в процентах к исходному измерению (т.е. к уровню 2 класса), то можно видеть (рис. 1в и 1г), что в абсолютном выражении прирост от 2 к 10 классу достигает 30% (у девочек) и 50% (у мальчиков), тогда как в удельном выражении он не превышает 17% (у мальчиков). Очевидно, это означает, что вклад геометрических размеров тела в результативность данного теста очень велик – если мы устраняем влияние длины тела, то возрастные приросты, определяющиеся в этом случае нервно-мышечными и биохимическими факторами, сокращаются примерно в 3 раза. Иными словами, для анализа результатов прыжкового теста применение расчетов удельной длины прыжка полезно, т.к. позволяет увидеть влияние тканевых факторов на результат теста. Вполне возможно, что этот подход может быть продуктивен при работе со спортивным резервом.

Скорость 6-минутного бега

Рассмотрим динамику возрастных изменений 6-минутного бега, представляющего собой в первую очередь аэробное упражнение, отражающее развитие общей выносливости (рис.2а и 2б). Примечательно, что у мальчиков и девочек результат с возрастом нарастает параллельно (рис.2а), примерно в равном темпе, за исключением последнего отрезка, на котором результат у мальчиков увеличивается явно быстрее – очевидно, за счет их преимущества в зоне анаэробной энергопродукции [10]. Избавившись от влияния геометрических размеров путем деления скорости на длину тела, мы получили показатель, зависящий от внутренних физиологических причин – степени развития вегетативных и тканевых энергетических систем. Кривые, полученные нами для мальчиков и девочек (рис.2б),

идут в возрастном ряду практически параллельно. Причем показатель у мальчиков во всех возрастных когортах существенно выше, чем у девочек.

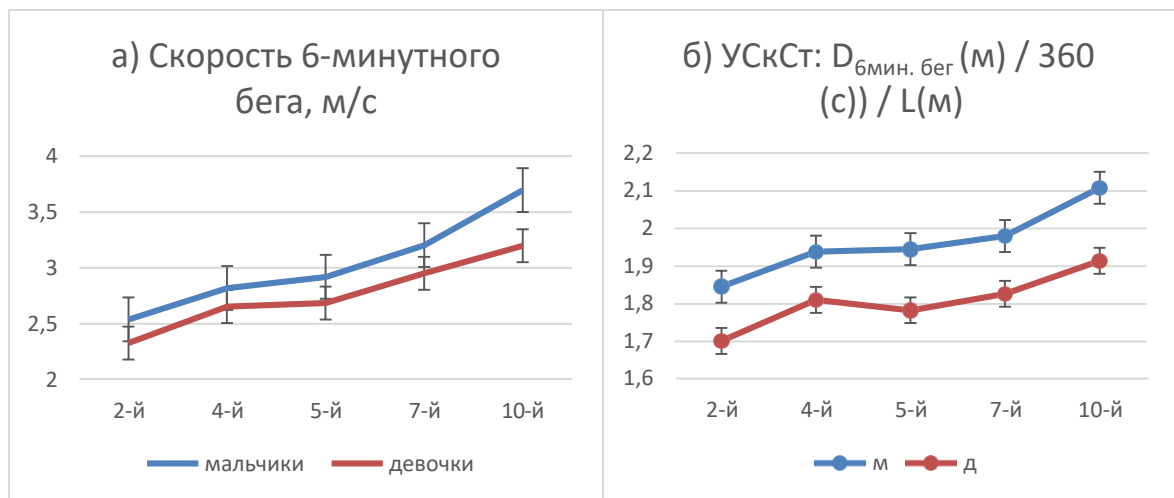


Рисунок 2 - Возрастная динамика абсолютной (а) и удельной (б) скорости 6-минутного бега (ордината)

Развитие общей выносливости, как и других проявлений моторики организма, протекает в онтогенезе неравномерно, но, как мы видим на примере 6-минутного бега, синхронно у обоих полов. Со 2 класса (8 лет) по 4-й (10 лет) мы имеем существенное возрастание показателя, что замечательно коррелирует с развитием тканевой аэробной энергетики в скелетных мышцах детей этого возраста [10; 13]. Далее наступает фаза стабильности, когда выносливость в относительном выражении не увеличивается с 4 (10 лет) по 7 (14 лет) класс – это время связано с пубертатными процессами и сложными перестройками вегетативных функций и энергетики мышечной ткани [10].

На последнем этапе школьного возраста, с 7 (14 лет) по 10 класс (17 лет), мы видим вновь значительный прирост показателя – немного более выраженный у мальчиков. Механизмом этого увеличения может служить активизирующийся в возрасте 15-17 лет анаэробно-гликолитический источник энергии в скелетных мышцах [5], участвующий у юношей в работе при выполнении 6-минутного бега – нагрузки, относящейся к зоне большой относительной мощности по классификации Фарфеля [14]. Более низкие показатели общей выносливости у девочек на протяжении всего школьного онтогенеза являются следствием половой специфики соотношения жировой и мышечной массы: у девочек количество мышц меньше, а вес, который эти мышцы переносят, сравнительно больше за счет жировой ткани. Эта закономерность хорошо известна в спортивной физиологии [18].

Скорость спринтерского бега

Как и скорость 6-минутного бега, скорость спринтерского бега на 30м непрерывно увеличивается на протяжении школьного онтогенеза, причем мальчики начинают опережать девочек только в старшем школьном возрасте (рис.3а). Однако, при вычислении удельной, не зависящей от длины тела, скорости спринта, картина (рис. 3б) резко отличается от аналогичного расчета для 6-минутного бега: вместо равномерного роста, мы видим неизменность показателя у девочек со 2 по 5 класс, с последующим снижением к 7 классу и некоторой тенденцией к увеличению в 10 классе. При этом, у мальчиков в начале пубертата происходит небольшое повышение показателя, сменяющееся снижением к 7 классу и резким взлетом в 10 классе.

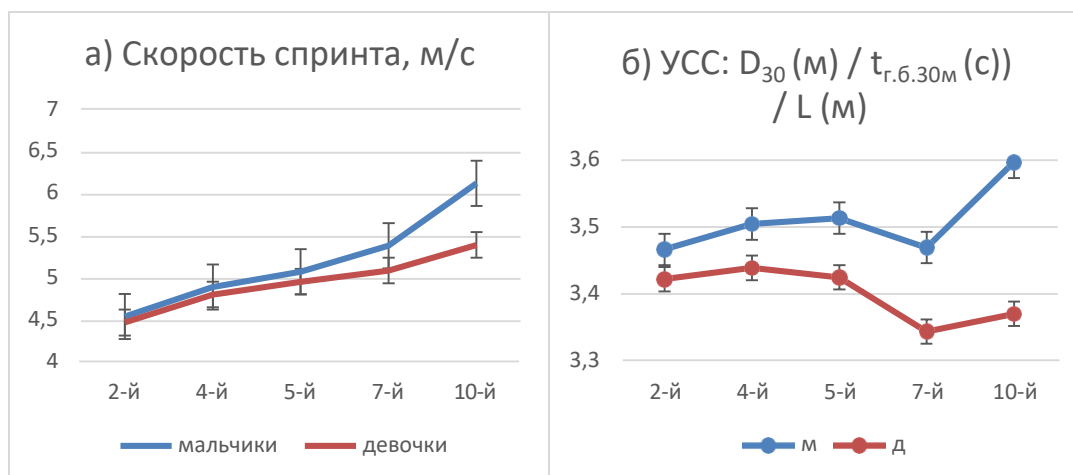


Рисунок 3 - Возрастная динамика удельной скорости спринта (ордината)

Таким образом, учет длины тела преобразует возрастную динамику показателя, что отражает существенное влияние этого фактора на итоговый результат. Важно отметить, что во всех возрастных когортах скоростно-силовые возможности мальчиков достоверно превышают аналогичные способности девочек, причем по мере взросления это различие усиливается.

Причина этих различий, по-видимому, заключена в особенностях гормонального фона у юношей и девушек в постпубертатный период: как известно, наличие мужских половых гормонов (прежде всего тестостерона) стимулирует развитие анаэробной энергетики в скелетных мышцах [7], которая и обеспечивает бурное развитие взрывной силы и других проявлений скоростно-силовых свойств [20]. У девушек тестостерона значительно меньше, и поэтому эти эффекты выражены гораздо слабее. А тот факт, что УСС девочек в 10 классе ниже, чем во 2-5, возможно, связан с возрастным увеличением индекса массы тела (ИМТ) у девочек по причине нарастания количества жира, а не с ростом скелетных мышц [15].

Коэффициент ловкости (КЛ)

Существует несколько подходов к оценке ловкости, в том числе – с помощью различных расчетных индексов. Например, показателем ловкости может служить разница времени пробегания дистанции (30м) в гладком и челночном беге (рис.4б): чем меньше эта разница – тем выше ловкость [1]. Другие авторы предлагают рассчитывать соотношение скоростей гладкого и челночного бега (рис.4в, коэффициент ловкости 1) [8; 3]. Мы применили также идею, высказанную Полянским и Романовым [8], о необходимости учитывать скоростной компонент движения. Поэтому мы рассчитали 3 показателя ловкости, в том числе коэффициент ловкости 2, представляющий собой отношение разницы времени преодоления дистанции 30м в гладком и челночном беге ко времени пробегания 30м как показателя скоростных возможностей ребенка (рис.4г). С возрастом все эти показатели меняются, причем смысл их изменений не всегда очевиден.

Время, затраченное на преодоление дистанции 3×10 м, с возрастом уменьшается (рис.4а), что отражает как рост скоростных возможностей, так и изменение длины и пропорций тела. Этот фактор был обсужден выше (рис. 3). Если измерять ловкость как разницу времени пробегания 30м в челночном и гладком беге, то этот показатель демонстрирует неравномерное, но отчетливое снижение с возрастом – то есть ловкость нарастает, причем у мальчиков (-13.6%) сильнее, чем у девочек (-6.4%), хотя возрастные кривые идут примерно параллельно – кроме заключительного отрезка 7 – 10 класс.

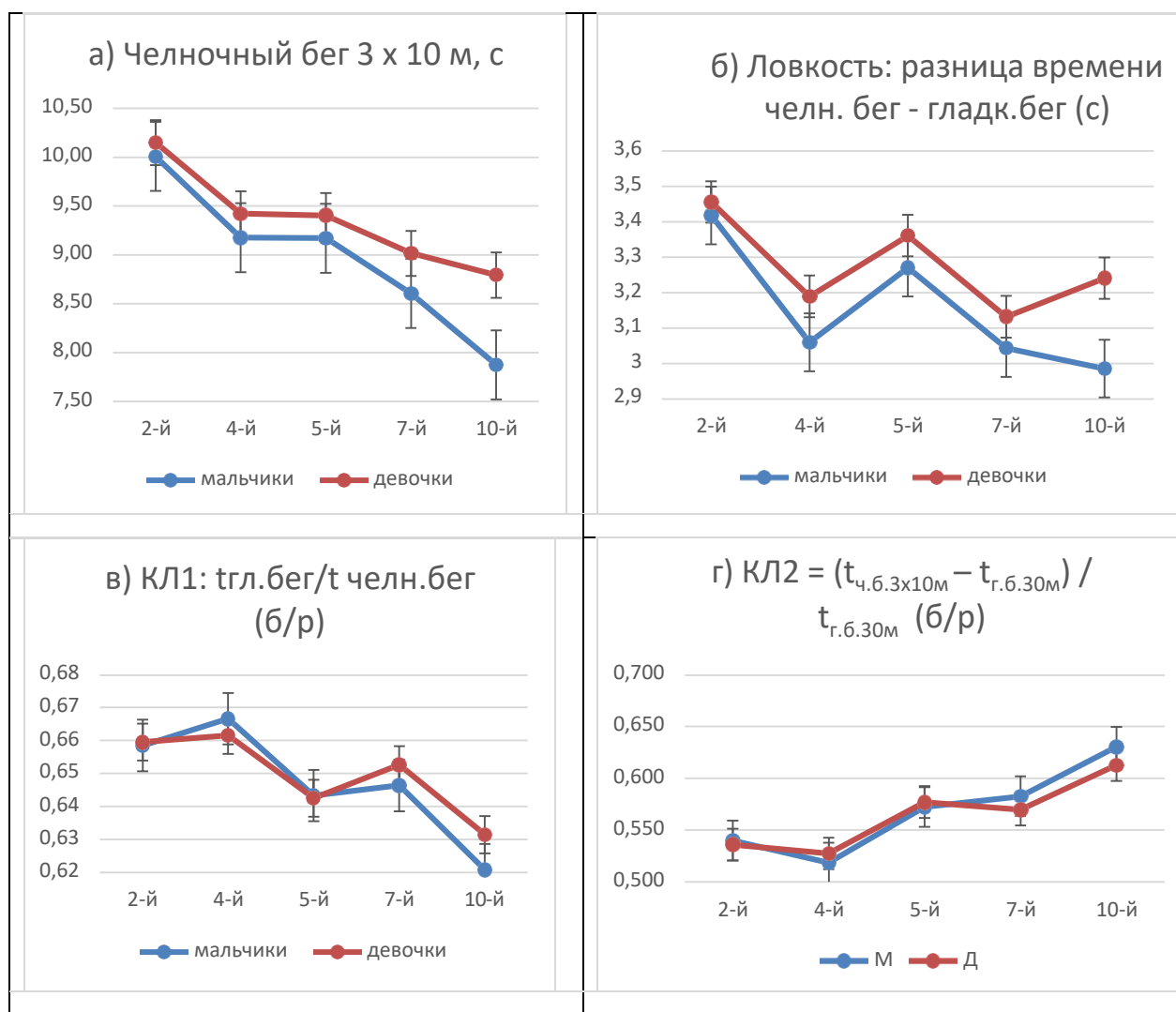


Рисунок 4 - Возрастные изменения времени челночного бега (а), ловкости (б) и коэффициентов КЛ1 (в) и КЛ2 (г). М – мальчики; Д – девочки
абсцисса – учебный класс общеобразовательной школы;

Отношение скоростей гладкого и челночного бега на дистанцию 30м как показатель ловкости (КЛ1) с возрастом снижается примерно одинаково у мальчиков и девочек (-5.5%) (рис.4в). Это снижение происходит двумя порциями: в начальной стадии пубертата (4-5 класс) и в конце пубертата (7-10 класс). Возрастная динамика этого показателя зеркальна по отношению к показателю ловкости (рис.4б), но оба показателя с возрастом уменьшаются.

Более сложно рассчитываемый показатель КЛ2 (рис.4г) демонстрирует такие же две порции нарастания, составляющего в целом свыше 12% для мальчиков и девочек. В отличие от показателя ловкости, КЛ2 не выявляет половых различий в возрастной динамике. И этот показатель с возрастом увеличивается – в отличие от двух других. По-видимому, это связано с упразднением влияния скоростных возможностей самих по себе, которые у мальчиков выше, чем у одновозрастных девочек. Так, время челночного бега у мальчиков и девочек в старших возрастных группах достоверно различается (рис. 4а), тогда как КЛ1 и КЛ2 практически одинаковы у мальчиков и девочек, и их возрастные изменения синхронны: отсутствие изменений от 2 к 4 классу, резкое изменение от 4 к 5 классу, вновь стабильный период от 5 к 7 классу, и заключительный спурт в период от 7 к 10 классу. Как известно [6], периоды быстрого нарастания функций могут быть сенситивными для развития соответствующих качеств детей и подростков.

Заключение

Для анализа развития моторики обследованных детей и подростков мы применили расчетные индексы двигательной подготовленности. Возрастная динамика и половые различия в этих показателях отражают закономерности развития моторики у современных школьников. В том числе, выявлены возрастные этапы, на которых можно ожидать сенситивности двигательных функций, что позволяет рационально планировать физические нагрузки в рамках физического воспитания школьников. Полученные результаты помогают с новой точки зрения посмотреть на половой диморфизм моторики детей и подростков в динамике ее развития.

Полученные результаты поднимают вопрос об интерпретации тестов, применяемых в физическом воспитании, для оценки базовых физических качеств детей и подростков, и о роли геометрических размеров в формировании результатов тестирования. Следует подчеркнуть, что далеко не все вопросы содержательной интерпретации данных можно сегодня считать решенными.

Благодарности

Автор выражает благодарность сотрудникам ФГБНУ ИВФ РАО, участвовавшим в сборе и статистическом анализе фактического материала для этого исследования к.м.н. Л.В.Макаровой, к.б.н. Т.М.Параничевой, к.б.н. В.В.Иванову, К.В.Орлову.

Финансирование настоящего исследования осуществлялось за счет средств, предоставленных Министерством просвещения РФ, по проекту «Подготовка предложений по рациональной организации учебного процесса в начальной, основной и старшей школах», 2019-2020г., ФГБНУ «ИВФ РАО».

Список литературы

1. Андреева А.М., Акимов Е.Б. Кластерная структура психомоторной и координационной сфер детей младшего школьного возраста // Физиология человека. 2011. Т. 37. № 4. С. 44-54.
2. Аршинник С.П., Мартынова В.А., Тхорев В.И. К вопросу об учете спортивных интересов школьников средних классов // Наука и спорт: современные тенденции. № 3 (Том 20), 2018 г. – с.83-87
3. Грачев А.С., Куликова И.В., Фиронова Р.П. Оценка уровня развития ловкости студентов с учетом гендерного признака // Научный журнал Дискурс. 2016. № 1 (1). С. 33-38.
4. Зацюрский, В.М. Физические качества спортсмена: (основы теории и методики воспитания) / 2-е изд. - М.: ФиС, 1970. - 200 с.
5. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Маслова Г.М., Демин В.И. Возрастные изменения энергетики скелетных мышц // Новые исследования по возрастной физиологии. - М.: Педагогика, 1989.- N1. –с. 32-36
6. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Возрастная периодизация развития скелетных мышц в онтогенезе человека // Альманах «Новые исследования». – М.: Вердана, 2001, выпуск1.- С.47-60
7. Мусаева З.Т., Тамбовцева Р.И. Влияние половых гормонов на развитие биоэнергетики скелетных мышц // Материалы V Всес.конф. по биохимии мышц. - Телави, 1985.- С.156-157.
8. Полянский А.В., Романов Д.А. Методика измерения ловкости как физического качества // Успехи современного естествознания. 2007. № 10. С. 71-72.
9. Смирнов А.Н. Эндокринная регуляция. Биохимические и физиологические аспекты / под ред. В.А. Ткачука – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009 – 368с.
10. Сонькин В.Д., Р.В. Тамбовцева. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. Москва, 2011.-368 с.
11. Сонькин В.Д. Биологическая индивидуальность и судьба юниора //Авторские лекции по педиатрии. Том. 10. Детская спортивная медицина. / Под ред. В.Ф. Дёмина, С.О. Ключникова, Л.А. Балыковой, А.С. Самойлова. – М., 2017. – с. 81-99.

12. Уваров, В.А. Методология научного обоснования содержания видов испытаний и нормативных требований 1 - 11 ступеней Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса "Готов к труду и обороне" // Вестн. спортив. истории. - 2016. - № 1 (3). - С. 9-31.
13. Фарбер Д.А. Корниенко И.А., Сонькин В.Д. Физиология школьника // М: Педагогика, 1990. – 49 с.
14. Фарфель В.С. Физиологические основы классификации физических упражнений. В кн.: Руководство по физиологии. Физиология мышечной деятельности, труда и спорта. - Л. Наука, 1969. С. 425-439.
15. Харитонов В.М., Ожигова А.П., Година Е.З. Антропология. Учебник для вузов: Владос, 2004. 272 с.
16. Шварц, С.С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных / С.С. Шварц, В.С. Смирнов, Л.Н. Добринский // Тр. Ин.-та экологии растений и животных АН СССР, вып. 58. – Свердловск, 1968. – 387 с.
17. Шмидт-Нильссен К. Размеры животных: почему они так важны? - М.: Мир, 1987.- 259 с.
18. Astrand P.-O., Rodahl K. Textbook of work physiology. Physiological basis of exercise. - N.Y.: McGraw-Hill, 1977.- 691 p.
19. Hermanussen M. (ed.) AUXOLOGY. Studying Human Growth and Development / Stuttgart, Germany: E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung - 2013. XII, 324 pp. ISBN 978-3-510-65278-5
20. Van Praagh E., Dore E. Short-term muscle power during growth and maturation // Sports Medicine (Auckland, N.Z.). 2002. V. 32 (11). P. 701.

Особенности питания спортсменов юношеского спорта в зависимости от полиморфизма генов

Сорокина Е.Ю., канд. мед. наук, sorokina@ion.ru
Денисова Н.Н., канд. мед. наук, denisova-55@yandex.ru
Кешабянц Э.Э., канд. мед. наук, evk1410@mail.ru

ФГБУН Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, ФАНО России, г. Москва, Россия

Аннотация. Изучение фактического питания спортсменов юношеского спорта выявило отклонения от принципов здорового питания, которые предположительно могут быть связаны с носительством генетических полиморфизмов, ассоциированных с нарушением пищевого поведения, риском развития алиментарно-зависимых заболеваний. С этой целью было проведено генотестирование полиморфизмов: rs9939609 гена FTO, rs4994 гена ADRB3, rs1042713 гена ADRB2, rs1801133 гена MTHFR и rs2228570 гена VDR. Выявлено, что генетические полиморфизмы rs4994 (ген ADRB3), rs1042713 (ген ADRB2) и rs2228570 (ген VDR) влияют на калорийность фактически потребляемого спортсменами рациона.

Ключевые слова: полиморфизм генов, фактическое питание, нарушение пищевого поведения, алиментарно-зависимые заболевания.

Введение

Важнейшим фактором, обеспечивающим адаптацию организма спортсмена к нагрузке, является питание. Произошедшие в последнее время изменения условий проведения соревнований и рост спортивной конкуренции требует сбалансированных рационов питания с целью повышения общей и специальной работоспособности, эффективности адаптации к интенсивным физическим и психологическим нагрузкам, оптимизации процессов постнагрузочного восстановления, динамической коррекции функционального состояния, предупреждения и терапии патологических состояний, связанных с занятиями спортом. В тоже время нарушения структуры питания и пищевого статуса спортсменов повышают риск развития алиментарно-зависимых заболеваний на средовом уровне. Нарушения баланса потребления спортсменами основных пищевых веществ предположительно могут быть связаны с носительством генетических полиморфизмов, ассоциированных с нарушением пищевого поведения, риском развития алиментарно-зависимых заболеваний.

Методы и организация исследования

В ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» проведено обследование спортсменов, представляющих юношескую сборную команду боксеров Российской Федерации во время сборов на тренировочной базе. Обследовано 35 спортсмена (юноши) во время тренировочного периода. Взятие биологических образцов (буккальный эпителий) производили после подписания участниками исследования информированного согласия и одобрения протокола исследования этическим комитетом ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

Дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) выделяли с использованием набора реагентов "РеалБест ДНК-экстракция 3" (ЗАО "Вектор-Бест", РФ) на автоматической станции ерMotion 5075 ("Eppendorf", Германия). Генотипирование проводили с применением аллель-специфичной амплификации с детекцией результатов в режиме реального времени и использованием TaqMan-зондов, комплементарных полиморфным участкам ДНК, с использованием реагентов ("Синтол", Россия) на приборе "CFX96 Real Time System" ("Bio-Rad", США).

Фактическое потребление пищи изучали методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания [1]. Оценку количества потребляемой пищи проводили с помощью альбома порций продуктов и блюд, содержащего фотографии различной величины порций наиболее часто употребляемой пищи [2].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета программ SPSS 20.

Результаты и обсуждение

В ходе обследования спортсменов была проведена оценка фактического питания 35 боксеров юношеской сборной с различной весовой категорией (табл. 1).

Известно, что в спортивных единоборствах энергетическая ценность рациона связана с понятием «весовая категория». Изменение массы тела приводит к переходу спортсмена в другую весовую категорию. Чтобы остаться в пределах своей весовой категории, спортсмену необходимо регулировать массу тела с разницей плюс-минус несколько килограммов. Результаты исследования фактического питания свидетельствуют, что средняя калорийность рациона спортсменов зависела от весовой категории: $2691,7 \pm 86,4$ ккал для весовой категории 46-60 кг; $3371,3 \pm 128,4$ ккал для весовой категории 61-75 кг, $2691,7 \pm 86,4$ ккал для весовой категории 46-60 кг; $3371,3 \pm 128,4$ ккал для весовой категории 61-75 кг, $3889,5 \pm 116,4$ ккал для весовой категории 76-90 кг и $6480,5 \pm 450,6$ ккал для весовой категории 91 кг и более (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав и энергетическая ценность рациона спортсменов-единоборцев юношеской сборной в зависимости от весовой категории ($M \pm m$)

Показатели	$M \pm m$	Масса тела спортсменов			
		46-60 кг	61-75 кг	76-90 кг	91 кг и более
Энергетическая ценность рациона, ккал	M	2691,7	3371,2	3889,5	6480,5
	m	86,4	128,4	116,4	450,6
Белок, г/кг массы тела	M	2,24	2,35	2,15	2,88
	m	0,11	0,08	0,07	0,19
% белка по энергии	M	17,4	18,9	18,4	17,2
	m	0,46	0,49	0,55	0,27
% жира по энергии	M	45,3	44,0	47,0	48,3
	m	1,49	1,26	1,41	1,04
% НЖК по энергии	M	13,2	13,8	13,9	13,8
	m	0,37	0,46	0,55	0,35
% углеводов по энергии	M	36,9	37,1	34,3	33,6
	m	1,83	1,53	1,83	1,10
% добавленного сахара по энергии	M	12,3	10,9	8,56	10,9
	m	0,80	0,83	0,73	0,61
Пищевые волокна, сумма, г	M	16,0	23,1	27,5	40,9
	m	0,87	1,54	1,40	2,93

При анализе индивидуального потребления белка, жира и углеводов по калорийности в рационе спортсменов выявлено, что избыточное потребление жира (рекомендуемый уровень – не более 30% по калорийности) было выявлено у 97% спортсменов, причем 85% потребляли более 35% жира по калорийности рациона.

Содержание насыщенных жирных кислот (НЖК) выше 10% по калорийности рациона отмечается у 85% спортсменов, у 40% их содержание было выше 15% по калорийности рациона.

У 88% отмечается недостаточное содержание в рационе углеводов – менее 50% по калорийности. При этом доля добавленного сахара выше рекомендуемых величин отмечена у 57% спортсменов, у 20% этот показатель превышает рекомендуемую величину в 1,5 раза.

Содержание пищевых волокон в рационе питания спортсменов ниже рекомендуемого уровня в 37% случаев.

Таким образом, оценка фактического питания спортсменов юношеской сборной по боксу, выявила его несбалансированность: избыточное содержание в рационе жира преимущественно за счет животного жира, добавленного сахара. При этом в питании единоборцев отмечался недостаток углеводов и пищевых волокон.

Выявленные в ходе анализа фактического питания нарушения в потреблении спортсменами (в % по калорийности рациона) жира, углеводов, добавленного сахара, насыщенных жирных кислот предположительно могут быть связаны с носительством генетических полиморфизмов, ассоциированных с нарушением пищевого поведения, риском развития алиментарно-зависимых заболеваний.

С целью изучения этого вопроса нами выбраны для проведения генотестирования полиморфизмы: rs9939609 гена FTO, rs4994 гена ADRB3, rs1042713 гена ADRB2, rs1801133 гена MTHFR и rs2228570 гена VDR [3].

Полиморфизм rs9939609 гена FTO. Ассоциация полиморфизма rs9939609 гена связи с жировой массой и ожирением (официальный символ – FTO, местоположение: 16q12.2) с нарушением пищевого поведения и риском формирования избыточной массы тела показана в целом ряде работ, в том числе и в Российских популяциях [4,5].

Результаты исследований у детей европейского происхождения в возрасте 4-5 лет с носительством аллеля А полиморфизма rs9939609 показали потерю контроля за потреблением пищи и предпочтение высококалорийной пищи по сравнению с носителями генотипа ТТ, что впоследствии было подтверждено при обследовании американских и российских детей из разных этнических групп [6,7]. В наших исследованиях, частота встречаемости аллеля риска ожирения (А) этого полиморфизма составила 48,6 % (табл.2) Эти данные согласуются с величинами показателя у жителей центральных регионов России [5].

Анализ результатов антропометрических показателей показал, что носители аллеля А полиморфизма rs9939609 (генотипы АТ+АА) обладают более высоким ростом, массой тела и ИМТ по сравнению с носителями генотипа ТТ, табл.3.

Полиморфизм rs4994 гена ADRB3. В целом ряде исследований было показано, что однонуклеотидная мутация в 64-м кодоне (замена тимина на цитозин) гена ADRB3, приводящая к замене триптофана на аргинин в белке β3-адренорецептора (вариант Trp64Arg), ассоциирована с избыточной массой тела и ожирением [5,8]. В группе боксеров частота встречаемости аллеля риска ожирения (С) составила 5,9%, что ниже, чем в Европейских популяциях, в том числе и в русской популяции, а также у спортсменов из России, представляющих циклические виды спорта [3,5]. В результате проведенных исследований обнаружено, что носители генотипа СТ (СС генотип в данном исследовании не выявлен) имеют более высокий рост, массу и ИМТ по сравнению с носителями генотипа ТТ (табл.2).

Таблица 2. Частота генотипов и аллелей генетических полиморфизмов спортсменов, представляющих юношеский спорт: бокс

Полиморфизм rs1042713 гена β -2 адренорецептора. Ген β -2 адренорецептора (международный код - ADRB2, местоположение 5q31-q32) кодирует бета 2 адренорецептор,

Полиморфизм (ген)	Частота генотипов, %		Частота аллелей, %	
	TT	AT+AA	T	A
rs9939609 (FTO)	20,6	79,4	51,4	48,6
	TT	CT+CC	T	C
rs4994 (ADRB3)	88,2	11,8	94,1	5,9
	AA	AG+GG	A	G
rs1042713 (ADRB2)	5,9	94,1	19,1	80,9
	CC	CT+TT	C	T
rs1801133 (MTHFR)	50,0	50,0	63,3	36,7
	AA	AG+GG	A	G
rs10735810 (VDR)	55,9	44,1	72,1	27,9

активация которого вызывает увеличение интенсивности гликогенолиза в мышцах. Наиболее изученным полиморфизмом является rs1042713 (A/G), который характеризуется заменой аденина на гуанин, что в свою очередь приводит к замене аминокислоты аргинина на глицин в белке. В ряде работ показано, что аллель G этого полиморфизма связан с проявлением выносливости у спортсменов [9,10]. Выявлена ассоциация полиморфизма rs1042713 (A/G) с риском развития алиментарно-зависимых заболеваний [11,12].

В обследуемой группе спортсменов частота встречаемости аллеля G -80,9 %, это выше показателей в русской популяции в центральных регионах России в целом и в европейских популяциях, где она составляет 38-45% (табл.1) [13, 14].

Полиморфизм rs1801133 гена MTHFR. Результаты популяционных исследований показали, что замена цитозина на тимидин в позиции 677, гена метилентетрагидрофосфатредуктазы, которая в свою очередь приводит к замене аминокислоты аланина на валин (позиция 223) ассоциирован с дефицитом фолиевой кислоты. У лиц, гомозиготных по данной мутации (генотип TT), отмечается снижение активности метилентетрагидрофолатредуктазы до 70% от среднего значения, что в свою очередь приводит к снижению уровня фолиевой кислоты и увеличению содержания гомоцистеина, что определяет риск развития алиментарно-зависимых заболеваний [15,16]. Частота встречаемости аллеля T в наших исследованиях 36,7%, что соответствует этому показателю в европейских популяциях, в том числе и в центральных регионах Российской Федерации [13,15].

Полиморфизм rs2228570 гена рецептора витамина Д (VDR). Полиморфизм rs2228570 расположен в экзоне 2 стартового кодона гена VDR, и представляет собой замену цитозина на тимин (C/T). Изучение связи этого полиморфизма с обеспеченностью витамином D привело к неоднозначным результатам. Так, выявлена его связь с уровнем 25(OH)D в крови в европейских популяциях [17]. В то же время в группе канадских жителей не выявлено связи полиморфизма rs2228570 гена VDR с уровнем 25(OH)D в крови [20]. В ряде работ показана связь полиморфизма со снижением минеральной плотности костной ткани, что увеличивает риск получения травм в спорте [18]. В обследуемой группе частота встречаемости аллеля G -27,9%, это ниже, чем в европейских популяциях и центральных регионах России, где величина этого показателя -43,0-50,0% [19].

Антропометрические исследования.

Анализ результатов антропометрических показателей показал, что носители аллеля А полиморфизма rs9939609 (генотипы АТ+АА) гена FTO, генотипа СТ полиморфизма rs4994 гена ADRB3 и аллеля Т (генотипы СТ+ТТ) полиморфизма rs1801133 гена MTHFR обладают более высоким ростом, массой тела и ИМТ по сравнению с носителями генотипов ТТ, ТТ и СС этих полиморфизмов соответственно (табл.3). В тоже время нами не было выявлено влияния генетических полиморфизмов rs1042713 (ADRB2) и rs2228570 (VDR) на изученные антропометрические показатели спортсменов.

Таблица 3. Антропометрические показатели спортсменов юношеского спорта: бокс

Полиморфизм rs9939609 (FTO)		
	ТТ	АТ+АА
Рост, см	171,0±2,4	178,0±1,9*
Масса, кг	64,1±4,2	76,5±2,8*
ИМТ, кг/м ²	21,6±0,8	23,6±0,5*
Полиморфизм rs4994 (ADRB3)		
	ТТ	СТ+СС
Рост, см	175,9±1,8	184,0±1,7*
Масса, кг	72,1±2,6	88,2±1,9**
ИМТ, кг/м ²	22,9±0,52	25,9±0,47 **
Полиморфизм rs1042713 (ADRB2)		
	АА	АГ+ГГ
Рост, см	181,0±4,0	176,6±1,7
Масса, кг	87,3±17,8	73,1±2,5
ИМТ кг/м ²	26,3±4,3	23,0±0,47
Полиморфизм rs1801133 (MTHFR)		
	СС	СТ+ТТ
Рост, см	172,4±2,2	181,4±2,0**
Масса, кг	66,8±3,3	81,1±2,9**
ИМТ кг/м ²	22,2±0,65	24,3±0,68*
Полиморфизм rs2228570 (VDR)		
	АА	АГ+ГГ
Рост, см	178,8±2,2	174,4±2,5
Масса, кг	74,6±3,2	73,2±4,1
ИМТ, кг/м ²	22,9±0,59	23,7±0,85

Примечание: *-достоверность различий ($p < 0,05$) согласно критерию Стьюдента, ** - достоверность различий ($p < 0,01$) согласно критерию Стьюдента.

Потребление пищевых веществ и энергетическая ценность рационов спортсменов. В последние годы однозначно было показано, что генетический фактор оказывает существенное влияние на пищевое поведение человека, определяет его вкусовые и пищевые предпочтения, контролирует аппетит [5,6,11,15]. В обследуемой нами группе спортсменов обнаружена связь потребления пищевых веществ и энергии с носительством определенных аллелей и генотипов. Так, носители генотипа СТ полиморфизма rs4994 (ген ADRB3), который в целом ряде популяций ассоциирован с риском формирования избыточной массы тела и ожирения, потребляли на 30,2 % меньше калорий на кг массы тела, чем носители генотипа ТТ. Калорийность рациона спортсменов носителей генотипа СТ была на 16,1 % ниже, чем у носителей генотипа ТТ (табл.4). В таблице 4 отдельно выведены показатели носителей аллелей, ассоциированных с нарушением пищевого поведения, в гомозиготном состоянии, так как только у этой группы обследуемых спортсменов идентифицирована статистически значимая разница показателей энергетической ценности фактически потребляемого рациона.

Калорийность рациона носителей генотипа GG полиморфизма rs1042713 гена ADRB2 на 24,8% выше калорийности рациона носителей генотипа AA, а количество потребляемых калорий на кг массы тела на 29,0% выше у носителей генотипа GG, табл. 3.

Носительство аллеля G в гомозиготном состоянии полиморфизма rs2228570 гена VDR связано с снижением калорийности рациона на 27,1 % и потребления калорий на кг массы спортсмена на 32,5 %.

Таблица 4. Энергетическая ценность рационов боксеров, представляющих юношеский спорт, в зависимости от полиморфизма генов.

Полиморфизм rs9939609 (FTO)			
генотипы	ТТ	АТ+АА	АА
Калорийность	3425,4±340,0	4131,0 ±400,6	3829,0±469,0
Кал. на кг массы	54,6±4,1	53,9±4,0	57,7±8,5
Полиморфизм rs4994 (ADRB3)			
генотипы	ТТ	СТ	СС
Калорийность	4063,2±366,8	3410,2±376,7	Не выявлен
Кал. на кг массы	56,0±3,6	39,1±5,0**	
Полиморфизм rs1042713 (ADRB2)			
	АА	AG + GG	GG
Калорийность	3322,5±134,5	4027,8±346,8	4414,4±447,4*
Кал. на кг массы	40,0±9,6	54,9±3,5	56,3±4,6
Полиморфизм rs1801133 (MTHFR)			
	СС	СТ+ТТ	ТТ
Калорийность	3732,3±479,1	4240,4±452,3	5058,0±863,4
Кал. на кг массы	55,4±4,8	52,6±4,8	57,5±9,2

Полиморфизм rs10735810 (VDR)			
	AA	AG+GG	GG
Калорийность	4198,8±445,4	3717,2±490,4	3061,7±172,2
Кал. на кг массы	57,0±4,8	50,3±4,6	38,5±3,8**

*-достоверность различий ($p < 0,05$) согласно критерию Стьюдента, **-достоверность различий ($p < 0,01$) согласно критерию Стьюдента

Анализ фактического потребления спортсменами белка, жира, углеводов, насыщенных жирных кислот, добавленного сахара в зависимости от носительства генетических полиморфизмов: rs9939609 (ген FTO), rs4994 (ген ADRB3), rs1042713 (ген ADRB2), rs1801133 (ген MTHFR), rs2228570(VDR) не выявил статистически достоверных ассоциаций, (табл. 5).

Таблица 5. Потребление некоторых пищевых веществ боксерами, представляющими юношеский спорт (в % по калорийности рациона)

Показатель	Генотипы, %		
	Полиморфизм rs9939609 (FTO)		
	ТТ	АТ+АА	АА
Белок, %	18,3±1,0	18,1±0,67	19,2±1,7
Жир, %	43,4±3,2	46,3±1,8	43,4±3,9
Углеводы, %	38,4±4,3	35,2±2,1	37,1±4,6
Насыщенные жирные кислоты, %	13,8±1,5	13,7±0,6	12,8±1,0
Сахар добавленный %	10,7±2,0	10,6±1,0	12,5±1,9
Полиморфизм rs4994 (ADRB3)			
	ТТ	СТ	СС
Белок, %	18,1±0,54	18,3±3,0	Не выявлены
Жир, %	46,1±1,5	41,9±7,5	
Углеводы, %	35,4±1,7	39,3±10,0	
Насыщенные жирные кислоты, %	13,8±0,5	13,0±2,9	
Сахар добавл. %	11,0±0,96	8,1±2,7	
Полиморфизм rs1042713 (ADRB2)			
	АА	АГ + GG	GG
Белок, %	18,0±1,9	18,1±3,41	18,7±0,74
Жир, %	44,0±12,5	45,7±1,5	45,9±1,8

Углеводы, %	37,8±14,1	35,7±1,9	35,0±2,3
Насыщенные жирные кислоты, %	11,7±2,7	13,8±0,6	13,9±0,7
Сахар добавл.%	11,6 ±1,4	10,6±0,9	10,2±1,0
Полиморфизм rs1801133 (MTHFR)			
	CC	CT+TT	TT
Белок, %	18,7±0,83	17,6±0,7	18,6±1,1
Жир, %	45,3±2,3	45,9±2,1	49,2±2,6
Углеводы, %	35,7±2,8	39,8±3,9	31,7±2,1
Насыщенные жирные кислоты, %	13,6±0,74	13,9±0,83	14,1±0,99
Сахар добавленный, %	10,7±1,3	10,2±1,2	9,8±2,1
Полиморфизм rs2228570(VDR)			
	AA	AG+GG	GG
Белок, %	18,4±0,79	17,9±0,85	19,2±0,92
Жир, %	44,2±1,9	47,4±2,5	49,5±4,4
Углеводы, %	37,0±2,41	34,3±3,1	31,0±3,9
Насыщенные жирные кислоты, %	13,1±0,67	14,5±0,90	14,4±2,0
Сахар добавленный,%	11,3±1,2	9,9±1,3	12,0±2,3

Выводы

1. Оценка фактического питания спортсменов юношеской сборной по боксу выявила его несбалансированность: избыточное содержание в рационе жира преимущественно за счет насыщенных жирных кислот, добавленного сахара и недостаточное потребление углеводов и пищевых волокон, что может являться фактором риска развития неинфекционных заболеваний (НИЗ) - сердечно-сосудистых, ожирения, остеопороза и др.

2. Анализ результатов генотестирования спортсменов показал, что носительство генетических полиморфизмов rs4994 (ген ADRB3), rs1042713 (ген ADRB2) и rs2228570 (ген VDR) влияет на калорийность фактически потребляемого спортсменами рациона и количество потребляемых калорий на кг массы тела.

3. Анализ фактического потребления спортсменами белка, жира, углеводов, насыщенных жирных кислот, добавленного сахара (в % по калорийности рациона) в зависимости от носительства генетических полиморфизмов: rs9939609 (ген FTO), rs4994 (ген ADRB3), rs1042713 (ген ADRB2), rs1801133 (ген MTHFR), rs2228570 (ген VDR) не выявил статистически достоверных связей.

Список литературы

1. Методические рекомендации по оценке количества потребляемой пищи методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания. Утв. Зам. Главного государственного санитарного врача Российской Федерации, № С1-19/14-17 от 26 февраля 1996 г.
2. Альбом порций продуктов и блюд. Авторы: Мартинчик А.Н., Батурич А.К., Баева В.С. и др. Институт питания РАМН. - Москва, 1995. - 64 с.
3. Сорокина Е.Ю., Кешабянц Э.Э., Денисова Н.Н. Изучение ассоциации полиморфизма генов со спортивной успешностью и риском развития алиментарно-зависимых заболеваний у спортсменов, представляющих циклические виды спорта // Спортивная медицина: наука и практика. 2019. Т.9, №3. С. 41-48. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.3.41.
4. Zdrojowy-Welna A, Bednarek-Tupikowska G, Zatońska K, Kolačkov K, Jokiel-Rokita A, Bolanowski M. The association between FTO gene polymorphism rs9939609 and obesity is sex-specific in the population of PURE study in Poland. *Adv Clin Exp Med*, 2020 Jan. PMID 31967745
5. Батурич А.К., Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Пескова Е.В., Макурина О.Н., Тутельян В.А. Региональные особенности полиморфизма генов, ассоциированных с ожирением (rs9939609 гена FTO и Trp64arg гена ADRB3) у населения России // Вопросы питания. 2014. № 2, С.35-41.
6. Yang Q, Xiao T, Guo J, Su Z. Complex Relationship between Obesity and the Fat Mass and Obesity Locus. *Int. J. Biol. Sci.* -2017-Vol. 13. N.5. P. 615-629. doi: 10.7150/ijbs.17051.
7. Шилина Н.М., Сорокина Е.Ю., Гмошинская М.В., Сафронова А.И., Конь И.Я. Ассоциация полиморфизма rs9939609 гена FTO и rs4994 гена ADRB3 с избыточной массой тела и ожирением у детей в возрасте 3-11 лет, проживающих в Г. Москве. *Вопросы детской диетологии-2019, Т17, №3, С.10-18.* DOI: 10.20953/1727-5784-2019-3-10-17.
8. Xie C, Hua W, Zhao Y, Rui J, Feng J, Chen Y, Liu Y, Liu J, Yang X, Xu X. Adipocyte. The ADRB3 rs4994 polymorphism increases risk of childhood and adolescent overweight/obesity for East Asia's population: an evidence-based meta-analysis. 2020 Dec;9(1):77-86. doi: 10.1080/21623945.2020.1722549.
9. Wolfarth B, Rankinen T, Mühlbauer S, Scherr J, Boulay MR, Pérusse L, Rauramaa R, Bouchard C. Association between a beta 2-adrenergic receptor polymorphism and elite endurance performance // *Metabolism.* – 2007. – V.56(12). – P.1649-51
10. Иманбекова М.К., Е.В. Жолдыбаева Е.В., Есентаев Т.К., Момыналиев К.Т. Спорт и генетика. *Eurasian Journal of Applied Biotechnology.* -2013-N 2. P. 2-12
11. Masuo K, Lambert G. W., “Relationships of adrenoceptor polymorphisms with obesity,” *Journal of Obesity*, vol. 2011, Article ID 609485, 10 pages, 2011.
12. Daghestani M H, Warsy A, Daghestani M H et al., “Arginine 16 glycine polymorphism in β 2-adrenergic receptor gene is associated with obesity, hyperlipidemia, hyperleptinemia, and insulin resistance in saudis,” *International Journal of Endocrinology*, vol. 2012, Article ID 945608, 8 pages, 2012.
13. База данных Национального центра биотехнологической информации США https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1042713#frequency_tab
14. Тимашева Я.Р., Насибуллин Т.Р., Имаева Э.Б., Мирсаева Г.Х., Мустафина О.Е. /Полиморфизм генов бета-адренорецепторов и риск эссенциальной гипертензии. Артериальная гипертензия.// 2015; Т.21. № 3., С.259–266. doi: 10.18705/1607-419X-2015-21-3-259-266.
15. Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Аристархова Т.В., Батурич А.К., Тутельян В.А. Оценка обеспеченности фолиевой кислотой населения Москвы в зависимости от сочетанного влияния полиморфизма генов MTHFR и FTO. *Вопросы питания*, 2018, Т.87, № 2, С.17-23. DOI:10.24411/0042-8833-2018-10014

16. Meng Y, Xiaoling Liu, Kai Ma, Lili Zhang, Mao Lu, Minsu Zhao, Min-Xin Guan, Guijun Qin. Association of MTHFR C677T polymorphism and type 2 diabetes mellitus (T2DM) susceptibility. *Mol Genet Genomic Med*. 2019 Dec;7(12):e1020. doi: 10.1002/mgg3.1020.
17. Gilbert R., Bonilla C., Metcalfe C., Lewis S. et al. Associations of vitamin D pathway genes with circulating 25-hydroxyvitamin-D, 1,25-dihydroxyvitamin-D, and prostate cancer: a nested case-control study // *Cancer Causes Control*. 2015. Vol. 26. P. 205-218.
18. Jiang L., Chao Zhang C, ZhangYu, Ma F., Yi GuanYi. Associations between polymorphisms in *VDR* gene and the risk of osteoporosis: a meta-analysis. *Arch. Physiol. Biochem*. 2020 Aug 6;1-8. doi: 10.1080/13813455.2020.1787457
19. Osman E, Fatme A, Anouti Gehad E, Ghazali C, Afrozul Haq D, Rajaa Mirgani E, Habiba Al Safara F. Frequency of rs731236 (TaqI), rs2228570 (FokI) of Vitamin-D Receptor (VDR) gene in Emirati healthy population / *Meta Gene* 6 (2015) 49–52.
20. Larcombe L, Mookherjee N, Slater J, Slivinski C et al. Vitamin D, serum 25(OH)D, LL-37 and polymorphisms in a Canadian First Nation population with endemic tuberculosis // *Int. J. Circumpolar Health*. 2015. Vol.74. Article ID 28952.

Особенности интеграции в психофизиологических функциональных системах хоккеистов 15-16 лет при разных типах регуляции ритма сердца

Сурина-Марышева Е.Ф., канд. биол. наук, доцент, surina-marysheva2015@yandex.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», научно-исследовательский центр спортивной науки Института спорта, туризма и сервиса, г. Челябинск

Аннотация. В работе представлены исследования наличия и особенностей межсистемной интеграции между параметрами психомоторных способностей, функционального состояния центральной нервной системы хоккеистов в зависимости от типа регуляции ритма сердца. Выявлено, что в динамике подготовке у хоккеистов 15-16 лет с преобладанием центральных механизмов регуляции ритма сердца исходно низкая степень интеграции в июле к февралю усиливается. Противоположная динамика наблюдается у игроков с преобладанием автономных механизмов.

Ключевые слова: тип регуляции ритма сердца, хоккей, пубертатный период, психомоторные способности, сенсомоторные реакции, психофизиологические функциональные системы

Введение

Вариабельность ритма сердца (ВРС) является общепризнанным методом оценки состояния механизмов регуляции деятельности висцеральных систем организма человека. [1; 2; 3]. В последние десятилетия в оценке показателей ВРС большое распространение получил типологический подход научной школы Р.М. Баевского [1] и Н.И. Шлык [4; 5]. Согласно методике Н.И. Шлык [1], выделяют четыре типа регуляции ритма сердца – два типа с централизацией: умеренно выраженной (I тип) и значительно выраженной (II тип) и два типа с автономизацией: умеренно выраженной (III тип) и значительно выраженной (IV тип).

Наиболее благоприятным типом регуляции ритма сердца в спорте является типы с преобладанием влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. При этом с осторожностью необходимо относиться к оценке функционального состояния спортсменов с IV типом, т.к. существует риск развития морфо-функциональных нарушений в работе сердца [6]. Симпатотония в регуляции ритма сердца также рассматривается как неблагоприятный фактор адаптации, но который имеет место быть в соревновательном периоде подготовки [6].

В соответствии с принципами теории динамических систем [7] нейро-гормональная перестройка пубертатного периода развития должна отражаться на согласованности и эффективности работы всей иерархической структуры функциональных систем организма, отвечающих за адаптацию организма к физическим (мышечным) нагрузкам. Морфофункциональная перестройка отражается на параметрах физического развития юных хоккеистов [8], в спортивном отборе повышается значение морфологических [9; 10], функциональных и других показателей [11]. Гиперфункция гипоталамических структур и гипофиза, увеличение продукции стресс-гормонов и андрогенов на фоне усиления секреторной активности щитовидной железы приводит к напряжению регуляции в функциональных системах организма [12]. Подготовка спортсмена часто проходит на фоне недостаточно полного восстановления организма [13], что увеличивает психофизиологическую «цену» адаптации.

Предыдущие исследования

Ранее нами выделены психофизиологические особенности динамики в макроцикле подготовки (июль – декабрь – февраль) показателей психомоторных способностей, функционального состояния ЦНС и эмоционального состояния у хоккеистов с преобладанием центральных (I – II тип) и автономных (III – IV типа) механизмов регуляции ритма сердца [14]. В начале подготовительного периода подготовки у хоккеистов I – II типа относительно игроков III – IV типа снижены показатели функционального состояния корковых центров ЦНС в условиях помех. В соревновательном периоде данные различия нивелируются. Независимо от типа регуляции ритма сердца к концу соревновательного периода подготовки существуют тренды изменения в скорости и точности сенсомоторной интеграции в соответствии с рангом их значимости для соревновательного результата. Происходит уменьшение времени реакций в условиях помех, улучшение точности в реакциях выбора и ухудшение точности реакций на движущийся объект. Для хоккеистов III – IV типа отмечены закономерности ухудшения скорости ПЗМР и реакций выбора. При этом качество сенсомоторной интеграции в реакциях выбора не изменяется за счет улучшения параметров точности. На протяжении всего периода подготовки функциональное состояние корковых отделов ЦНС у хоккеистов III-IV типа остается стабильным. Для игроков I – II типа в условиях помех оно изменяется в сторону ухудшения. Независимо от типа регуляции к концу соревновательного периода улучшается концентрация возбуждения, что благоприятно отражается на скорости реакций в условиях помех. Тренды показателей эмоционального состояния разнонаправлены. Увеличение эмоционального напряжения у хоккеистов I – II типа имеет адаптационно-мобилизационное значение для соревновательного периода подготовки. Поддержание высокого уровня возбудимости в ЦНС, по-видимому, способствует более быстрой активизации функциональных центров нервно-мышечной системы и когнитивных процессов в ответ на воздействия физических нагрузок. Однако, исследовательский интерес вызывает не только динамика психофизиологических показателей хоккеистов пубертатного периода развития с преобладанием симпато- или парасимпатотонии в состоянии покоя. Необходимо исследовать особенности интеграции в психофизиологических функциональных системах в зависимости от типа регуляции ритма сердца.

Методика и организация исследования

Продольное проспективное исследование выполнено на базе специализированной школы олимпийского резерва по хоккею с шайбой (СШОР «Трактор»). В работе участвовали хоккеисты в возрасте 15-16 лет (амплуа: нападающие, защитники). Исследование было организовано в три этапа: июль – начало подготовительного периода подготовки (n=36) и февраль – конец соревновательного периода, в который была организована подготовка к Финалу Первенства России (n=34). В работе были соблюдены принципы Хельсинской декларации.

Тип регуляции ритма сердца. Запись электрокардиограммы (ЭКГ) осуществлялась в положении лежа (5 минут) с соблюдением международных стандартов [15]. В работе использовали программно-аппаратный комплекс «ВНС-МИКРО» («Нейрософт», Россия). Типы регуляции ритма сердца определялись по методике экспресс-анализа ВРС Н.И. Шлык [5; 6]: I тип (умеренное преобладание центральных механизмов регуляции); II тип (выраженное преобладание центральных механизмов регуляции); III тип (умеренное преобладание автономных механизмов); IV тип (выраженное преобладание автономных механизмов).

Психофизиологические методы. Исследование психофизиологических характеристик элитных хоккеистов проводилось с использованием программно-аппаратного комплекса «НС-Психотест» (Россия, Нейрософт). Функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) определялось по критериям Т.Д. Лоскутовой [16], сенсомоторная интеграция – по показателям скорости и точности различных видов зрительно-моторных реакций: простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), реакции выбора (РВ), реакции на движущийся объект

(РДО) и реакции в условиях помех. На основании времени реакций в условиях помех и ПЗМР рассчитывался показатель концентрации возбуждения (КВ) [16]. Уровень сенсомоторной координации движений рассчитывался по соотношению параметров треморометрии [16]. Психическое состояние хоккеистов оценивалось по восьмицветовому тесту Люшера [16]. На основании результатов выбора цветов были рассчитаны показатели: «Суммарное отклонение от аутогенной нормы» и «Тревога».

Корреляционный анализ результатов исследования осуществлялся в программе Statistica 10.0 с использованием критерия Спирмена.

Результаты

Функциональная организация работы организма построена на принципе соблюдения иерархии в работе систем, что предполагает оценку эффективности организма в целом по параметрам не только внутрисистемной интеграции, но, и даже более важной – межсистемной. Все схемы межсистемной интеграции представлены на рисунках 1-7, в которых не отражены связи слабой силы ($r = 0,7$ и менее). В июле корреляционная схема межсистемной интеграции у хоккеистов I – II типа содержит всего три связи, которые сформированы между показателями ВРС и сенсомоторных реакций (Рисунок 1). Корреляционные схемы межсистемной интеграции у хоккеистов III – IV типа в июле более разнообразны (Рисунок 2-4).



Рисунок 1 – Схема межсистемных связей между показателями зрительных сенсомоторных реакций, сенсомоторной и произвольной координации движений хоккеистов 15-16 лет с преобладанием центральных механизмов регуляции (I – II тип) (июль)

Примечание: РВ – реакция выбора, КУ – коэффициент Уиппла, HF – высокочастотные волны; VLF – очень низкочастотные волны; АМо – амплитуда моды ритмокардиограммы; статистическая значимость корреляционных связей при $p < 0,001$

— — — — — средняя прямая связь; — — — — — сильная прямая связь;
 - - - - - средняя обратная связь; - - - - - сильная обратная связь

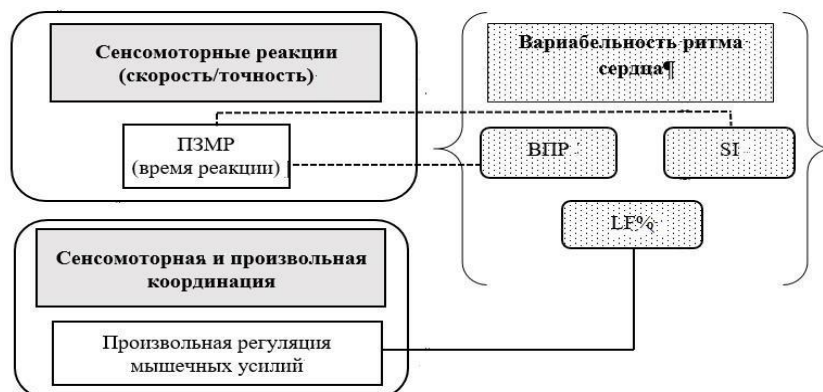


Рисунок 2 – Схема межсистемных связей между показателями зрительных сенсомоторных реакций, сенсомоторной и произвольной координации движений хоккеистов 15-16 лет с преобладанием автономных механизмов регуляции (III – IV тип) (июль)

Примечание: ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция; ВПР – вегетативный показатель ритма; LF – низкочастотные волны; статистическая значимость корреляционных связей при $p < 0,001$

— — — — — – средняя прямая связь; ————— – средняя обратная связь;
 ————— – средняя обратная связь; ————— – сильная обратная связь

В июле у хоккеистов III-IV типа образованы связи между показателями ВРС и функционального состояния ЦНС (Рисунок 3), а также между параметрами психомоторных способностей – «Сенсомоторные реакции /скорость и точность» и «Сенсомоторная и произвольная координация движений» (Рисунок 4).

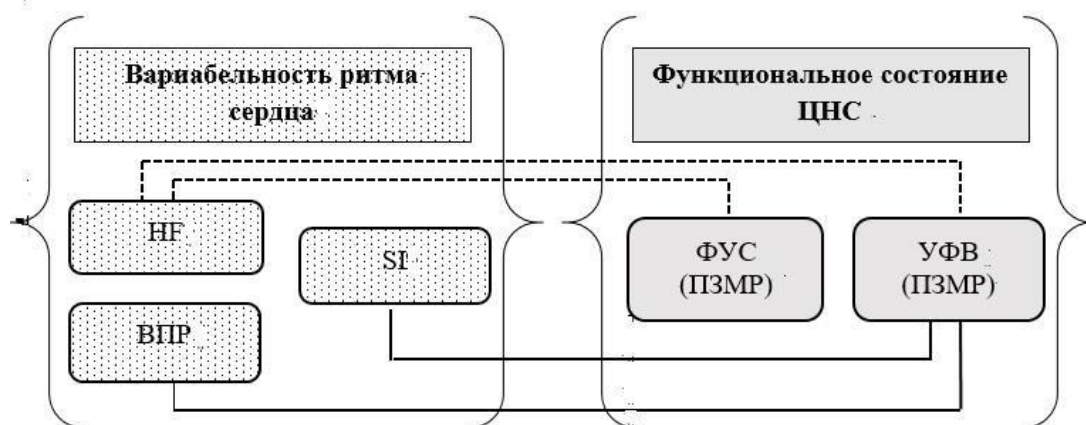


Рисунок 3 – Схема связей между параметрами функционального состояния ЦНС и вариабельности ритма сердца хоккеистов 15-16 лет с преобладанием автономных механизмов регуляции (III – IV тип) (июль)

Примечание: HF – высокочастотные волны; ВПР – вегетативный показатель ритма; SI – стресс-индекс; ФУС – функциональный уровень системы; УФВ – уровень функциональных возможностей; ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция; статистическая значимость корреляционных связей при $p < 0,001$

— — — — — – средняя прямая связь; ————— – средняя обратная связь;
 ————— – средняя обратная связь; ————— – сильная обратная связь



Рисунок 4 – Схема связей между параметрами зрительных сенсомоторных реакций, сенсомоторной и произвольной координации движений хоккеистов 15-16 лет с преобладанием автономных механизмов регуляции (III – IV тип) (июль)

Примечание: КУ – коэффициент Уиппла, ; РВ – реакция выбора; помехи – зрительно-моторная реакция в условиях помех; РДО – реакция на движущийся объект; статистическая значимость корреляционных связей при $p < 0,001$

— — — — — – средняя прямая связь; ————— – сильная прямая связь;
 - - - - - – сильная обратная связь

В феврале у хоккеистов I – II типа регуляции в корреляционных схемах межсистемной интеграции происходит значительное увеличение количества показателей, числа связей и их силы (Рисунок 5-8), анализ значения которых будет представлен далее.



Рисунок 5 – Схема межсистемных связей между параметрами вариабельности ритма сердца, зрительных сенсомоторных реакций, сенсомоторной и произвольной координации движений хоккеистов 15-16 лет с преобладанием центральных механизмов регуляции (I – II тип) (февраль)

Примечание: РВ – реакция выбора; РДО – реакция на движущийся объект; ТР – общая мощность регуляции; HF – высокочастотные волны; LF – низкочастотные волны; CV-коэффициент вариации; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; SI – стресс-индекс; статистическая значимость корреляционных связей при $p < 0,001$

————— – сильная прямая связь; - - - - - – сильная обратная связь;

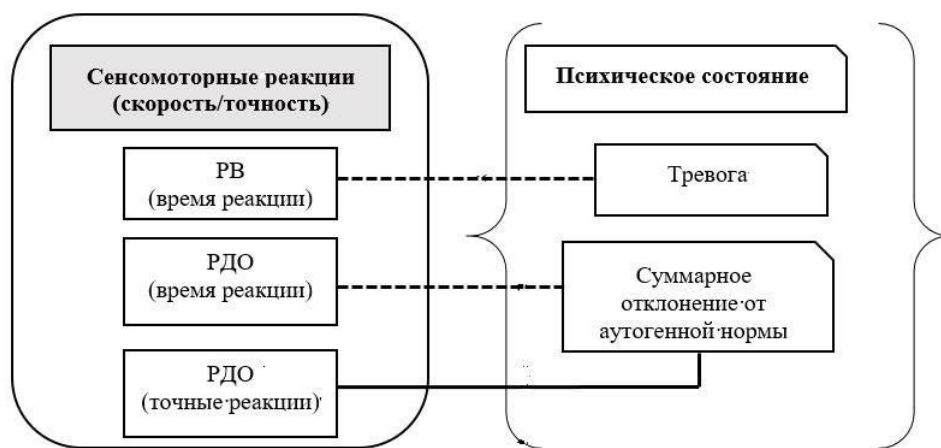


Рисунок 6 – Схема межсистемных связей между показателями психического состояния, сенсомоторных реакций, сенсомоторной и произвольной координации движений хоккеистов 15-16 лет с преобладанием центральных механизмов регуляции (I – II тип) (февраль)

Примечание: РВ – реакция выбора; РДО – реакция на движущийся объект; статистическая значимость корреляционных связей при $p < 0,001$

— — средняя прямая связь; — — средняя обратная связь

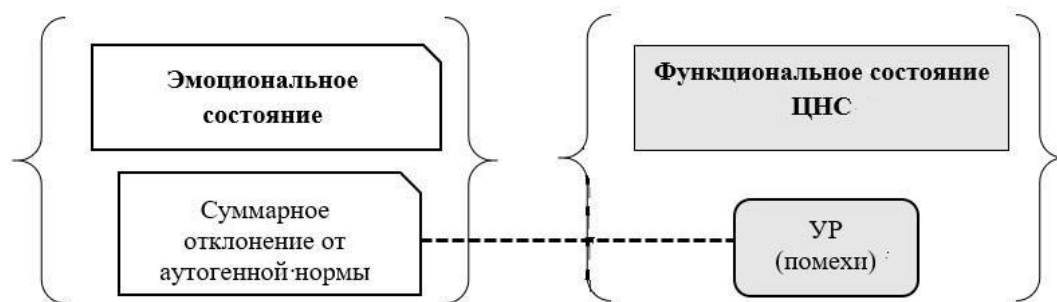


Рисунок 7 – Схема связей между показателями вариабельности ритма сердца, функционального состояния ЦНС и психического состояния хоккеистов 15-16 лет с преобладанием центральных механизмов регуляции (I – II тип) (февраль)

Примечание: УР – устойчивость реакций; помехи- реакция в условиях помех; статистическая значимость корреляционных связей при $p < 0,001$

— — сильная прямая связь; - - - - - сильная обратная связь



Рисунок 8 – Схема межсистемных связей между показателями зрительных сенсомоторных реакций, сенсомоторной и произвольной координации движений хоккеистов 15-16 лет с преобладанием центральных механизмов регуляции (I – II тип) (февраль)

Примечание: РДО – реакция на движущийся объект; помехи – реакции в условиях помех; статистическая значимость корреляционных связей при $p < 0,001$

————— – сильная прямая связь; - - - - - – сильная обратная связь;

Обсуждение

В июле межсистемная интеграция у хоккеистов I – II типа не выражена. Образованные связи отражают, во-первых, существование опосредованного влияния вагуса на функциональную активность вертикальных и горизонтальных взаимодействий нервных центров зрительной и моторной систем, обеспечивающих точность сложной зрительно-моторной реакции (реакции выбора), во-вторых, стимулирующее влияние симпатической нервной системы, превалирующей у хоккеистов I – II типа в состоянии покоя, на качество «тонких» дифференцировок в работе опорно-двигательного аппарата. Связь между показателями мощности очень низкочастотных волн (VLF%) и концентрации возбуждения косвенно свидетельствует об отрицательном влиянии процессов централизации в управлении висцеральными системами на функциональное состояние организма человека. Излишняя централизация в управлении ритмом сердца снижает эффективность работы бульбарных центров сердечно-сосудистой регуляции и центров внутрикардиальных рефлексов. Необходимо отметить отсутствие связей показателей ВРС с показателями эмоционального состояния. Для хоккеистов III – IV типа межсистемная интеграция корреляционная схема связей между показателями ВРС и психомоторных способностей в июле характеризуется наличием незначительного количества связей, как и для игроков I – II типа. Связи между показателями ВРС и психомоторных способностей косвенно отражают мобилизующую роль симпатической нервной системы для улучшения возбудимости моторных центров и улучшения эффективности их регуляции у хоккеистов с умеренной парасимпатотонией. Относительно хоккеистов I – II типа регуляции у игроков III – IV типа в июле сформирована межсистемная интеграция параметров функционального состояния сердечно-сосудистой системы и корковых центров соматической нервной системы. Направление связей позволяет предположить, что сдвиг в сторону увеличения вагусного влияния у хоккеистов III – IV типа регуляции будет сопровождаться увеличением физиологической «цены» приспособления к действию специфических физических нагрузок со стороны соматического отдела ЦНС. В отличие от хоккеистов I – II типа, у игроков III – IV типа в июле образованы связи между параметрами психомоторных способностей – «Сенсомоторные реакции / скорость и точность» и «Сенсомоторная и произвольная координация движений». Интересно, что большинство связей сосредоточены между параметрами точности сенсомоторных реакций («РВ (КУ)», «РДО точные», «РДО запаздывающие», «Помехи (КУ)») и качества координации движений при динамической форме мышечных сокращений («Сенсомоторная координация (динамическая форма)» и «Произвольная координация (динамическая форма)»). По-видимому, в июле у игроков III – IV типа в системах управления движениями формируются как горизонтальные нейронные связи, так и вертикальные. За счет этого происходит улучшение согласованности в работе иерархии корковых и подкорковых нервных центров соподчиненных функциональных систем, обеспечивающих программирование и реализацию сложнокоординационных движений. В июле процесс формирования нейронных взаимодействий, обеспечивающих согласованность в развитии и проявлении психомоторных способностей еще не завершен, на что косвенно указывает направление некоторых связей, таких как «РВ (КУ)» ↔ «Сенсомоторная координация (динамическая форма)» (прямая, сильная), «РВ (КУ)» ↔ «Произвольная координация (динамическая форма)» (обратная, сильная), «РДО (точные реакции)» ↔ «Произвольная координация (динамическая форма)» (обратная, сильная), «РДО (запаздывающие реакции)» ↔ «Сенсомоторная координация

(динамическая форма)» (обратная, сильная). В этом случае связи нецелесообразны: снижение качества сенсомоторной интеграции за счет уменьшения точности сопровождается улучшением качества координации и коррекции пространственно-временных параметров движений. Интересно, что в это же время целесообразны связи показателя точности зрительных сенсомоторных реакций в условиях помех: «Помехи (КУ)» ↔ «Сенсомоторная координация (динамическая форма)» (обратная, средней силы), «Помехи (КУ)» ↔ «Произвольная координация (динамическая форма)» (прямая, сильная). Сила этих связей средняя, но факт наличия согласованности в координационных способностях в условиях помех может отражать первоочередность формирования морфофункциональных структур коры больших полушарий, ответственных за развитие помехоустойчивости.

В феврале у хоккеистов I – II типа регуляции происходит усиление межсистемной интеграции. Становится более тесной межсистемная интеграция между показателями variability ритма сердца и психомоторными способностями, связанными с быстротой зрительных сенсомоторных реакций. Большинство связей показателей ВРС образовано с показателями сенсомоторной интеграции в реакции на движущийся объект. Появление в корреляционной схеме связей с показателем времени реакции выбора – «РВ» является значимым с точки зрения увеличения подвижности нервных процессов. Переход приоритета в регуляции ритма сердца на бульбарный уровень у хоккеистов I – II типа обеспечивает не только повышение эффективности регуляции, но и опосредует поддержание стабильности сенсомоторной интеграции в РДО и реакциях выбора. Количество связей между параметрами variability ритма сердца и уровня координации движений мало. Направление связей может отражать опосредованное усиление влияния центров вагуса на уровень качества координации движений. Необходимо отметить, в корреляционной схеме отсутствуют связи психомоторных способностей с показателем мощности церебрально-эрготропных механизмов регуляции – VLF-волн. В феврале нивелирование надсегментарного уровня регуляции ритма сердца на межсистемном уровне, по-видимому, позволяет не только усиливать процессы автономной регуляции, но и способствовать ускорению когнитивных процессов за счет усиления концентрации возбуждения. В корреляционных схемах появились связи между показателями эмоционального состояния и зрительных сенсомоторных реакций. Изменяются связи между параметрами функционального состояния. Нивелируется связь между показателями variability ритма сердца и функционального состояния ЦНС («VLF%» ↔ «Концентрация возбуждения»), но появляется обратная сильная связь «Суммарное отклонение от аутогенной нормы» ↔ «Устойчивость реакций (помехи)». Эта связь противоречит предыдущим связям показателей эмоционального состояния и зрительных сенсомоторных реакций и отражает наличие дестабилизирующего влияния эмоциональной напряженности в условиях помех, что может результироваться в нестабильности соревновательной деятельности хоккеистов I – II типа. Об усложнении межсистемной интеграции у хоккеистов I – II типа относительно июля также свидетельствует факт появления связей между параметрами различных психомоторных способностей: «РДО (опережающие реакции)» ↔ «Сенсомоторная координация (динамическая форма)» (прямая, сильная связь), «Помехи (КУ)» ↔ «Произвольная координация (статическая форма)» (обратная, сильная связь) и «РДО (запаздывающие реакции)» ↔ «Произвольная координация (статическая форма)» (обратная, сильная связь). Связи «РДО (опережающие реакции)» ↔ «Сенсомоторная координация (динамическая форма)» и «РДО (запаздывающие реакции)» ↔ «Произвольная координация (статическая форма)» можно расценивать как усиление значения уравновешенности нервных процессов для координационных способностей.

В отличие от хоккеистов I – II типа, у игроков III – IV типа межсистемная интеграция в феврале – разобщена, что отражается в полном исчезновении средних и сильных связей. На фоне уменьшения числа внутрисистемных связей между параметрами сенсомоторной и произвольной координации движений, а также слабой интеграции между параметрами скорости и точности зрительных сенсомоторных реакций, такая схема межсистемных взаимодействий в регуляции работы вегетативного и соматического компонентов движений

должна отрицательно отразиться на эффективности соревновательной деятельности. Возможно, в это время будут усиливаться индивидуальные особенности хоккеистов III – IV типа регуляции в стратегиях приспособления к нагрузкам соревновательного периода подготовки.

Дискуссия

Таким образом, у хоккеистов 15-16 лет процессы внутри- и межсистемной интеграции различаются в зависимости от типа регуляции ритма сердца. В июле по числу связей в функциональных системах управления движениями у хоккеистов I – II типа интеграция незначительна, параметры вегетативного компонента имеют минимальное значение для успешности реализации локомоций. Однако, к февралю картина меняется: повышается влияние симпатических нервных центров продолговатого мозга на качество психомоторных способностей; происходит разобщение в параметрах функционального состояния вегетативного и соматического компонента системы управления движениями, появляется влияние эмоционального фактора на корковые центры ЦНС в условиях помех. При этом эмоциогенные факторы оказывают стимулирующее влияние на скорость в реакциях выбора и позволяют поддерживать ее на стабильном уровне на протяжении всего периода спортивной подготовки. Аналогичное влияние эти факторы имеют на способность прогнозирования траектории движений объектов (РДО) как по времени реагирования, так и количестве точных реакций. Однако, наряду с совершенствованием системы управления движениями к февралю развитие теменно-премоторного уровня системы регуляции движений еще не завершено. В отличие от хоккеистов I – II типа, в июле у игроков с преобладанием автономных механизмов регуляции ритма сердца (III – IV типа) много межсистемных связей, образованных между параметрами, отражающими функциональное состояние соматических и вегетативных структур системы управления движениями. При этом сдвиг вегетативного равновесия в сторону ослабления влияния парасимпатической нервной системы сопровождается улучшением возбудимости корковых нейронов и способности к регуляции дифференцирования величины мышечного напряжения. К февралю у хоккеистов III – IV типа межсистемные связи между параметрами психомоторных способностей, функционального состояния и вариабельности ритма сердца значительно ослабляются, при этом игроки становятся более вариативными в достижении полезного приспособительного результата.

Выводы

В зависимости от типа регуляции ритма сердца существуют различия в организации психофизиологических функциональных систем хоккеистов 15-16 лет на уровне межсистемной интеграции.

Для игроков I-II типа регуляции характерны слабые по количеству сильных и средних связей корреляционные схемы взаимодействий в июле, значительно усиливающиеся к февралю, что к февралю картина меняется: происходит разобщение во взаимодействии вегетативного и соматического компонента, но, при этом усиливается взаимодействие симпатического отдела ВНС и эмоционального состояния на качество психомоторных способностей.

Иные схемы межсистемной интеграции характерны для хоккеистов III – IV типа: в июле имеются связи между соматическим и вегетативным компонентом, при этом хоккеисты с умеренно выраженной парасимпатотонией обладают более высокой дифференциальной способностью в т.н. «мышечном чувстве». К февралю все межсистемные связи значительно ослабляются.

Список литературы

1. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения /Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов //Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001. - № 3. – С.108-127.
2. Koenig, J. Thayer Heart rate variability and swimming/ J. Koenig, M. N. Jarczok, M. Wasner, T. K. Hillecke, J. F. //Sports Medicine. 2014. Vol. 44. P. 1377-1391
3. Cipryan, L. Cardiac autonomic response following high-intensity running work-to-rest interval manipulating / L. Cipryan, P. B. Laursen, D. J. Plews //Eur. J. Sport Sci. 2016. Vol. 16. P.808-817
4. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Издательство Удмуртского государственного университета, 2009. – 255 с.
5. Шлык Н.И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсмена к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа variability сердечного ритма)/ Н.И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т.9. - № 4. – С. 5-15.
6. Шлык Н.И. Ритм сердца и тип регуляции при оценке функциональной готовности организма юных и взрослых спортсменов (по данным экспресс-анализа variability сердечного ритма) / Н.И. Шлык // Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI всерос.симп. / Отв. ред. Н.И. Шлык., Р.М. Баевский – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. – С.20-40.
7. Balagué, N. Sport science integration: An evolutionary synthesis / N. Balagué, Torrents C., Hristovski R., Kelso J.A.S. //Eur. J. Sport Sci. 2017. Vol.17. № 1. P.51-62
8. Surina-Marysheva E. Physical development of hockey players aged 13-16 years / E. Surina-Marysheva, V. Erlikh, Y. Korableva, Kantyukov S.A., Ermolaeva E.N. //Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports. 2018. Vol. 22, P. 107-113.
9. Sherar, L.B. Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players?/ L. B. Sherar, R. A. Faulkner, K.W. Russel, A.D.G. Baxter // J. Sports Sci. 2007. Vol. 25. P. 879–886.
10. Sherar, L.B. Relative age and fast tracking of elite major junior ice hockey players/L. B. Sherar, M.W. Bruner //Percept. Motor Skill. 2007. Vol. 104. P. 702–706.
11. Fumarco, L. The relative age effect reversal among the National Hockey League elite / L. Fumarco, B.G. Gibbs, J.A. Jarvis, G. Rossi // PLos One. 2017. Vol.12. e0182827
12. Шайхелисламова, М.В. Возрастно-половые особенности и механизмы адаптационных реакций у детей в пре- и пубертатный периоды развития / М.В. Шайхелисламова, Ф.Г. Ситдиков, Н.П. Дикопольская, Г.А. Билалова, Г.М. Каюмова // Физиология человека. – 2009. – Т.35. - № 6. – С. 103-110.
13. Иорданская Ф.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юных спортсменов к нагрузкам в современном хоккее с шайбой / Ф.А. Иорданская // Вестник спортивной науки. – 2010. - № 3. – С. 33-38.
14. Surina-Marysheva, E. Psychophysiological features of 15-16-year-old hockey players with various types of heart rate regulation// E. Surina-Marysheva, V. Erlikh, A. Episheva, I. Cherepova //Journal of Physical Education and Sport. 2020. Vol. 20. (Supplement issue 4). Art 335. P. 2446 – 2453
15. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology (Membership of the Task Force listed in the Appendix). 1996 // Eur. Heart J. Vol. 17. P. 354–381.
16. Мантрова И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2007. – 216 с.

Синдром относительного энергетического дефицита спортсменов: современное состояние проблемы

Сухарева Н.Ю., *suhareva@uor2.ru*

ГБПОУ «Московское среднее специальное училище олимпийского резерва № 2»

Москомспорта, г. Москва

Аннотация. В работе проведен обзор и анализ современных исследований по проблеме синдрома относительного энергетического дефицита у спортсменов; выявлены риски дефицита доступной энергии у спортсменов различной специализации и ассоциированные с ними негативные последствия для их здоровья и работоспособности; систематизированы основные методы профилактики энергетического дефицита у спортсменов, а также методы выявления и лечения последствий синдрома.

Ключевые слова: триада женщины-спортсменки, синдром относительного энергетического дефицита спортсменов, RED-S, здоровье спортсменов, работоспособность спортсменов.

Введение

Проблема нарушения энергетического баланса у спортсменов и связанных с ним негативных последствий для их здоровья и работоспособности на протяжении нескольких последних десятилетий всё сильнее привлекает внимание ученых. Первые исследования по проблеме были направлены в основном на изучение последствий энергетического дефицита у женщин, тогда как в последние несколько лет все большее внимание уделяется проблеме дефицита доступной энергии у спортсменов-мужчин. Целью данной работы было выявление актуальных тенденций и перспективных направлений в области исследований по проблеме энергетического дефицита у спортсменов.

Методы

Для достижения цели исследования был проведен обзор и анализ современной научно-методической литературы по проблеме дефицита доступной энергии у спортсменов различного пола, возраста, специализации и квалификации.

Результаты и обсуждение

Эволюция понятия: от триады до синдрома относительного энергетического дефицита спортсменов

В 1992г. Американская спортивная ассоциация спортивной медицины опубликовала первые положения о триаде спортсменки, где синдром триады охарактеризован как три взаимосвязанных состояния: нарушенное пищевое поведение (disordered eating), нарушения менструального цикла и сниженная минеральная плотность костной ткани; главным патофизиологическим механизмом этого синдрома является нарушение энергетического баланса.

Различные исследования выявили взаимосвязь компонентов триады: энергетический дефицит, обусловленный нарушенным пищевым поведением, является причиной нарушений менструального цикла, а сочетание энергетического дефицита с низким уровнем эстрогена, характерным для аменореи, является причиной снижения минеральной плотности костной ткани.

В 2007г. была представлена новая модель синдрома триады, где каждый ее компонент являлся спектром состояний от «здорового» до субклинических и клинических состояний (рис. 1) (Nattiv A. et al.). В «здоровом» состоянии рацион питания спортсменки адекватен ее

энергозатратам и обеспечивает оптимальное функционирование репродуктивной системы и нормальную плотность костной ткани. На другом конце спектра находятся три взаимосвязанных клинических состояния – синдром энергетического дефицита (который может сочетаться с нарушениями пищевого поведения), функциональная гипоталамическая аменорея (ФГА) и остеопороз. В промежутке находятся субклинические состояния: пониженное количество доступной энергии, субклинические нарушения менструальной функции, сниженная плотность костной ткани. Цель представления синдрома триады в виде спектра состояла в том, чтобы подчеркнуть важность раннего выявления субклинических состояний и предотвращения их развития на ранней стадии.

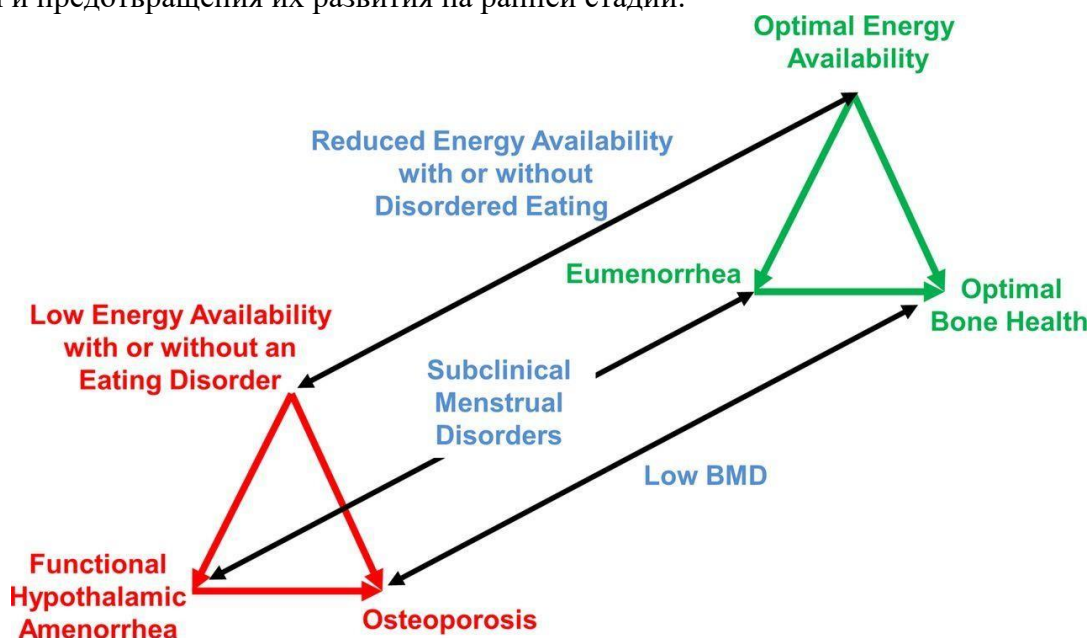


Рисунок 1 – Спектр состояний триады женщины-спортсменки

В дальнейшем нарушения функционального состояния, связанные с энергетическим дефицитом, были выявлены также и у мужчин, занимающихся спортом. В 2014г. Международным олимпийским комитетом было предложено понятие синдрома относительного энергетического дефицита спортсменов (Relative Energy Deficiency in Sport, RED-S), включающего нарушение многих физиологических функций, таких как интенсивность метаболизма и синтез белка, репродуктивная функция, состояние костной ткани, иммунная система, сердечно-сосудистая система и психоэмоциональное состояние (Mountjoy M. et al.). Причина развития клинических проявлений данного синдрома – дефицит так называемой доступной энергии, связанный с нарушением баланса между потребляемой с пищей энергией и энергозатратами организма, и, как следствие, нехватка энергии для поддержания функций организма, необходимых для оптимального состояния здоровья и работоспособности (количество доступной энергии рассчитывается как количество потребленных с пищей калорий за вычетом энергии, затраченной на выполнение физических нагрузок на 1 кг безжировой массы тела).

Выявленные риски дефицита доступной энергии у спортсменов в различных видах спорта и ассоциированные с ними негативные последствия для здоровья и работоспособности спортсменов

Современная система подготовки спортсменов (особенно в спорте высших достижений) характеризуется исключительно высокими нагрузками и, соответственно, значительными энергозатратами. Восполнение этих энергозатрат и соблюдение адекватного баланса макро- и микронутриентов зачастую оказывается сложной задачей для спортсмена. Многие спортсмены не знают своих потребностей в макро- и микронутриентах и не

учитывают специфику этих потребностей на различных этапах спортивной подготовки. Также зачастую в процессе спортивной подготовки присутствуют дополнительные факторы риска возникновения дефицита доступной энергии. В большей степени эти факторы риска присутствуют в подготовке девушек и женщин (привычка спортсменки соблюдать диеты с раннего возраста; личностные факторы (такие как перфекционизм и одержимость); критические замечания насчет веса спортсменки или ее питания от родителей, тренера или товарищей по команде; давление со стороны тренера о необходимости сбросить вес для улучшения спортивных результатов; раннее начало спортивной специализации; перетренированность). Поэтому многие спортсмены вне зависимости от их специализации подвергаются риску возникновения синдрома энергетического дефицита.

В исследованиях по проблеме в 2017-2020 гг. выявлялся риск возникновения синдрома триады либо энергетического дефицита у спортсменов в различных видах спорта (паралимпийские виды спорта (Brook E. M. et al., 2019), гандбол (Сухарева Н.Ю., 2020), австралийский футбол (Condo D. et al., 2019), велоспорт (Keay N. et al., 2019), конный спорт (Wilson G. et al., 2018), легкая атлетика (Sygo J. et al., 2018) и др.) и у артистов балета (Staal S. et al., 2018), разного пола, возраста и уровня подготовки (взрослые спортсмены и спортсменки элитного уровня, юниорки (старше 18 лет), взрослые спортсмены и спортсменки паралимпийцы, спортсменки-любители). Доля спортсменов с выявленными рисками по возникновению синдрома энергетического дефицита составила в исследуемых группах от 23% до 96%. Среди негативных последствий для здоровья спортсменов, ассоциированных с дефицитом доступной энергии, были выявлены: менструальная дисфункция, пониженная плотность костной ткани, стрессовые переломы костей, нарушение эндокринных функций и обмена веществ, нарушение гематологических процессов, ухудшение психического здоровья, повышение риска сердечно-сосудистых заболеваний, нарушения в работе пищеварительной системы, ухудшение иммунитета. Среди негативных последствий для работоспособности спортсменов, связанных с энергетическим дефицитом, были выявлены: снижение аэробной работоспособности, снижение координации и концентрации, повышение риска травматизма, снижение «тренировочного ответа» (динамика показателей работоспособности в результате воздействия тренировочной нагрузки), состояние раздражительности и депрессия.

Так как последствия энергетического дефицита не всегда обратимы и отрицательно влияют на состояние здоровья и работоспособность спортсменов, важной и актуальной задачей является профилактика, своевременная диагностика и предотвращение возникновения этого состояния.

Основные методы профилактики энергетического дефицита у спортсменов

Одним из основных методов профилактики дефицита доступной энергии является информирование спортсменов и тренеров о негативном влиянии дефицита энергии на состояние здоровья спортсмена, его работоспособность и результативность. В настоящее время разработано несколько образовательных программ для информирования спортсменов и тренеров по данному вопросу (Krick R. L. et al., 2019).

Еще одним методом профилактики энергетического дефицита является разработка и реализация индивидуализированных стратегий питания для спортсменов различных специализаций. Необходимо, чтобы спортсмены знали свои ежедневные потребности по калорийности рациона, макро- и микронутриентам на различных этапах подготовки и имели стратегии восполнения этих потребностей. Для этого требуется сотрудничество спортсмена и тренера с врачом-диетологом. Целью такого сотрудничества должно являться сохранение здоровья спортсмена и повышение его работоспособности в процессе спортивной подготовки.

Также, поскольку состояние перетренированности является одним из факторов риска возникновения синдрома дефицита энергии, еще одним методом профилактики синдрома служит грамотное построение тренировочного процесса в совокупности с систематическим мониторингом функционального состояния спортсменов для предотвращения

перенапряжения и перетренированности (например, с помощью S-RPE метода или анализа показателей вариабельности сердечного ритма).

Основные методы выявления энергетического дефицита у спортсменов

В настоящее время существует несколько методических подходов по выявлению дефицита энергии у спортсменов:

1) Выявление энергетического дефицита с использованием дневников питания и физических нагрузок в сочетании с мониторами сердечного ритма или акселерометрами (McCormack W. P. et al., Black K. et al., 2018 и др.). Недостатки метода – сложность организации исследования (необходимость систематического и корректного заполнения спортсменами дневников питания и тренировок), результаты не всегда объективны.

2) Выявление энергетического дефицита с помощью показателя скорости основного обмена (RMR – resting metabolic rate). В исследовании Staal S. et al. было доказано, что низкое соотношение между фактической (RMR_m) и расчетной (RMR_p) скоростью основного обмена в покое (RMR_{ratio} < 0,90) является маркером энергетического дефицита. RMR_m в процессе исследования оценивали с помощью непрямой калориметрии. RMR_p рассчитывали по трем разным протоколам. Результаты исследования зависели от протокола его проведения. На настоящий момент актуальна задача разработки стандартизованного протокола для выявления энергетического дефицита у спортсменов на основе показателей скорости основного обмена.

3) Выявление дефицита энергии с помощью опросников, которые оценивают наличие физиологических симптомов, характерных для энергетического дефицита и стремления спортсмена снизить массу тела (LEAF questionnaire и другие) (Melin A. et al., 2014).

4) Оценка степени рисков возникновения синдрома энергетического дефицита на основе опросника и системы баллов (Сухарева Н.Ю., 2020).

Преимуществом метода анкетирования является простота организации исследования (быстрота проведения, не требуется доступа к лабораторному оборудованию). Недостаток метода состоит в том, что он не является полностью объективным – результаты опросов достоверны только в том случае, если спортсмен или спортсменка активно вовлечены в процесс тестирования и дают честные и объективные ответы.

После первичного анкетирования спортсменам или спортсменкам, у которых выявлены симптомы энергетического дефицита или риска его возникновения, как правило, требуются дальнейшие углубленные медицинские обследования. Далее представлен пример алгоритма действий при различной степени выявленных рисков по отдельным компонентам синдрома триады спортсменки (в алгоритме учитывается взаимосвязь составляющих синдрома триады, т.е., например, при высоком риске снижения минеральной плотности костной ткани кроме денситометрии рекомендовано проведение анализа рациона питания) (рис. 2) (Сухарева Н.Ю., 2020).

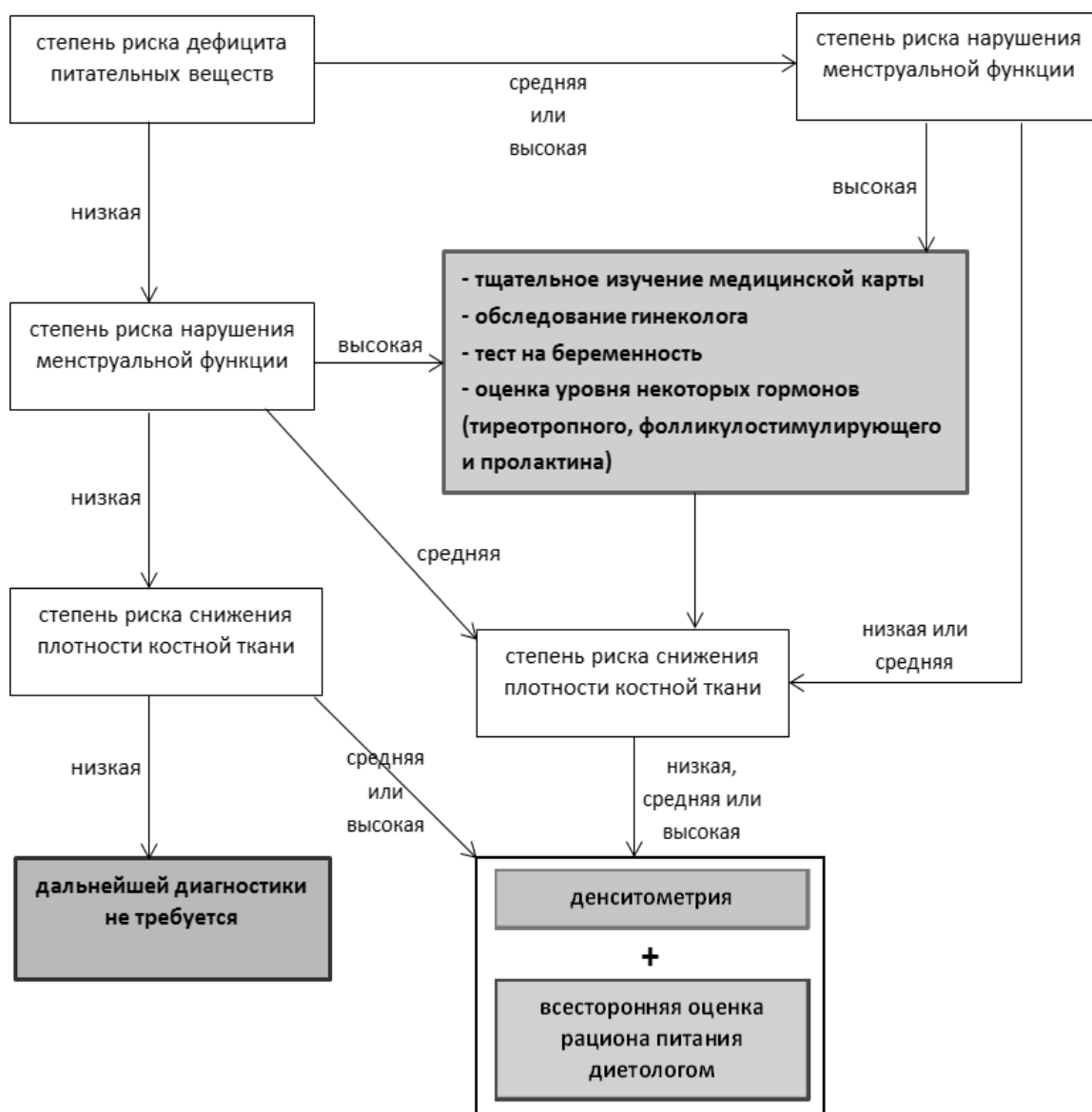


Рисунок 2 – Алгоритм проведения углубленных медицинских обследований спортсменок исходя из выявленных рисков по возникновению компонентов триады женщины-спортсменки

В настоящий момент актуальной задачей является разработка опросников и алгоритмов медицинских обследований, учитывающих максимально широкий спектр возможных негативных последствий дефицита доступной энергии для здоровья и работоспособности спортсменок, а также мужчин-спортсменов. Также необходима разработка стандартизованных протоколов для выявления энергетического дефицита у спортсменов на основе лабораторных маркеров.

Основные методы лечения последствий энергетического дефицита у спортсменов

Разработанные на настоящий момент методы лечения последствий, ассоциированных с энергетическим дефицитом, направлены в основном на лечение синдрома триады женщины-спортсменки. Их можно разделить на две основные группы – фармакологические и нефармакологические.

1) Нефармакологические методы лечения

Развитие триады прежде всего обусловлено низкой калорийностью рациона и дефицитом необходимых питательных веществ при высоком уровне физической активности. Следовательно, коррекция рациона питания и, если это необходимо, плана тренировок

является основным методом лечения данного синдрома. Результатом данных мероприятий должна быть в первую очередь нормализация массы тела спортсменки.

По данным различных исследований (Arends J.C. et. al., 2012, Kopp-Woodroffe S.A., 1999, Dueck C.A. et. al., 1996) увеличение массы тела женщин с олигоменореей и аменореей в результате коррекции их рационов питания приводило к восстановлению менструальной функции. Также, по данным некоторых исследований (Misra M. et. al., 2008, Miller K.K. et. al., 2006), прибавка массы тела была связана и с увеличением минеральной плотности костной ткани.

План лечения должен быть индивидуализирован с учетом целей спортсменки, ее тренировок, диеты и других условий.

Если низкая калорийность рациона не обусловлена расстройством пищевого поведения, то спортсменке рекомендуется поработать с врачом-диетологом, чтобы скорректировать свой рацион питания.

Если у спортсменки диагностировано расстройство пищевого поведения, то помимо сотрудничества спортсменки с диетологом необходима работа с психологом или психиатром. Целью лечения должно стать изменение нездорового отношения к пище, поведения и эмоций, связанных с ней и отношения спортсменки к своему телу.

2) Фармакологические методы лечения

Нефармакологические методы должны составлять основу при лечении триады у спортсменок.

В настоящее время нет оснований для того, чтобы однозначно рекомендовать использование фармакологических методов при лечении триады из-за отсутствия научно обоснованных исследований в этой области.

При остеопорозе применение фармакологических методов лечения стоит рассматривать в случае отсутствия реакции на нефармакологическую терапию в течение по крайней мере 1 года. Также использование средств фармакологии может быть необходимо при психотерапии расстройств пищевого поведения (для лечения нервной анорексии и булимии в некоторых случаях спортсменке могут быть назначены антидепрессанты).

Восстановление по каждому из компонентов триады от клинического состояния до состояния нормы при соответствующем лечении происходит с различной скоростью. Восстановление энергетического статуса обычно наблюдается после нескольких дней или недель повышения калорийности потребленной пищи и/или снижения энергозатрат спортсменки. Восстановление менструального цикла обычно наблюдается после нескольких месяцев восстановления энергетического статуса. Нормализация минеральной плотности костной ткани может наблюдаться только через несколько лет после восстановления энергетического статуса и менструального цикла (De Souza M. et. al., 2014).

Таким образом, коррекция рациона питания и плана тренировок является основным методом лечения негативных последствий энергетического дефицита у спортсменов. Однако, в некоторых случаях могут требоваться дополнительные меры. Поэтому на настоящий момент актуальна разработка дополнительных стратегий лечения (фармакологических и др.) всего спектра негативных последствий энергетического дефицита для здоровья спортсменок и спортсменов.

Выводы

Обобщая результаты многочисленных научных исследований по проблеме, можно прийти к выводу, что синдром дефицита доступной энергии наблюдается у значительной доли спортсменов различной специализации, пола, возраста и уровня подготовки, что является причиной проблем со здоровьем, снижения работоспособности и спортивных результатов.

Существующие на данный момент методы и стратегии относительно профилактики синдрома энергетического дефицита, а также выявления и лечения его последствий целесообразно использовать тренерам, спортивным врачами и другим специалистам, работающими со спортсменами. Основными целями данных мероприятий должно являться

сохранение оптимального энергетического баланса и здоровья спортсмена, а также повышение его работоспособности в процессе спортивной подготовки.

Перспективными направлениями исследований в настоящий момент являются:

- изучение последствий энергетического дефицита в спорте (в частности, у мужчин)
- разработка методов профилактики синдрома дефицита энергии, выявления и лечения ассоциированных с ним состояний.

Список литературы

1. Спортивная медицина: национальное руководство / под ред. С.П. Миронова, Б.А. Поляева, Г.А. Макаровой. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 1182 с.
2. Сухарева Н.Ю. Оценка степени рисков возникновения синдрома триады у девушек, занимающихся гандболом и разработка алгоритма углубленных медицинских обследований спортсменок // Физическая культура и спорт в образовательных учреждениях: опыт, проблемы, перспективы - Новомосковск, 2020. – с. 114-116.
3. Arends J.C., Cheung M.Y., Barrack M.T. Restoration of menses with nonpharmacologic therapy in college athletes with menstrual disturbances: a 5-year retrospective study // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2012. – V.22 (2). – P. 98-108.
4. Black K. et al. Low energy availability, plasma lipids, and hormonal profiles of recreational athletes //The Journal of Strength & Conditioning Research. – 2018. – V. 32(10). – P. 2816-2824.
5. Brook E. M. et al. Low energy availability, menstrual dysfunction, and impaired bone health: A survey of elite para athletes //Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. – 2019. – V. 29(5). – P. 678-685.
6. Condo D. et al. Nutritional intake, sports nutrition knowledge and energy availability in female australian rules football players //Nutrients. – 2019. – V. 11(5). – P. 971.
7. De Souza M. et. al. 2014 Female Athlete Triad Coalition consensus statement on treatment and return to play of the female athlete triad: 1st international conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd international conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013 // British Journal of Sports Medicine. - 2014. – V.48(4). - P. 289-309.
8. Dueck C.A., Matt K.S., Manore M.M. Treatment of athletic amenorrhea with a diet and training intervention program. // International Journal of Sport Nutrition. – 1996. – V.6(1). – P. 24-40.
9. Keay N. et al. Clinical evaluation of education relating to nutrition and skeletal loading in competitive male road cyclists at risk of relative energy deficiency in sports (RED-S): 6-month randomised controlled trial //BMJ open sport & exercise medicine. – 2019. – V. 5(1). – P. e000523.
10. Kopp-Woodroffe S.A., Manore M.M., Dueck C.A. Energy and nutrient status of amenorrheic athletes participating in a diet and exercise training intervention program // International Journal of Sport Nutrition. – 1999. – V.9(1). – P. 70–88.
11. Krick R. L., Brown A. F., Brown K. N. Increased Female Athlete Triad Knowledge Following a Brief Video Educational Intervention // The Journal of Nutrition Education and Behavior. – 2019. – V.51(9). - P.1126-1129.
12. Kroshus E., DeFreese J., Kerr Z. Collegiate Athletic Trainers' Knowledge of the Female Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport // Journal of Athletic Training. - 2018. – V.53(1). - P. 51-59.
13. Logue D. M. et al. Low Energy Availability in Athletes 2020: An Updated Narrative Review of Prevalence, Risk, Within-Day Energy Balance, Knowledge, and Impact on Sports Performance / Logue D.M. et al. // Nutrients. – 2020. – V.12(3). – P.835.
14. Loveless M., Hewitt G. Committee Opinion No. 702: Female Athlete Triad // Obstetrics & Gynecology. - 2017. – V.129(6). - P. E160-E167.

15. McCormack W. P. et al. Bone mineral density, energy availability, and dietary restraint in collegiate cross-country runners and non-running controls //European journal of applied physiology. – 2019. – V. 119(8). – P. 1747-1756.
16. Melin A. et al. The LEAF questionnaire: a screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad // British Journal of Sports Medicine. – 2014. – V.48(7). – P.540-545.
17. Miller K.K., Lee E.E., Lawson E.A. Determinants of skeletal loss and recovery in anorexia nervosa // The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. – 2006. – V.91(8). – P. 2931-2937.
18. Misra M., Prabhakaran R., Miller K.K. Weight gain and restoration of menses as predictors of bone mineral density change in adolescent girls with anorexia nervosa-1. // The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. – 2008. – V.93(4). – P. 1231-1237.
19. Mountjoy M., et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). // British Journal of Sports Medicine. - 2014. – V.48. – P. 491-497.
20. Nattiv A., et al. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2007. – V.39. – P.1867–1882.
21. Nazem T.G., Ackerman K. The Female Athlete Triad // Sports Health. - 2012. – V.4(4). - P. 302-311.
22. Staal S. et al. Low RMRratio as a surrogate marker for energy deficiency, the choice of predictive equation vital for correctly identifying male and female ballet dancers at risk //International journal of sport nutrition and exercise metabolism. – 2018. – V.28(4). – P.412-418.
23. Sygo J. et al. Prevalence of indicators of low energy availability in elite female sprinters //International journal of sport nutrition and exercise metabolism. – 2018. – V. 28(5). – P. 490-496.
24. Weiss Kelly A.K., Hecht S. The female athlete triad // Pediatrics. - 2016. – V.138(2).
25. Wilson G. et al. Male flat jockeys do not display deteriorations in bone density or resting metabolic rate in accordance with race riding experience: Implications for RED-S // International journal of sport nutrition and exercise metabolism. – 2018. – V. 28(4). – P. 434-439.

Увеличение динамичности игры юных волейболистов

Тарасова Л.В.¹, доктор пед. наук, tarasova1708@mail.ru
Исмаел Батоолль², магистрант, ismael.batooll@gmail.com

¹ Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Москва

² Московский государственный областной университет, Московская область

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы снижения стресс-фактора, оказывающего влияние на ход и динамику игры юных спортсменов в волейбол. Выполненное исследование показало, что стратегия технико-тактических действий в условиях соревновательной реализации в волейболе является ведущим звеном в подготовке юных игроков, которая заключается в качестве подачи мяча и увеличении динамики игровой ситуации атаки в игровом тайме. Материалы исследования выявили способы снижения стресс-фактора в ходе игры, влияющие на положительный опыт соревновательной практики юных игроков в волейбол.

Ключевые слова: юные спортсмены, игра в волейбол, стресс-фактор, динамика игры, подача мяча, игровая атака.

Введение

Анализ игровых действий юных игроков в волейбол в условиях соревнований показал низкую динамику их технико-тактической реализации, что проявляется в качестве подачи и приема мяча, скорости и количестве атакующих действий, сопровождающихся неустойчивым эмоциональным ответом на стрессовое воздействие. Приобретение соревновательного опыта юных игроков в волейбол указывает на влияние стресс-фактора, вызванного новой обстановкой и внутренним состоянием неуверенности в себе. Представленные факторы оказывают влияние на ход и динамику игры, в ходе которой юные спортсмены ретранслируют полученный опыт на следующих выступлениях, что сопровождается аффектацией эмоциональной сферы, гашением волевых усилий, снижением концентрации внимания, результатом чего является низкое качество игры. Возникновение отрицательных эмоциональных переживаний в соревновательной обстановке предвосхищает тревожное состояние игроков в предстоящей игре, что негативно влияет на ход игровых действий и вызывает необходимость изучения стратегии поведенческих действий и их коррекции в условиях соревновательной реализации.

Методы исследования

Анализ игровых действий и соревнований юных игроков в волейбол, опрос, беседа, анкетирование (методика копинг-стратегий, предложенная Р. Лазарусом и С. Фолкманом, 1988, адаптированная Т.Л. Крюковой, Е.В. Куфтяк, и М.С. Замышляевой, 2004).

Результаты

В исследовании принимали участие 12 юных игроков в волейбол, спортивный стаж которых составляет $3,4 \pm 1,2$ года.

Анализ игровых действий юных игроков в волейбол показал высокую значимость передачи и приема мяча, которая является важнейшим элементом техники. Отмечена достоверная разница показателя броска мяча в зависимости от стажа спортивной подготовки, которая у юных спортсменов с 2-х летним стажем спортивной подготовки составила $3,2 \pm 1,1$ м, а у юных спортсменов с 4-х летним стажем составила $4,8 \pm 1,2$ м, что составило разницу в 1,5 раза.

В ходе игры в волейбол отмечена значимость атакующих действий, которая в игровом тайме расценивается как тактика игры. Анализ выполнения атакующих действий в процессе

игры в волейбол указал на дефицит нападений в зону противника, что снижает динамичность игры, как основного критерия технико-тактической подготовленности. Создание игровых ситуаций у юных спортсменов с 2-х летним стажем спортивной подготовки составило $3,7 \pm 1,5$ раза, что в 1,7 раз меньше, чем у спортсменов с 4-х летним стажем ($6,3 \pm 1,4$ раза).

Выполненное исследование указало на влияние значимости передачи мяча и создание игровой ситуации атаки на динамичность игры, как качественного компонента технико-тактических действий юных игроков в волейбол. В этой связи вызывает интерес поиска стратегии поведенческих действий в условиях соревнований юных игроков в волейбол.

Результаты тестирования юных игроков в волейбол показали снижение общей суммы баллов, оценивающих уровень мотивации занятия спортом после неудачных выступлений на соревнованиях в 1,2 раза, от $121,9 \pm 12,8$ до $94,6 \pm 21,3$, что свидетельствует о чрезмерном влиянии стресс-фактора на ход и динамику игры в процессе соревновательных выступлений.

Обсуждение результатов

Анализ и обсуждение выполненного исследования показал необходимость разработки тренировочных заданий для снижения влияния стресс-фактора на ход и динамику игры, за счет увеличения игровой ситуации атаки в игровом тайме и качества подачи и приема мяча, как стратегии поведенческих действий в условиях соревновательной реализации. В этой связи были разработаны комплексы игровых упражнений для юных волейболистов, направленные на увеличение атакующих действий, и увеличения качества подачи и приема мяча, способствующие повышению динамичности игры.

Использование тренировочных заданий, направленных на увеличение динамичности игры в волейбол юных спортсменов способствовало приросту качества передачи мяча в 1,2 раза, что составило $3,9 \pm 1,3$ м у юных спортсменов с 2-х летним стажем и $5,8 \pm 1,2$ м у юных спортсменов с 4-х летним стажем; и увеличение игровой атаки в 1,3 раза ($4,2 \pm 1,3$ раза и $7,5 \pm 1,3$ раза у юных спортсменов с 2-х и 4-х летним стажем спортивной подготовки) (рисунок 1).

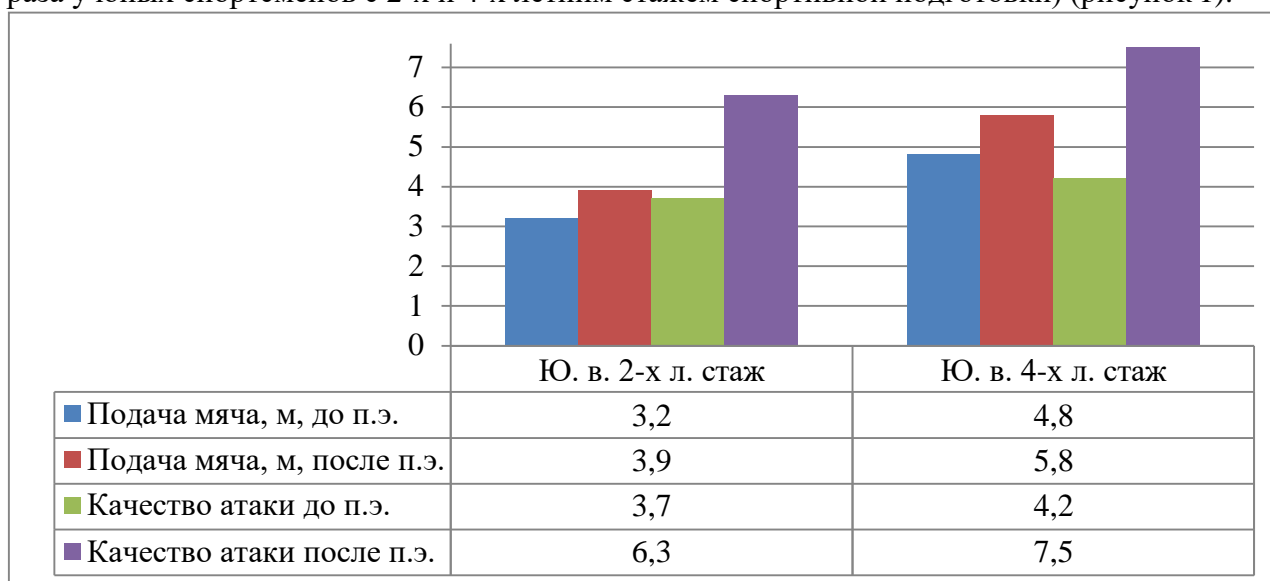


Рисунок 1 - Динамика подачи мяча и качества атакующих действий у юных волейболистов с 2-х летним и 4-х летним стажем в результате педагогического эксперимента

Примечания: п.э. – педагогический эксперимент; Ю.в. – юные волейболисты; л. – летний; м – метр

В результате проведенного эксперимента группа волейболистов имела положительный успех в игре на протяжении трех соревнований, со счетом 3-1; 4-2; 3-1, что доказало эффективность предложенных игровых заданий, как ведущей стратегии поведенческих действий в условиях соревнований.

Повторное психологическое тестирование юных игроков в волейбол показало увеличение общей суммы баллов, оценивающих уровень мотивации занятия спортом после соревновательных выступлений в 1,3 раза, от $121,9 \pm 12,8$ до $157,4 \pm 11,2$ (рисунок 2).

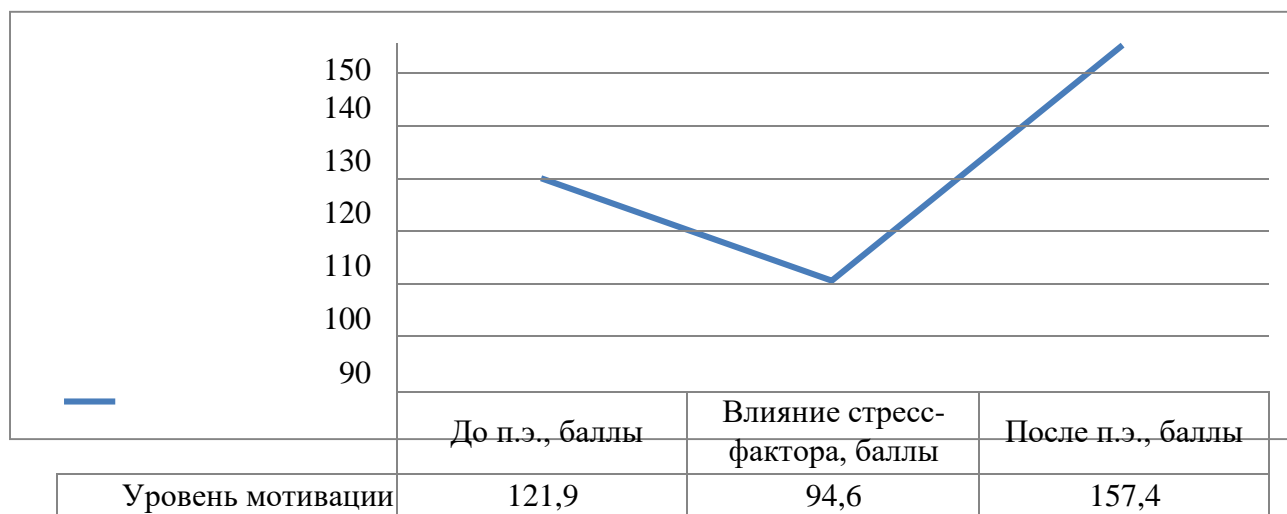


Рисунок 2. Динамика мотивации юных игроков в волейбол с 2-х летним и 4-х летним стажем в результате педагогического эксперимента

Примечания: п. э. – педагогический эксперимент

Выполненное исследование свидетельствует об эффективности использования тренировочных средств, направленных на качество подачи мяча и увеличение количество атак, что влечет уверенность в своих силах и снижение влияния стресс-фактора на ход и динамику игры.

Выводы

1. Выполненное исследование доказало эффективность внедрения тренировочных упражнений, направленных на качество подачи мяча и количество атак, как основной стратегии поведенческих действий в условиях соревновательных выступлений, что повлекло снижение влияния стресс-фактора на ход и динамику игры юных игроков в волейбол.

2. В результате соревновательных выступлений юные игроки в волейбол получали положительный соревновательный опыт, что повлекло за собой снижение стресс-фактора, за счет использования игровых атак и качества подач в процессе игры, вызывая уверенность применяемых игровых действий и эмоциональный интерес к игре.

Список литературы

1. Тарасова Л, В, [и др.] Подливаев Б.А., Ананьин А.С., Тарасов П.Ю. Ведущие звенья физической подготовленности юных игроков в волейбол / Л, В, Тарасова, Б, А, Подливаев, А, С, Ананьин, П, Ю, Тарасов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, № 8 (131), – 2020 г, – С, 272-276.
2. Берилова Е, И, Адаптация опросника Т. Raedeke, А. Smith для оценки психического выгорания у российских спортсменов // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2016,– № 4, – С, 79-84.
3. Тимакова Т, С, Ранняя профессионализация в спорте в свете проблем подготовки талантливой молодежи //Мат. III Всерос. науч.-практ. конф. в формате PDF. – М.: «ЦСТиСК» Москомспорта, 2018, – С, 443-453.

Оценка фенотипических особенностей пловцов в свете перспектив спортивной карьеры (спорт высших достижений)

Тимаков Т.С., доктор педагогических наук, ст. науч. сотрудник. timchita@yandex.ru

ФБГУ ФНЦ Всероссийский Научно-исследовательский институт физической культуры & спорта (ВНИИФК), Москва

***Аннотация.** В статье рассматриваются факторы фенотипического влияния на достижения молодых талантов в профессиональном спорте. В их состав мы включили особенности соматотипа, протекания онтогенеза в период пубертатного развития, соответствия личностной готовности к условиям профессиональной деятельности. Игнорирование любой составляющей, в частности, психоэмоционального компонента способно влиять на ход спортивной карьеры.*

***Ключевые слова:** биологическое развитие – конфликт потенциалов развития и требований профессионального спорта – спортивная мотивация и психоэмоциональное выгорание – фенотипическая изменчивость.*

Введение

В развитии спорта высших достижений (СВД) важнейшей задачей является рост качества подготовки талантливой молодежи, снижая ее отсев в силу применения неадекватных возможностям спортсмена тренировочных и соревновательных нагрузок. Верификация итогов ранее проведенного отбора на этапе комплектования контингента для подготовки и участия в Олимпийских играх показала, с одной стороны, существование критериев отбора, обладающих реальной информативностью относительно прогноза составляющих успех спортсменов, а, с другой стороны, наличие множества просчетов в их подготовке [1]. В указанной работе применение методологического инструментария на основе системного анализа позволило выявить индивидуально-типологические различия спортивных групп (кластеров) с разным потенциалом успеха выступлений на мировой арене. Так, среди контингента спортивной элиты в лыжных гонках особенностью победителей олимпийского уровня была их принадлежность к более сложной фенотипической организации с приоритетом проявлений деятельности когнитивно-ментальных процессов. Сегодня психологи все чаще отмечают у одаренных спортсменов наличие такого интегрального свойства психической деятельности, как спортивный интеллект. Такого рода одаренность позволяет спортсменам при высокой экономичности действий осуществлять деятельность особо эффективным способом. Вместе с тем исследования показали и весьма серьезные просчеты в работе тренерского состава относительно учета психоэнергетической цены спортсмена занятиями профессионального спорта [2].

Наши наблюдения последних лет показывают, что среди представителей плавательной элиты тенденции к усложнению их фенотипа и повышению его вариативности не снижается [3, 4]. Возможно, такой направленности отбора (по сравнению с предыдущими поколениями пловцов) способствуют кардинальные изменения в системе их подготовки, а также широкое участие в коммерческих стартах с принципиально иным принципом выступлений [5]. И как результат, на этом фоне нередко в период прохождения юными и молодыми талантами сложных моментов пубертатных фаз возникают кризисные проявления в ходе их карьерного роста [6]. Особый вклад в эту ситуацию вносит факт темпо-ритмового разнообразия прохождения зон онтогенеза в пубертатном периоде, тем самым расширяя спектр фенотипической изменчивости молодых талантов [7]. Целью исследования – на примере особо одаренных молодых пловцов показать их фенотипические особенности со стороны

соматической организации, возрастных различий прохождения пубертатного периода и реакции на нагрузку и стрессоподобные условия.

Методы

На протяжении 2016-2019 гг. проведены соматометрические обследования пловцов из состава групп олимпийского резерва и сборной команды страны. В программу входила также оценка определения их биологического возраста по разработанной нами 9-балльной шкале [1]. В качестве критерия оценки их психоэмоционального состояния мы выбрали показатели спектра мотивационной сферы и психоэмоционального выгорания [8, 9]. Современные исследования подтверждают целесообразность использования показателей вегетативного ответа в качестве реакции организма на продолжительные воздействия профессиональных стрессов умеренной интенсивности [10]. С другой стороны, спортивные психологи рассматривают именно этот компонент свойств личности тем центральным ее звеном, который отражает степень готовности спортсмена к реализации поставленных перед ним задач, адекватности его ресурсным возможностям [11,12]. При тестировании свойств личности по методике М. Люшера проводили на основе цветовыбора расчет коэффициент вегетативного баланса по К. Шипошу [13, 14]. На материале данных теста «Почему я занимаюсь спортом» у более, чем 100 пловцов из разных регионов страны, нами была разработана 7-уровневая шкала оценки суммарной выраженности мотивационного компонента спортсмена [15].

Обозначения: БВ – биологический возраст, баллы; ПВ – паспортный возраст, лет; $\Sigma_{звнтр}$ – сумма баллов оценки мотивов внутреннего свойства («знание», «компетентность», «увлеченность, интерес»; $\Sigma_{звнш}$ – сумма баллов оценки мотивов внешнего свойства («идентификация», «интроекция», «внешние воздействия»); **ОСБ** - общая сумма баллов оценки всех мотивов занятий спортом; **АМт** – показатель амотивации как признак безразличия, слабой значимости мотивов занятий спортом. В тесте на «выгорание» признак 1 означает снижение чувства собственных достижений, неуверенности в своих возможностях. Величина 18 баллов и выше указывает на высокий уровень его снижения. Признак 2 означает собственно показатель психоэмоционального/ физического выгорания, значения от 15 баллов и выше свидетельствуют о высоком уровне выгорания. Признак 3 – указывает на степень снижения ценности спортивных достижений, высокая степень снижения – от 15 баллов. Суммарно – высокий уровень выгорания определяется величиной от 43 баллов, низкий – от 26 баллов и меньше.

Результаты

В таблице 1 приведены показатели соматотипа, биологического возраста большой выборки пловцов мужского пола (n=96 чел.), ранее выступающих на дистанции 400 м комплексного плавания. Данная дисциплина соревновательных программ является одной из координационно и функционально наиболее сложных дистанций соревновательных выступлений пловца. Поскольку исследование ориентировано на тип телосложения, в таблице приведены, прежде всего, расчеты в виде пропорций сегментов тела относительно его длины. Таким образом, среднестатистические данные будут служить нам определенным ориентиром при оценке параметров современных представителей российской элиты.

Таблица 1. Морфофункциональные показатели и пропорции строения тела пловцов высокой квалификации (М, σ)

ПВ, лет	БВ, балл	Спорт стаж, лет	Длина тела, см	Вес, кг	Обхват груди, см	Относительные размеры параметров тела, %					Плече/тазов. индекс.
						руки	кисти	стопы	Ширина		
									плеч	таза	
18,0	6,5	6,9	179,0	72,7	95	44,7	11,0	15,5	22,9	16,3	1,41
$\pm 3,4$	$\pm 1,3$	$\pm 2,7$	$\pm 6,2$	$\pm 7,2$	$\pm 4,2$	1,04	0,38	0,45	0,90	0,65	0,07

В таблице 2 приведены данные пяти российских пловцов, которые при исходном тестировании входили в состав юношеских и молодежных команд страны, а затем в разные годы обследуемого периода вошли в состав сборной страны, по квалификации «МСМК» и «ЗМС». Отметим, что все спортсмены в возрасте 14-16 лет были лидерами своих возрастных групп. Их отличительной чертой является склонность к определенному универсализму относительно всех способов плавания и проявление уже в подростково-юношеском возрасте высоких скоростных возможностей при выраженной астении строения тела. Лишь один пловец (п/н 4) специализируется на дистанции 400 м комплексного плавания, успешно выступая также на дистанции 200 м разными способами плавания.

Таблица 2. Возрастные показатели биологической зрелости, размеров и пропорций тела в группе пловцов высокой квалификации

п/н сп-на	ПВ, лет, мес.	БВ, балл	Длина тела, см	Вес, кг	Обхват груди, см	Относительные размеры параметров тела, %					
						руки	кисти	стопы	Ширина		Плече/тазов.
									плеч	таза	
1.1	14.7	5,25	185,0	71	95	44,5	11,2	15,6	22,1	15,8	1,40
1.2	15.5	5,5	188	74	96,5	44,3	11,0	15,4	22,7	16,2	1,40
2.1	15.6	5,0	187	76	98,5	45,2	11,4	15,8	23,8	15,9	1,50
3.1	14.9	5,0	182	73	97,0	44,7	10,8	15,0	24,7	16,3	1,51
3.2	15.6	6,0	185	80	102	44,6	10,7	15,4	24,5	15,9	1,54
4.1	16.5	5,75	184	75	96	44,5	11,2	15,5	23,0	15,0	1,54
4.2	17.7	6,0	185	75	96,5	44,4	11,0	15,4	24,2	15,9	1,52
4.3	18.6	6,5	187	77	98	44,5	11,0	15,2	24,1	16,3	1,48
4.4.*	19.3	7,25	187	76	99	44,4	10,8	15,3	24,4	16,6	1,47
5.1	16.7	6,25	193	77	96	45,0	11,2	15,8	21,8	16,6	1,31
5.2*	17.6	7,5	195	80	100	44,8	11,2	15,8	22,3	16,7	1,34
5.3**	18.5	7,75	196	83	100	45,0	11,1	15,7	23,2	16,8	1,39
М	16.6	6,15	187,8	76,4	97,8	44,8	11,05	15,5	23,4	16,2	1,45

Примечание: * означает возраст попадания в основной состав страны; ** возраст достижения результатов мирового уровня

Если сравнить данные пловцов прежних лет с задатками универсального типа и пловцов последнего поколения, то в глаза бросается существенное увеличение длины тела у современных спортсменов при относительно меньших различиях массы тела и обхватов грудной клетки. При этом по возрасту в среднем они также моложе (M=16.6 лет). Только данные последних срезов двух пловцов превышают возраст 18 лет. Сопоставление показателей биологического возраста относительно паспортного (БВ=6,15 балла) указывает в целом на нормальный темп созревания в подростково-юношеском возрасте. Просмотр данных двух пловцов с повторными срезами (п/н 4 и 5) позволяет отметить, что пловец, специализирующийся на дистанции 400 м комплексного плавания, по темпу созревания отличается признаками ретардации. Напротив, пловец уникальной одаренности, установивший за год восемь высших мировых достижений не только среди юниоров, но и среди взрослых, напротив, характеризуется ускорением темпа биологического развития.

Что касается пропорций тела, то за исключением ширины плеч и плече /тазового индекса, их значения у пловцов разных поколений мало чем отличаются. Но при этом именно размеры плеч и таза, величина их соотношения в группе пловцов последнего указывают на некоторые различия. Так, среди самых молодых пловцов преобладают атлетические пропорции строения тела. При этом пловец с п/н 3 в возрасте 15,5 лет установил ряд юношеских рекордов мира и выполнил норматив «МСМК», а через год он уже стал призером взрослого Чемпионата мира, выиграв у многих взрослых и известных олимпийцами спортсменов. Пловцы с п/н 1 и 2, будучи его ровесниками, напротив, отличались замедленными темпами биологического созревания, и на равных выступили на Кубке страны в октябре 2020 года, неожиданно опередив многих хорошо известных пловцов. Что касается пловца п/н 5 с явными признаками долихоморфии в строении его тела и стремительным ускорением биологического созревания в возрасте 18 лет, то после серии выдающихся достижений он был вынужден снизить нагрузки и активность своих выступлений. Однако старты осенью 2020 г. дают надежду на восстановление его спортивной формы.

Анализ индивидуальных особенностей спортсменов по свойствам личности и психоэмоциональной реакции на выполняемые нагрузки, включая обширное участие в соревновательных стартах, также свидетельствует об их существенных различиях. Наиболее полно мы имеем данные обследований пловцов под п/н 3, 4 и 5. Так, по методике цветовыбора Макса Люшера пловец под п/н 3 отличается особым жизнелюбием при избыточной эмоциональной реактивности. Остро протестует при попытке ослабить его поведенческую активность и влиять на его независимость. При этом всегда целенаправлен на достижение побед, обладая способностью преодоления препятствий, самостоятельностью и состоятельностью своих лидерских амбиций. При этом обладает повышенной чувствительностью и ранимостью. Несмотря на избыточное стремление к самоутверждению себя как личности, среди сверстников пользуется симпатией и авторитетом. Его жизнеутверждающее начало проявилось при тестировании на спортивную мотивацию. Так, при первичном и повторных тестированиях по опроснику «Почему я занимаюсь спортом» общая сумма баллов у него варьировала в пределах 143-152 баллов, указывая на весьма высокий уровне его спортивной мотивации. При этом по результатам опросника на психоэмоциональное/физическое утомление его суммарный показатель указывал на некоторую тенденцию к росту степени психического напряжения (23→34 балла).

В таблице 3 и 4 представлены результаты тестирования на протяжении пяти лет спортсменов под п/н 4 и 5, отличающихся между собой особенностями соматотипа и характера биологического развития, а также свойствами личности, ее нервно-психическим компонентом. Различия типологии соответственно нашли свое отражение в выборе их плавательного амплуа [6]. Оба спортсмена тренируются у одного и того же тренера. Стаж занятий спортом с начала обучения плаванию у обоих спортсменов 14,5 лет.

Спортсмен с п/н 3 по данным методики М. Люшера отличается особым педантизмом и старательностью, трудно поддается внешнему воздействию. Доминирует целеустремленность, способность к волевым напряжениям ради достижения успеха и самореализации. Характерно, что по результатам 8-цветного теста М. Люшера на протяжении всех 5 лет его цветовыбор практически неизменен (32415607 в 2016-2017гг. и 32415067 в остальные годы) при абсолютной стабильности показателя вегетативного баланса по методу К. Шипоша (1,0 у.е.). Таким образом, при признаках баланса обоих отделов вегетативной нервной системы у спортсмена наблюдаются признаки определенной ригидности и консерватизма. Что касается некоторой ретардации по темпу биологического созревания, то спортсмен воспринимает данный факт с полным пониманием. Однако по сравнению с пловцами-сверстниками при его астеническом строении тела (187см и 77 кг) у него существенно отстают силовые показатели и мышечная масса.

Анализ спектра мотивов занятий спортом у спортсмена нуждается в определенных комментариях с позиции знания его индивидуальных особенностей. Что касается критериев мотивации, то по мере достижения определенных спортивных высот и включения его в состав сборной команды страны мы наблюдаем картину ипохондрических сдвигов настроения. Причем, судя по показателям степени выгорания, у спортсмена нет оснований жаловаться на чрезмерные нагрузки. На фоне снижения его мотивации одновременно вырос показатель амотивации с низких (6-7 баллов) до относительно больших значений (10 баллов). При собеседовании данный факт спортсмен объясняет кажущейся ему несправедливостью со стороны руководства, не включивших его в состав участников чемпионата мира.

Таблица 3. Показатели мотивационной сферы и эмоциональной нагрузки пловца с замедленным темпом полового созревания, в баллах

Год, обслед.	ПВ,	Внутренние мотивы				Внешние мотивы				Σ_6	Показатели выгорания			
		1	2	3	$\Sigma_{звтр}$	1	2	3	$\Sigma_{звн}$		1	2	3	ОСБ
2016	16.5	18	22	24	64	20	20	19	59	123	8	5	7	20
2017	17.7	20	21	21	62	19	16	20	55	117	10	6	7	23
2018	18.6	20	19	21	60	18	11	17	46	106	11	7	6	24
2019	19.5	16	15	17	48	14	10	10	34	82	10	9	10	29
2020.06	20.4	15	16	16	47	13	13	12	38	85	9	8	6	23

В таблице 4 аналогичным образом представлена картина изменения показателей мотивации у спортсмена п/н 5, ЗМС, весьма талантливого, но сложного по характеру фенотипа, отличающегося избыточной чувствительностью и лабильностью нервной системы. Пловец универсального типа, выступающий на средних и коротких дистанциях. Начиная с 2018 г. является одним из сильнейших пловцов мира. Наиболее ярко его различия проявились при анализе показателей 8-цветного теста М. Люшера, который, тем не менее, отличается устойчивостью к выбору в первой паре желтого цвета в сочетании с красным, отражающих стремление к независимости, свободе действий, к переменам и интенсивным, ярким переживаниям. В целом, вся гамма его цветовыбора указывает на то, что его деятельность должна приносить ему чувственное удовольствие и интерес, а средства достижения цели регулируют повышенная чувствительность и склонность к методичности и самоконтролю (выбор второй пары красного и синего цветов). Характерно, что при этом за пять лет наблюдений у спортсмена отмечена устойчивость цветовыбора первой (43) и последней пар (76). Однако на фоне усталости последних лет и снижения психоэмоционального потенциала

у него появилась потребность в самоидентификации (сочетание фиолетового и черного цветов), рассматриваемую в данном контексте как «внутреннее понуждение» [13, 14]]. Одновременно у него рос и показатель амотивации. Но при этом расчет показателя вегетативного баланса по методу Шипоша характеризует стабильное преобладание у него влияния симпатического тонуса (1,36 у.е). Отметим, что, несмотря на блестящие достижения, особенно в 2018 г., в профессиональной карьере не все шло гладко. Бурный рост его достижений совпал с ярко выраженным ускорением процессов полового созревания при отсутствии явных признаков изменения его морфофункционального состояния. Практически, как правило, у большинства спортсменов такой переход в зону оптимальной биологической зрелости занимает несколько лет. Будучи лидером в большом диапазоне плавательных дисциплин спортсмен принял за год участие в огромном количестве соревновательных стартов. И, как видно из материалов таблицы, высокая напряженность сезона не замедлила отразиться на характеристиках его психоэмоционального состояния. К сожалению, подобная ситуация не была учтена в ходе его участия в соревновательном процессе.

Таблица 4. Показатели мотивационной сферы и эмоциональной нагрузки пловца (змс) со сложной скоростью протекания процессов полового созревания, в баллах

Год, обл	ПВ, год	Внутренние мотивы				Внешние мотивы				Σ ₆	Показатели выгорания			
		1	2	3	Σ _{звнт}	1	2	3	Σ _{звн}		1	2	3	ОСБ
2016	16.7	20	17	14	51	15	17	14	46	97	8	7	12	27
2017	17.6	18	19	15	52	13	17	14	44	96	7	10	7	24
2018	18.4	20	17	14	51	14	18	15	47	98	6	12	12	30
2019	19.3	12	11	13	36	7	11	12	30	66	14	17	19	50
2020	20.1	8	11	7	26	7	13	6	26	52	13	13	12	38

На протяжении практически всего года участие спортсмена в соревнованиях, его интенсивные тренировки между выступлениями во множестве соревновательных стартов отразились не только снижением его психоэмоционального состояния и мотивации (ОСБ = 66 баллам), но и уверенности в себе, в ценности самих высших достижений (14 и 19 баллов, 1-ый и 3-ий критерии выгорания). Но при этом динамика показателя амотивации у спортсмена носит несколько парадоксальный характер. Так, в возрасте 16-17 лет ее показатель свидетельствовал о неопределенности его целевой направленности занятий в спорте (13 и 18 баллов), тогда как в период снижения психоэмоционального потенциала и физических сил, напротив, наметилась тенденция к его повышению до 11-12 баллов.

Обсуждение результатов

Как известно, сугубо индивидуальный ход развития спортсмена в сложнейший период онтогенеза плохо вписывается в стандарт известных возрастных трендов развития, тем самым снижая возможности прогноза динамики роста спортивных достижений и оценку дальнейшей перспективности спортсменов. В представленных исследованиях на примере сложной ситуации с ковидом показана картина негативного влияния возникшей ситуации на психоэмоциональное состояние спортсменов самой высокой квалификации [6]. В зависимости от компетентности и понимания тренером роли психоэмоционального состояния им определяется выбор тактики выхода из столь неординарной ситуации, которая скажется на

восстановлении спортивной формы его подопечных. Однако динамические наблюдения показывают, что в условиях обычного тренировочного процесса и увлеченности ростом спортивных достижений у спортсмена может развиваться не менее острое неблагополучие в его психическом состоянии. При важности и актуальности для тренера информации по анализу соматических особенностей спортсмена (пропорций тела, состава активной и жировой масс тела и пр.), а также его биологического возраста, у немалой части тренеров, работающих с талантливой молодежью, не возникает особого интереса к оценке психоэмоционального состояния спортсмена. Но, естественно, при использовании теста в качестве оценочного состояния психоэмоциональной сферы следует учитывать все факторы влияния, в том числе и сугубо субъективного свойства характера спортсмена. Особенно часто тренеры игнорируют выявленную картину негативного динамизма состояния спортсмена в периоды его взросления и роста спортивных результатов. Тем самым некоторые тренеры не обращают внимания на предупреждения о неблагополучии психофизиологического статуса у спортсмена при установлении выраженного снижения психоэмоционального тонуса и мотивационного настроя [10].

Несмотря на пандемию, 16-17 октября 2020 г. в Минске состоялся очередной XXV международный конгресс «Олимпийский спорт и спорт для всех». Особое внимание специалистов привлекло выступление польского ученого Йежи Садовски на тему «Идентификация и развитие таланта: актуальность проблемы». Его содержание было весьма созвучно нашим выводам по итогам верификации результатов обследования в рамках проведения мероприятия по предолимпийскому отбору [1, гл.7]. Суть выступления проф. Садовского заключалась в констатации неоднозначности представлений об осуществлении раннего прогноза спортивной одаренности у детей и подростков. По его мнению, оценку их перспективности следует проводить на протяжении всех лет занятий спортом. Второй его вывод заключался в необходимости строго индивидуального подхода к выбору средств и методов в процессе тренировок. Высокие спортивные результаты в подростково-юношеском возрасте стимулируют форсирование подготовки, в результате чего отсев среди одаренных юных и молодых спортсменов, по его мнению, недопустимо велик. И как отмечено им в докладе, существующая система подготовки талантов по методологии далека от оптимальной, поскольку необходим сугубо индивидуальный подход к каждому таланту.

Известный польский ученый в своих суждениях далеко не одинок. Можно сослаться и на наших известных ученых, которые в свое время много писали о необходимости бережного обращения с талантами. И в настоящее время немало публикаций посвящено этой весьма и весьма актуальной проблеме [16].

Выводы

Изменение соматических характеристик у современных одаренных спортсменов в сторону астении и долихоморфии сочетается с проявлениями сугубо индивидуальной картиной прохождения зон в разных фазах пубертатного периода. При этом их фенотипическую сложность отличает повышенная чувствительность систем организма, что требует учета их индивидуальной отзывчивости на все применяемые воздействия, на особый режим жизни спортсмена. Простые психологические тесты способствуют установлению ранних признаков возникновения у спортсмена неблагоприятных процессов дезадаптации, учет которых позволяет не допускать таких опасных явлений, как чрезмерное утомление и перетренировка.

Список литературы

1. Тимакова Т.С. Факторы спортивного отбора или Кто становится олимпийским чемпионом. – М., Спорт, 2018. – 288 с.
2. Тимакова Т.С. О необходимости повышения компетентности тренера в оценке динамики психологических состояний спортсменов //«Вестник спортивной науки». - № 6/2011.- М., Советский спорт.– С.8-12.

3. Тимакова Т.С. Ранняя профессионализация в спорте в свете проблем подготовки талантливой молодежи //Мат. III Всерос. науч.-практ. конф. в формате PDF. –М.: ГКЦ «ЦСТ и СК» Москомспорта, 2018. – С.443-453.
4. Тимакова Т.С. Спорт в отражении динамизма фенотипических сдвигов современного человека.// «Теория и практика физической культуры».– 2•2017. С.59-61.
5. The Swimming science: optimizing training and performance /edited by G. John Mullen. – The University of Chicago Press: 2018. – 192 p.
6. Тимакова Т.С. Роль возрастной гетерохронии в кризисных проявлениях спортивной карьеры //«Вестник спортивной науки».– № 5/2020.- М., Спорт.– С.12-17.
7. Тимакова Т.С., Тарасова Л.В. Филогенетические проявления в адаптации к специфике спортивной деятельности (на примере специализации в стрельбе из лука и в спортивном плавании). – Сб. науч. трудов «Актуальные вопросы антропологии». – Вып.15 //Институт истории НАН. – Минск: «Белорусская наука», 2020. – С. 329-341.
8. Pelletier L.G., Fortier M.S., Vallerand R.J., Tuson K.M., Briere N.M., Blais M.R. Toward a new measure of intrinsic motivation, extrinsic motivation, and amotivation in sport: the motivation scale (SMS).– Journal of Sport and Exercise Psychology, 17, 1995.– Pp. 35-53.
9. Raedeke T.D., Smith A.L. Development and Preliminary Validation of an Athlete Burnout Measure /Thomas D. Raedeke and Alan L. Smith. //J. of Sport and Exercise Psychology, 23.– Pp.281-306.
10. Дикунец М.А., Дудко Г.А., Шачнев Е.Н., Мякинченко Е.Б., Лянг О.В. Анализ гипотез развития синдрома перетренированности. //Журнал «Спортивная медицина: наука и практика». – Т. 9 № 2.– 2019.– С.5-14.
11. Ильин Е. П. Дифференциальная психология профессиональной деятельности. – СПб, Питер, 2006. –223 с.
12. Филиппова Н.И., Григорьев Д.М., Курлович Ю.В. Психологическая подготовка легкоатлетов в беге на длинные дистанции / Мат. IX Всерос. науч.-практ.конф. с междунар. участием «Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теория и практика реализации (29-30 ноября 2019, г. Краснодар).– С.358-360.
13. Драгунский В.В. Цветовой личностный тест: Практическое пособие.– Мн: Харвест, 2004. – 448 с. – (Библиотека практической психологии).
14. Люшер, Макс. Какого цвета ваша жизнь. Закон гармонии в нас. Практическое руководство /пер. с нем.–М.: НИРО, 2003. – С. 252.
15. Тимакова Т.С. Простые психологические тесты в комплексной оценке состояния спортсменов (на примере спортивного плавания). - «Спортивный психолог». – 2019. – №2 (53). – С.21-26.
16. Юров И.А., Мельников В.М. Психопрофилактика в спорте высших достижений.–// Мат. IX Всерос. науч.-практ.конф. с междунар. участием «Ресурсы конкурентоспособности спортсменов: теория и практика реализации (29-30 ноября 2019, г. Краснодар).– С.383-386

Annotation. *The article considers factors of influence at the potential of achievements of young talents in professional sports. In their composition, we included the features of the phenotype from the perspective of modern requirements of high-performance sports, the individual peculiarities during puberty development of athletes, and the personal readiness to the conditions of professional activity. Ignoring any component, in particular, the psycho-emotional component leads to regressive manifestations in the course of a sports career.*

Keywords: *biological development – conflict of development potentials and requirements of professional sports– sports motivation and psychoemotional burnout – phenotypic variability.*

К вопросу показателей соревновательной деятельности яхтсменов-гонщиков высокой квалификации (подготовка спортивного резерва)

Томилин К.Г., канд. пед. наук, доцент, tomilin-47@bk.ru

ФГБОУ ВО Сочинский государственный университет, Сочи

***Аннотация.** В работе выявлены «слабые звенья» в подготовке отечественных гонщиков, выезжающих на Олимпийские регаты: – «эффективность» владения спортивной техникой (результат выхода на 1-й знак и приход к финишу), а также «стабильность» выполнения спортивно-технических приемов (стандартное отклонение выхода на 1-й знак и прихода к финишу за регату). Разработаны «модели соревновательной деятельности Олимпийского чемпиона 2008 года» в Китае, и 2012 года в Великобритании. Даны рекомендации для гонщиков резервного состава сборной команды России по парусному спорту.*

***Ключевые слова:** яхтсмены, показатели соревновательной деятельности, модели олимпийских чемпионов 2008 и 2012 годов.*

Введение

В биомеханике спорта важнейшими показателями спортивно-технического мастерства, по мнению Д.Д. Донского и В.М. Зацюрского [5] являются «эффективность» владения спортивной техникой, а также «освоенность техники», где «стабильность» выполнения спортивных приемов напрямую влияет на успешность выступления атлетов на Олимпийских играх. В парусном спорте результат гонщиков зависит от многих составляющих [1, 9, 10, 14–19 и др.] и дополнительно существуют объективные причины, усложняющие достижение высоких результатов на мировой арене.

В России подготовка спортивного резерва в парусном спорте является сложной задачей. Это вызвано большими просторами нашей Родины (требующей многодневных переездов и перевоза яхт на соревнования), а также климатическими условиями проведения всероссийских и региональных регат, когда, начиная с детских классов, яхтсмены вынуждены гоняться по тихим ветрам при малом флоте. В то время как Европейские гонщики имеют возможность широкого календаря международных парусных регат, в различных ветровых условиях (в сильный, в средний и слабый ветер) при большом скоплении яхт. Что требует коррекции средств и методов подготовки спортивного резерва в отечественном парусном спорте, с учетом «слабых звеньев», которые негативно проявляются на крупнейших регатах мира.

Целью исследований является выявление «слабых звеньев» в подготовке отечественных гонщиков, выезжающих на Олимпийские регаты.

Методика и организация исследования

Проведен анализ протоколов Олимпийской парусных регат 2012 года в Великобритании (характеризующейся ровным, ближе к среднему силы ветром), и 2008 года в Китае (проходившей по тихим ветрам). Где Российские яхтсмены имели возможность выступать сравнительно большими командами. Определялась суммарная «эффективность» владения спортивной техникой (результат выхода на 1-й знак и приход к финишу), а также «стабильность» выполнения спортивно-технических приемов на Олимпийской регате (стандартное отклонение выхода на 1-й знак и прихода к финишу за регату). Рассчитывались обобщенные «Модели соревновательной деятельности Олимпийского чемпиона 2012 года» в Великобритании и 2008 года в Китае. Давались рекомендации по подготовке спортивного резерва сборной команды России по парусному спорту.

Результаты и их обсуждение

Призеров Олимпийской парусной регаты 2012 года в Великобритании характеризовал блестящий выход на 1-й знак, с передвижением к лидерам флота на других участках дистанции (не более 2–4 мест). Средний приход на первый знак и на финиш у чемпионов был 6,2/6,7 и 4,0/4,8; для второго призера 6,4/5,2 и 4,4/3,7; для третьего призера 9,1/5,9 и 6,4/5,1. □

Российских яхтсменов отличал неудачно выполненный старт и провал на первой лавировке. И, как правило, проигрывать своим зарубежным конкурентам на полных курсах. Выход на первый знак и на финиш, в среднем по команде, 22,0/10,0 и 22,7/8,6. Обращает на себя низкая «стабильность» выполнения спортивно-технических приемов на Олимпийской регате (стандартное отклонение выхода на 1-й знак и прихода к финишу за регату), которая практически, в два раза хуже, чем у победителей регаты.

В классе «470» (мужчины) выход на 1-й знак и финиш составляли 17,8/6,9 и 15,5/6,7; в классе «Финн» 14,1/6,5 и 17,5/4,8; «Лазер» (мужчины) 29,8/10,3 и 27,1/7,5; «Лазер-Р» (женщины) 28,3/10,5 и 31,7/6,3; парусная доска «RS:X» (мужчины) 20,1/11,0 и 20,6/10,4; парусная доска «RS:X» (женщины) 21,7/4,5 и 23,5/3,1. □ Что не позволяло отечественным гонщикам надеяться на награды Олимпиады.

Хорошей иллюстрацией взаимосвязи успеха в гонке от блестящего старта и выхода на 1-й знак в числе лидеров является выступление Дмитрия Полищука выступавшего в классе парусных досок «RS:X» (рис. 1) □ 14 □. Средний приход на первый знак и на финиш 20,1/11,0 и 20,6/10,4; 20-е место на Олимпийской регате 2012 года.

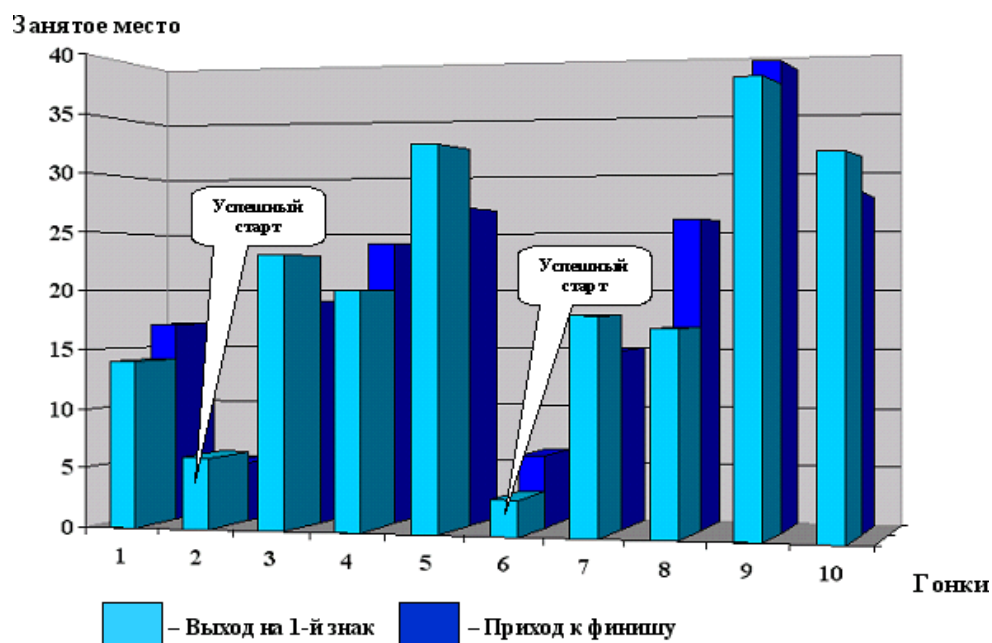


Рисунок 1 - Успех в гонке в зависимости от хорошего выхода на 1-й знак у Д. Полищука (Олимпийская регата 2012 года)

Если яхтсмен неплохо провел старт и вышел в 5-ке лидеров (во 2-й и 6-й гонках) то приход к финишу у него также был успешным. Неудачи на старте и первой лавировке (5-я, 9-я, 10-я гонки) не давал ему финишировать лучше 27 места. Снова обращает на себя низкая «стабильность» нашего спортсмена, как при выходе на 1-й знак, так и по приходам к финишу.

При расчете обобщенных «Моделей соревновательной деятельности Олимпийских чемпионов» учитывалось количество яхт соперников, которых надо было опередить для победы. Количество оставленных за кормой конкурентов на финише у призеров Олимпийской регаты 2012 г. составило 84,6/5,9 % (1 место), 83,3/6,7 % (2 место), 76,0/9,3 % (3

место). Если для Олимпийских чемпионов опережение 84,6 % своих конкурентов на финише принять за 100 % победу, то факт оставления за кормой 76,9 % своих соперников на 1-м знаке будет обозначать 90,9 % в достижении Олимпийских медалей и еще 9,1 % яхт они обгоняли на других участках дистанции.

Если сделать попытку расчета обобщенной «модели соревновательной деятельности Олимпийского чемпиона 2012 года», то (по мнению трехкратного Олимпийского чемпиона В. Манкина и заслуженного тренера России О. Ильина) 10 % на 30–50 процентов преимущество давал хороший старт. И после успешного прохождения первой лавировки устойчивые позиции в лидерах флота обеспечивали до 90,9 % успеха в Олимпийской гонке (рис. 1). Как показали исследования, оставшиеся 9,1 % добирались в успешных перемещениях на лавировках – 4,1 % и полных курсах – 5,0 %.

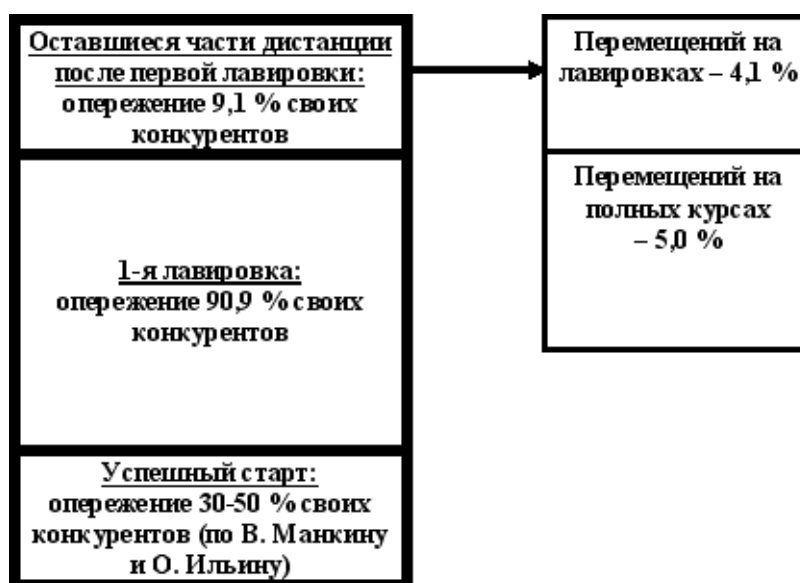


Рисунок 2 - «Модель соревновательной деятельности Олимпийского чемпиона 2012 года» в Великобритании

Безусловно, показатели выхода на 1-й знак были различные в зависимости от класса парусных судов, возраста спортсменов, а также наличия в экипажах женщин.

На рис. 3 представлены данные о вкладе первой лавировки (%) в достижение успеха на Олимпийской регате 2012 года (по классам судов). Наихудшие показатели наблюдались в классах «Звездный» и «49-er»; наилучшие у досочников выступающих в классе «RS:X» среди мужчин и женщин, а также в классе «470» среди женщин. Но в любом случае, вклад первой лавировки в достижение успеха на главной парусной регате 4-х летия не был ниже 79 % [14].

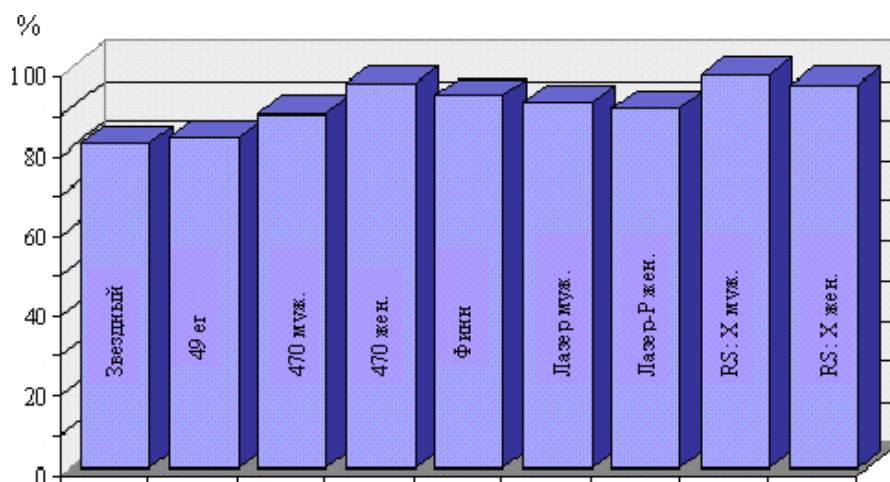


Рисунок 3 - Вклад первой лавировки (%) в достижение успеха победителей Олимпийской регаты 2012 года (по классам судов)

Если проанализировать показатели соревновательной деятельности на Олимпийской регате в Китае 2008 года (которая была очень сложной и проходила, в основном, по крайне тихим ветрам) большинство призеров во всех классов судов также выделял отличный выход на 1-й знак, который дополнялся продвижением во флоте к лидерам и на других участках дистанции (как правило, в пределах 2–4 мест не более).

В тихий ветер были «подарки судьбы», на которые очень надеются некоторые гонщики. Например, в первой Олимпийской гонке 2008 года в классе «Финн», «подарками судьбы» на последнем фордевинде были для польского яхтсмена продвижения вперед на 11 мест; для яхтсмена из США – улучшение на 13 мест; для греческого спортсмена, занявшего 1-е место в этой гонке, возможность отыграть 21 позицию. Во второй гонке спортсмены из Польши и Канады выдвинулись вперед на 11 мест; но затем поляк умудрился скатиться на 14 позиций вниз. Португалец в классе «Лазер» в 9-й гонке отыграл 17 мест. В классе «470» среди мужчин британский экипаж на второй лавировке 10-й гонки выдвинулся на 13 мест вперед.

Но таких «подарков судьбы» (9 и более мест), как показывает статистика, для лучших гонщиков мира, во всех классах, выступающих в сложных штилевых условиях 2008 года, за всю регату составило менее 1 %. Если анализировать выступление чемпионов Олимпиады, то получится 10 раз меньше – 0,1 %. По воле фортуны Олимпийские медали не получают. И для лидера после удачной лавировки идет рутинная работа по удержанию своего места во флоте и, по возможности, перемещение всего на 1–2 места вперед.

Средний приход на первый знак и на финиш у чемпионов 2008 года был близок к показателям победителей 2012 года. Для отечественных гонщиков средний приход на первый знак и на финиш в классе «Инглинг» составил 9,14,9 и 7,44,4 (это лучший их наших экипажей). «Лазер» (мужчины) 18,012,8 и 14,810,8; «Лазер-Р» (женщины) 18,318,9 и 21,816,9; «Финн» 13,319,1 и 15,815,0; парусная доска «RS:X» (женщины) 18,615,0 и 22,312,0; парусная доска «RS:X» (мужчины) 30,413,8 и 31,412,2; «470» (мужчины) 17,218,6 и 18,415,6. Что опять указывает на низкую «эффективность» владения спортивной техникой, а также недостаточную «стабильность» выполнения спортивных приемов Российских гонщиков.

При расчете обобщенной «Модели соревновательной деятельности Олимпийского чемпиона 2008 года» (в среднем по всем классам), снова предполагаем, что 30–50 процентов успеха давал хороший старт, что в сочетании с хорошо выполненной первой лавировкой обеспечивало до 87,9 % успеха уже сразу после огибания 1-го знака. Остальные 12,1 % выигрывались на лавировках – 4,7 % и полных курсах – 7,4 % (рис. 4) 19

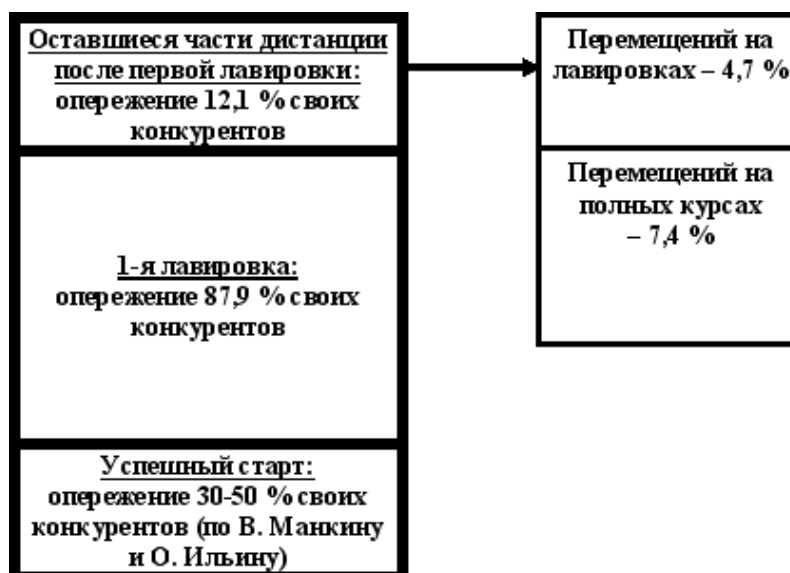


Рисунок 4 - «Модель соревновательной деятельности Олимпийского чемпиона 2008 года» в Китае

Расчет коэффициента корреляции между выходом на 1-й знак и финишем как для Олимпийской регаты 2012 года, так и 2008 года выявил высокую прямую взаимосвязь (при $p < 0,001$). Пилотные исследования показали, что изменение вклада первой лавировки в достижение победы мало меняется от одной Олимпиады к другой, и, как правило, находится в диапазоне 85–95 %; в редких случаях приближается к 100 %. На Олимпийской регате 2004 года в Греции победитель класса «Финн» имел на первом знаке 87,7 % успеха; на Олимпиаде 1988 года в Южной Корее – 97,3 %. Из наименьших показателей успешности выхода чемпионов на первый знак (за 20 лет такого анализа в КНГ) был результат Виктора Потапова в классе «катамаран «Торнадо» на XXXI Балтийской регате, в Таллинне. Этот спортсмен традиционно стартовал с третьего эшелона в сторону от флота, и вклад первой лавировки в достижение победы на той регате у В. Потапова составил 74,4 %.

«Модели соревновательной деятельности Олимпийских чемпионов» показывают, что вся система подготовки отечественных гонщиков к Олимпиадам 2012 и 2016 гг. нуждалась в существенной коррекции. Был забыт интереснейший спортивный опыт Валентина Манкина, тратившего до 45 % времени на воде (а он на воде тренировался больше всех) для совершенствования стартов: «старт с места»; «старт с хода», в различных зонах стартовой линии; «старт при большом скоплении судов» [16]. А также богатейший опыт Валентина Манкина уже как тренера (заслуженного тренера СССР), внедрившего перед «Играми доброй Воли-86» подготовку яхтсменов страны на «Лучах». Когда на коллективную тренировку ежедневно выходило 60–80 судов с рулевыми и шкотовыми всех сборных команд страны, и где помногу раз, при большом скоплении яхт отрабатывались 2-х минутные старты (с прохождением 100 метровой лавировки и финишем). А на весенних Всесоюзных регатах, на швертботах-одиночках класса «Луч» гонялось по 120–140 участников.

1200 официальных и 800 тренировочных гонок (коротких и «матчевых» [7, 8]) выполняли с сентября по ноябрь и с февраля по июнь североамериканские яхтсмены – курсанты морской Академии. А во время летних каникул дополнительно принимали участие во всех регатах, проходивших в США (именно это являлось базой и фундаментом, откуда в Америке появлялись лучшие гонщики мирового уровня) [20].

Отработке стартов много внимания уделял 4-х кратный Олимпийский чемпион Паул Эльвстрем: «Я считал, что достаточно технически подготовлен (когда гонялся в классе «Финн»), если при 4-х балльном ветре был в состоянии не менее 3-х минут стоять возле знака, чтобы радиус моих перемещений не превышал полуметра» [16].

Рекомендации по подготовке спортивного резерва сборной команды России

по парусному спорту

Рекомендовать первым номерам в сборной России радикально менять свою систему подготовки – не всегда будет эффективно. У каждого из них сложился многолетний собственный стереотип ведения гонок, и свои привычные подходы к организации учебно-тренировочного процесса и подведения себя к пику спортивной формы. Авторитарная система управления подготовкой команды в нашей стране была разрушена в конце 1990-х годов. И ведущие гонщики, практически, перешли на подготовку, которую ведут Европейские яхтсмены.

Кроме этого «агрессивный» способ выполнения стартовых действий требует определенной психики гонщика, представленной в терминах психогеометрии на рис. 5.



**Z+P Братья
Тышисте
(двукратные
призеры
Олимпийских
игр)**

Сильные стороны: работоспособность, изобретательность (интуитивное принятие правильных решений), исполнительность.
Слабые стороны: недостаточная чувствительность (на руле и шкотах), необщительность.

**P+A Валентин
Манкин
(трехкратный
Олимпийский
чемпион)**



Сильные стороны: исполнительность, работоспособность, напористость.
Слабые стороны: отсутствие чувствительности на руле, на шкотах, в настройке яхты.



**O+Z Виктор
Потапов
(двукратный
чемпион мира,
призер
Олимпийских
игр)**

Сильные стороны: изобретательность (интуитивное принятие правильных решений), чувствительность на руле и шкотах, общительность.
Слабые стороны: низкая работоспособность, отсутствие напористости.

**A+O Олег
Холперский
(чемпион
Европы и
двукратный
призер
чемпионата
мира)**



Сильные стороны: работоспособность, общительность, чувствительность на руле и шкотах.
Слабые стороны: низкая исполнительность, вспыльчивость, чрезмерная доверчивость.

Рисунок 5 - Сильные и слабые стороны специальной подготовленности ведущих яхтсменов страны

На рисунке 5 представлены сильные и слабые стороны специальной подготовленности 3-х кратного олимпийского чемпиона Валентина Манкина, психика которого наиболее подходила для борьбы именно на Олимпийских играх. А также 2-х кратного чемпиона мира Виктора Потапова, добивавшегося побед за счет «ветровой тактики» в большом флоте.

Поэтому наши рекомендации будут направлены на спортсменов спортивного резерва сборной команды. Поскольку психологический фактор при таком подходе к тренировочному процессу является самым главным [2–4, 11–13] то для тренера важно сформировать у своих молодых подопечных устойчивые «установки», (а лучше с детства) и закрепить их «намертво» в мозгу молодых яхтсменов:

- хороший старт – 50 % успеха;
- первые 100 метров после старта строго выполнять выбор приоритетов

(по С.А. Машовцу, с учетом ветра, волнения, положения во флоте) [16];

- отличная лавировка – 80–90 % успеха;
- не проигрывать лидерам полных курсов;
- никакой авантюрной тактики; контролировать соперника (применять «паразитарную тактику»); выигрывать на мелочах.

Сформировать «новые правила игры» для попадания в первый состав сборной команды; большого числа коротких и «матчевых» гонок (как тренировочных, так и официальных); новой системы распределения высококачественной материальной части и выездов на международные регаты. А также сделать переход на «бригадный метод» тренировки яхтсменов, с четким распределением обязанности (и ответственности) между группой тренеров-единомышленников по всем без исключения разделам подготовки квалифицированного спортсмена: работа с материальной частью, техника, тактика, теория, ППГ, психология, общая и специальная физическая подготовка, реабилитация.

Что будет способствовать приходу в российский парусный спорт и подготовка уже других гонщиков, с совершенно иной психикой, очень похожих на Валентина Манкина – напористых, агрессивных бойцов, не боящихся «ближнего боя», техничных, исполнительных, работоспособных, психологически устойчивых [16, 17]. Только такие яхтсмены и могут надеяться на стабильный успех в Олимпийских регатах.

Выводы

На основе проведенных исследований выявлены «слабые звенья» в подготовке отечественных гонщиков, выезжающих на Олимпийские регаты: – «эффективность» владения спортивной техникой (результат выхода на 1-й знак и приход к финишу), а также «стабильность» выполнения спортивно-технических приемов (стандартное отклонение выхода на 1-й знак и прихода к финишу за регату). Где Российские гонщики существенно проигрывали своим зарубежным конкурентам.

Разработаны «модели соревновательной деятельности Олимпийского чемпиона 2008 года» в Китае, и 2012 года в Великобритании. Вне зависимости от погодных условий проведения Олимпийских регат основные рекомендации для гонщиков резервного состава сборной команды России по парусному спорту включают «установки» тренера: хороший старт – 50 % успеха; первые 100 метров после старта строго выполнять выбор приоритетов (по С.А. Машовцу); отличная лавировка – минимум 80–90 % успеха; не проигрывать лидерам полных курсов; никакой авантюрной тактики; контролировать соперника; выигрывать на мелочах.

Список литературы

1. Акименко В.И. Структура подготовленности высококвалифицированных яхтсменов с учетом особенностей соревновательной деятельности: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. – Киев, 1986. – 22 с.
2. Горская Г.Б. Многомерность проявлений психики в деятельности яхтсменов высокой квалификации // Теория и практика физической культуры. – 1993. – №2. – С. 12–14.
3. Горская Г.Б. Психологическое обеспечение подготовки яхтсменов: Учебное пособие. – Краснодар: ГК РСФСР по ФКиС, 1990. – 45 с.
4. Горская Галина Борисовна Психологические факторы самореализации профессионалов высокого класса (на материале спортивной деятельности): Дисс. ... докт. псих. наук / Куб.ГАФК – Краснодар, 1999. – 332 с.
5. Донской Д.Д., Зацюрский В.М. Биомеханика: Учебник для ин-тов физ. культ. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
6. Ильин О.А. К проблеме описания соревновательной деятельности яхтсмена-участника Олимпийской парусной регаты: Методические рекомендации. – М.: ГК по ФКиС при СМ СССР, 1979. – 30 с.

7. Ильин О.А. Стратегия и тактика парусных гонок (матчевые гонки). В 2-х частях. Часть 1: Предстартовые дуэли, старт, лавировка. – М.: ВФПС, 1998. – 94 с.
8. Ильин О.А. Стратегия и тактика парусных гонок (матчевые гонки). В 2-х частях. Часть 2: Огибание знаков, полные курсы, финиш, штрафы. – М.: ВФПС, 2002. – 70 с.
9. Ларин Ю.А. Исследование системы «яхтсмен-судно» в процессе обучения и тренировки в парусном спорте: Дисс. ... канд. пед. наук. – Таганрог-Ленинград, ГЦОЛИФК, 1975. – 142 с.
10. Манкин В.Г. Белый треугольник / Лит. запись В. Пожиловой. – 2-е изд., доп. – М.: Молодая гвардия, 1981. – 224 с.
11. Потапов В.Я. Подготовка яхтсменов высшей квалификации к соревнованиям с учетом психологических факторов: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. – Малаховка, МОГИФК, 1987. – 24 с.
12. Томилин К.Г. Актуальные проблемы подготовки резерва в парусном спорте высших достижений // Актуальные проблемы подготовки резерва в спорте высших достижений: Материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 11–12 ноября 2009 г. – Т. 2. – Минск: БГУФК, 2009. – С. 211–213.
13. Томилин К.Г. Вопросы управления подготовкой яхтсменов высокой квалификации в четырехлетнем Олимпийском цикле (психолого-педагогические проблемы инноваций) // Проектирование инновационных процессов в социокультурной и образовательной сферах: Материалы II Международной научно-методической конференции г. Сочи, 27–29 мая 1999 г. – Сочи: СГУТиКД, 1999. Часть 2. – С. 194–195.
14. Томилин К.Г., Калинин Л.А., Емельянов Б.А. К вопросу о моделях подготовленности яхтсменов класса «Парусная доска» // Вестник спортивной науки. – 2016. – №6. – С. 20–26.
15. Томилин К.Г. Парусный спорт – как эффективное средство совершенствования человека XXI века // Теория и практика физической культуры. – 2004. – №7. – С. 47–51.
16. Томилин К.Г., Михайлова Т.В., Кузнецова М.М. Парусный спорт: годичный цикл подготовки квалифицированных гонщиков: Учебное пособие. 2-е изд. стер. – С-Петербург: Лань, 2020. – 220 с.
17. Томилин К.Г. Парусный спорт: пути обеспечения разносторонности подготовки яхтсменов // Теория и практика физической культуры. – 2003. – №6. – С. 6–9.
18. Томилин К.Г. Техническая подготовка яхтсменов-гонщиков высокой квалификации // Физическая культура, спорт, биомеханика: Материалы Международной электронной научной конференции г. Майкоп, 17–18 мая 2007 г. – Майкоп: АГУ, 2007. – 18 с.
19. Томилин К.Г. Характеристики соревновательной деятельности чемпионов Олимпийской парусной регаты 2008 года // Вестник спортивной науки. – 2009. – №2. – С. 15–17.
20. Хилл П. Как готовят чемпионов в США и Канаде / Под ред. К.Г. Томилина // Катера и яхты. – 1990. – №4. – С. 33–34.

Annotation. *The work identified «weak links» in the training of domestic racers going to the Olympic regattas: – «efficiency» of the possession of sports equipment (the result of reaching the 1st mark and reaching the finish line), as well as the «stability» of the performance of sports and technical techniques (standard deviation of entering the 1st mark and reaching the finish line for the regatta). Developed «models of the competitive activity of the 2008 Olympic champion» in China and 2012 in the UK. Recommendations for the riders of the reserve composition of the Russian national sailing team are given.*

Keywords: *yachtsmen, indicators of competitive activity, models of Olympic champions in 2008 and 2012.*

Физиологические особенности постуральной устойчивости высококвалифицированных волейболисток

Тришин Е.С., канд. биол. наук, *evgenijtrishin@yandex.ru*

Бердичевская Е.М., доктор мед. наук, *emberd@mail.ru*

Тришин А.С., канд. биол. наук, *trishin1988@inbox.ru*

Булимов К.А., магистрант, *k.bulimov@mail.ru*

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар

Аннотация. В статье представлены результаты анализа стабิโลграммы (СКГ) у высококвалифицированных волейболисток ($n=12$). Постуральную устойчивость исследовали с помощью компьютерной двухплатформенной стабิโลграфии (ОКБ «Ритм», Таганрог). Показано, что для высококвалифицированных волейболисток характерна эффективная постуральная устойчивость как при произвольном, так и при произвольном контроле.

Ключевые слова: *постуральная устойчивость; вертикальная поза; компьютерная стабิโลграфия; волейбол; высококвалифицированные спортсмены.*

Введение

В связи с растущей конкуренцией в элитном спорте увеличиваются и требования, предъявляемые к организму занимающегося. Чтобы добиться высоких результатов спортсмены испытывают серьезные нагрузки на организм [1, 2]. Нагрузка, не отвечающая индивидуальным возможностям, неблагоприятно сказывается на спортивных результатах. Рано или поздно при таком тренировочном режиме спортсмен достигнет пика своих возможностей и физически истощенный организм перестает отвечать на обычную для него тренировочную нагрузку [3]. В связи с этим необходимы новые пути повышения результатов за счет медико-биологического сопровождения на всех этапах подготовки спортсмена.

Постуральная устойчивость и механизмы ее регуляции – важнейшие факторы, обуславливающие не только качество здоровья, но и результативность в спорте. Способность сохранять статическое и динамическое равновесие составляет фундаментальную основу успеха в спортивных состязаниях [5, 6]. Другим важным аспектом функции равновесия у спортсменов является высокий риск спортивных травм при сниженной эффективности постурального контроля [1].

Позная устойчивость считается важным компонентом подготовки, который необходим волейболисткам при освоении технических навыков игры. На протяжении всей игровой встречи спортсмены постоянно решают задачи, связанные с поддержанием равновесия и выбором оптимальной позы в различных условиях, однако специальные исследования, посвященные особенностям постурального контроля у элитных волейболисток, практически отсутствуют [3]. Последнее позволяет утверждать, что изучение механизмов постуральной регуляции является актуальной проблемой современной спортивной физиологии.

Методы

Стабิโลграфические показатели регистрировали с помощью двухплатформенного компьютерного стабילוанализатора «Стабилан – 01» и программно-методического обеспечения компьютерного стабילוграфического комплекса StabMed (ОКБ «Ритм», г. Таганрог) [6]. Использовали тест Ромберга с открытыми и закрытыми глазами и тест «Мишень». СКГ, усредненную для обеих стабילוплатформ, анализировали по 4 показателям: классическим - Q_x и Q_y (мм) – среднеквадратическое отклонение центра давления во фронтальной и сагиттальной плоскости; векторным - ЛСС (мм/с) – средняя линейная скорость

(среднее значение векторов скорости); качество функции равновесия (КФР, %), который характеризует распределение векторов скорости и ускорения движения ЦД (центра давления).

Обследовали 12 высококвалифицированных спортсменок, специализирующихся в волейболе и выступающих в команде высшей лиги. Полученные экспериментальные данные и расчетные величины обрабатывали с использованием компьютерного статистического пакета «STATISTICA 7» (StatSoft, USA).

Результаты

Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица. Показатели статокинезиограммы волейболисток при различных вариантах поддержания равновесия ($M \pm m$; $n=12$)

Показатели	«Тест Ромберга»		Тест «Мишень»
	Открытые глаза	Закрытые глаза	
Qx, мм	0,97±0,15	0,92±0,07	0,99±0,14
Qy, мм	2,05±0,12	3,79±0,16*	1,79±0,12
ЛСС, мм/с	6,39±0,38	8,97±0,37*	7,60±0,59
КФР, %	91±1,41	83±1,56*	87±1,56

* – $p \leq 0,05$ – достоверность различий СКГ по сравнению с открытыми глазами

Анализ классических и векторных параметров устойчивости прямостояния свидетельствует о высоком уровне устойчивости высококвалифицированных волейболисток при поддержании стандартной и наиболее простой позы Ромберга за счет механизмов произвольного пострурального контроля в условиях целостности всех афферентных потоков. Так, сравнивая параметры СКГ спортсменок с аналогичными параметрами у нетренированных сверстников, которые получены нами в ранее проведенных исследованиях [8], следует отметить, что при произвольном позном контроле в пробе с открытыми глазами спортсменкам свойственна значительно меньшая (на 62%) девиация ЦД во фронтальной плоскости (Qx) и менее выраженное преимущество - в сагиттальной плоскости (Qy) (на 19%) ($p \leq 0,05$). Более высокая устойчивость спортсменок в вертикальной позе подтверждается также численным значением векторного показателя - ЛСС, которое у спортсменок было на 31% меньше ($p \leq 0,05$). Нельзя не уделить внимания величине интегрального векторного показателя равновесия (КФР), который указывает на качество функции равновесия. В данном тесте с открытыми глазами у волейболисток он демонстрирует заметное преимущество (91,41±1,15), по сравнению с нетренированными исследуемыми (76,12±2,64) ($p < 0,05$). Эти факты свидетельствуют о значительно более высокой устойчивости прямостояния у высококвалифицированных спортсменок.

Качество поструральной произвольной регуляции прямостояния с лишением зрительного контроля у спортсменок достоверно ухудшилось, о чем свидетельствовала динамика всех исследованных параметров СКГ. Так, депривация зрения в тесте Ромберга с закрытыми глазами вызывала увеличение такого классического показателя СКГ, как Qy, на 85% ($p \leq 0,05$). Эти негативные изменения устойчивости сопровождались изменением векторного скоростного параметра: увеличением ЛСС на 40%, что в совокупности привело к небольшому (на 9%) снижению КФР ($p \leq 0,05$). Одновременно продемонстрирован важный, с нашей точки зрения, и неожиданный факт, который указывал на то, что появившаяся выраженная нестабильность равновесия в сагиттальной плоскости сопровождалась, напротив, сохранением стабильности величины колебаний ЦД во фронтальной плоскости ($p > 0,05$). Таким образом, лишение зрительного контроля приводит к снижению устойчивости поддержания вертикальной позы в тесте Ромберга, однако выявленные компенсаторные перестройки, обеспечившие сохранение стабильности равновесия во фронтальной плоскости, свидетельствуют о достаточной эффективности произвольного контроля, базирующегося на

«включении» иных каналов афферентации – проприоцептивного и вестибулярного. В результате КФР снижался незначительно (от $91,41 \pm 1,15$ до $83,14 \pm 1,27\%$), оставаясь достаточно высоким. Уместно вспомнить данные, полученные нами в аналогичных условиях при исследовании регбистов, у которых КФР снижался на 14 %, причем на более низком исходном уровне (от $88,32 \pm 3,90$ до $75,94 \pm 6,92\%$) [9]. В группе баскетболистов депривация зрения способствовала росту показателей Qu и ЛСС на 66 и 52%, соответственно, что также привело к снижению КФР на 14%, но на фоне достаточно высокого уровня (от $90 \pm 0,6$ до $79 \pm 2,0\%$; $p \leq 0,05$) [8]. Возможно, стабильность поддержания равновесия во фронтальной плоскости отражает один из специфических компенсаторных физиологических механизмов волейболистов, пытающихся стабилизировать вертикальную позу в условиях ограничения зрительной афферентации. В группе нетренированных сверстниц в отсутствии зрительного контроля в тесте Ромберга наблюдалось гораздо более значительное снижение резервов произвольной постральной регуляции [3].

Спортсменки особенно хорошо показали себя в тесте «Мишень», то есть в ситуации, где необходимо было произвольно корректировать положение своего тела в предлагаемых обстоятельствах, удерживая при этом вертикальное положение. Переход от произвольного пострального контроля к произвольному в тесте «Мишень» не привел к снижению уровня пострального баланса по всем исследуемым показателям. При этом их преимущество по сравнению с нетренированными сверстниками значительно возросло и особенно относительно векторных показателей - КФР и ЛСС [9].

Данная картина подтверждает мнение, что при многолетних занятиях волейболом формируются специфические физиологические механизмы, компенсирующие отклонения ЦД в сложных для поддержания равновесия условиях.

Обсуждение результатов

Обсуждая полученные результаты, необходимо отметить, что исследования, проведенные нами ранее, показали, что спортсмены командных игровых видов спорта (баскетбол, регби, американский футбол) также, как и игроки в волейбол, демонстрируют высокий уровень пострального контроля по сравнению с нетренированными сверстниками, и, особенно, в усложненных условиях поддержания вертикальной позы [4]. Кроме того, у спортсменов в условиях депривации зрения способность к сохранению устойчивости поддержания вертикальной позы гораздо выше, чем у нетренированных сверстников, у которых способность к вертикализации значительно ухудшается. При этом необходимо подчеркнуть, что в поддержании пострального баланса вертикальной позы человека существенную роль играет зрительная сенсорная система [5]. Известно, что поступающие в ЦНС зрительные сигналы содержат информацию не только о стационарности видимого зрительного окружения, но и о положении тела относительно этого окружения [5]. Последняя составляющая зрительных сигналов во взаимодействии с сигналами от опорного входа и вестибулярного анализатора позволяет системе управления позы непрерывно создавать проприоцептивные команды, стабилизирующие и корректирующие вертикальное положение тела [3]. Отсюда ценность участия зрительного анализатора в регуляции постральной ориентации и баланса, и, возможно, не меньшая, чем от проприоцептивной и вестибулярной систем. Все эти задачи встают перед постральной регуляцией волейболиста, который должен быстро скорректировать положение своего тела при мгновенных перемещениях, с постоянной угрозой падения, быстрой и точной зрительно-моторной координацией двигательных действий. Поэтому в условиях зрительной депривации у высококвалифицированных спортсменов, несмотря на некоторое снижение качества равновесия, постральный баланс все-таки остается на высоком уровне. Это, с одной стороны, позволяет сделать вывод о сформированных в течение многолетних тренировок механизмах, специфических для избранного вида спорта и компенсирующих недостаток зрительной информации, а с другой, о сохранности значимости функции зрения при выполнении игровых двигательных действий

и, в том числе, в аспекте сохранения вертикализации как неотъемлемого условия реализации двигательных навыков.

Переход от произвольного постурального контроля к произвольному у квалифицированных «игровиков» не приводит к снижению уровня постурального баланса, наблюдаемому у нетренированного человека [4]. По-видимому, специфика ситуативных условий в спортивных играх способствует развитию физиологических механизмов компенсации отклонений тела в наиболее сложных условиях, требующих произвольной быстрой и точной регуляции положения своего тела в пространстве. Ведущую роль в данном виде позной регуляции играет задняя область (моторная и премоторная кора) лобной доли полушарий головного мозга, генерирующая и произвольные движения. Именно из этой области сигналы поступают в мозжечок и базальные ганглии, где запоминаются новые двигательные программы. У спортсменов, видимо, данные программы имеют более высокий уровень организации, которые у волейболисток препятствуют снижению постуральной устойчивости при переходе от произвольного постурального контроля к произвольному.

Таким образом, результаты исследования показали, что постуральная устойчивость высококвалифицированных волейболисток во всех экспериментальных ситуациях предельно высока. Это может быть связано с высоким уровнем развития их технико - тактических способностей и спецификой перемещения по площадке, требующих развития всех основных афферентных каналов постуральной регуляции (зрительного, проприоцептивного, вестибулярного) и высокого уровня функциональной организации ассоциативной коры. Эти механизмы помогают спортсменкам адаптироваться в условиях, когда невозможен зрительный контроль своего положения в пространстве, когда нужны высокие зрительно-моторные способности, точное понимание своей внутренней «схемы тела» и соотнесения ее с внешней и быстро изменяющейся ситуацией. Все эти факторы, несомненно, обеспечивают тренировку механизмов постуральной регуляции спортсмена и, как результат, формирование более совершенных специфичных компенсаторных механизмов, которые направлены на максимально устойчивую в игровых условиях стабильность вертикализации.

Выводы

1. Классические и векторные параметры устойчивости прямостояния свидетельствуют о высоком уровне устойчивости высококвалифицированных волейболисток при поддержании стандартной, наиболее простой позы Ромберга за счет механизмов произвольного постурального контроля в условиях целостности всех афферентных потоков. Особенно значительных величин превосходство спортсменок достигает во фронтальной плоскости.

2. В отсутствие зрительного контроля в процессе поддержания стандартной позы Ромберга у спортсменок качество постуральной произвольной регуляции прямостояния снижается, но менее значительно, чем у нетренированного человека, о чем свидетельствует динамика всех рассмотренных нами параметров СКГ. Однако волейболистки, несмотря на лишение зрительного контроля, сохраняют стабильность колебаний тела во фронтальной плоскости. В то же время зрительный контроль сохраняет значимую роль в обеспечении резервов качества произвольной постуральной регуляции волейболисток при необходимости сохранять равновесие даже в наиболее простой вертикальной позе Ромберга.

3. Как при произвольном, так и произвольном постуральном контроле у волейболисток имеет место предельно высокий уровень интегрального векторного параметра «Качество функции равновесия», который свидетельствует об их преимуществе в стабильности вертикализации.

4. Переход на произвольный постуральный контроль и возникшая при этом необходимость решения сложных пространственных задач в тесте «Мишень», требующая произвольной коррекции положения своего тела в предлагаемых обстоятельствах с удержанием при этом вертикального положения, в группе квалифицированных спортсменок не сопровождается ухудшением классических и векторных показателей СКГ.

5. Выявленные закономерности свидетельствуют о том, что у тренированных спортсменов своевременный и эффективный постуральный контроль обеспечивает нужные игроку компенсаторные позитивные перестройки или хотя бы стабильность отдельных компонентов позной устойчивости, которые приводят не к ожидаемому и возможному ухудшению устойчивости прямостояния, а, наоборот, повышают стабильность вертикальной позы. Причем превосходство спортсменов в поддержании равновесия возрастает по мере усложнения условий постурального контроля

Список литературы

1. Андреева А.М., Мельников А.А., Скворцов Д.В., Драугелите В.А., Чечельницкая С.М. Постуральная устойчивость спортсменов: роль спортивной направленности // Управление движением. Motor Control 2020: материалы VIII Российской с международным участием конференции по управлению движением. Петрозаводск, 20-22 апреля 2020 г. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2020. - С.47-48.
2. Бердичевская Е.М., Билатеральная стабилография в оценке индивидуальности постуральной регуляции в спорте // Физическая культура и спорт. Олимпийское образование: материалы международной научно–практической конференции. Краснодар, 11 февраля 2019 г. – Краснодар: РИО КГУФКСТ, 2019. - С. 240 – 243.
3. Бердичевская Е.М., Тришин Е.С. Функциональные асимметрии в адаптации человека к экстремальным нагрузкам в настольном теннисе: монография. – Краснодар: РИО КУФКСТ, 2018 - 171 с.
4. Бердичевская Е.М., Тришин А.С., Тришин Е.С., Пантелеева А.М. Особенности билатеральной постуральной организации у квалифицированных игроков в ситуационных видах спорта // Агаджанянские чтения - Aghajanian's reading: материалы III всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Москва. 16-18 апреля 2020 г. – М.: Изд-во РУДН, 2020. - С. 35 – 36.
5. Мельников А.А., Николаев Р.Ю., Викулов А.Д. Роль зрительной информации в сохранении устойчивости позы после максимальной нагрузки на мышцы верхних и нижних конечностей // Физиология человека. 2016. Т. 42. № 4. С. 43 – 50.
6. Назаренко А.С., Статокинетическая устойчивость спортсменов различных специализаций: монография / А.С. Назаренко - Казань: ООО «Олитех», 2018. – 184 с.
7. Слива С.С., Кривец Д.В. Компьютерная стабилография в спорте и спортивной медицине // Известия ЮФУ. Технические науки. 2006. № 11. С. 148 – 149.
8. Тришин, А.С., Физиологическая характеристика позной устойчивости у квалифицированных баскетболистов с учетом функциональной асимметрии: автореф. дис. ... канд. биол. наук – Майкоп, 2019. – 22с.
9. Тришин Е.С., Бердичевская Е.М., Соломяный А.С. Стабилографический «портрет» высококвалифицированных регбистов // Физическая культура и спорт. Олимпийское образование: материалы международной научно-практической конференции. Краснодар. 11 февраля 2019 г. - Краснодар: РИО КГУФКСТ, 2019. – С.334-336.

Поляризационная модель распределения тренировочных нагрузок в циклических видах спорта на выносливость и переход к использованию целевых тренировочных зон

Федотова Е.В., доктор пед. наук, fedotovaev@uor2.ru

Сиделев П.А., petr.sidelev@yandex.ru

*ГБПОУ Московское среднее специальное училище олимпийского резерва №2
Департамента спорта города Москвы, Москва*

***Аннотация.** В статье рассматриваются существующие подходы к классификации и зонам интенсивности тренировочных нагрузок в циклических видах спорта на выносливость, перспективы перехода от зон интенсивности к целевым тренировочным зонам, использование поляризационной модели распределения интенсивности тренировочных нагрузок как следствие фактического перехода к практическому использованию индивидуальных целевых тренировочных зон в подготовке спортсменов.*

***Ключевые слова:** классификация тренировочных нагрузок, управление адаптацией, поляризационная модель, целевые тренировочные зоны*

Введение

Распределение тренировочных нагрузок по интенсивности в ежедневной практике является ключевой задачей в организации тренировочного процесса в циклических видах спорта. В последние годы бурное развитие цифровых технологий и возможностей быстрого обмена информацией позволили спортивной науке сделать гигантский шаг вперед в понимании механизмов адаптации спортсменов к воздействию физических нагрузок, что привело к значительным изменениям в методике подготовки спортсменов высокого класса. Ретроспективный анализ тренировочной и соревновательной деятельности элитных спортсменов позволил выявить особенности и закономерности распределения тренировочной нагрузки в различных видах спорта. Доступность инструментального контроля тренировочной и соревновательной нагрузки позволила более глубоко изучить реакцию спортсменов на использование различных средств и методов тренировочного воздействия, что привело к коррекции методики спортивной подготовки и, как следствие, росту эффективности тренировочного процесса. Ревизии были подвергнуты некоторые ключевые аспекты, связанные с распределением тренировочных нагрузок в подготовке высококвалифицированных спортсменов. В частности, существенно пересмотрены вопросы, связанные с определением зон интенсивности физической нагрузки и распределением интенсивности тренировочных нагрузок на различных этапах подготовки и в годичном цикле в целом [4,9,10,12,13]. Принципиальное изменение в понимании роли лактата в системе энергообеспечения мышечной деятельности на сегодняшний день является одним из ключевых драйверов совершенствования системы подготовки спортсменов в циклических видах спорта [1,2,3,6,8,15].

В проведенном исследовании решались задачи выявления существующих подходов к классификации тренировочных нагрузок по зонам интенсивности в циклических видах спорта, обоснования необходимости перехода от зон интенсивности к индивидуальным целевым тренировочным зонам, определения различий между взглядами на методику совершенствования аэробных возможностей и на распределение интенсивности нагрузки, сформировавшимися в 70-80-е годы прошлого столетия [16,17,20,21,22 и др.] и современными подходами, базирующимися на новых данных научных исследований и показателях мониторинга тренировочной и соревновательной деятельности представителей спортивной элиты с использованием современных высоко-технологичных инструментов и методов.

Методика и организация исследования

Для решения задач исследования использовался анализ научно-методической литературы и обобщался опыт работы тренеров и спортсменов высокой квалификации, позволившие получить данные, характеризующие сложившийся подход к классификации зон интенсивности тренировочных нагрузок, методические аспекты их использования в практической работе. Анализировались результаты научного обоснования поляризационной модели распределения нагрузок, преимущества ее использования в подготовке спортсменов на выносливость высшей квалификации в нашей стране и за рубежом [4,5,7,9,10,11,12,13,14,18 и др.].

Результаты и обсуждение

Существующие подходы к классификации нагрузок и зонам интенсивности

До появления в конце 80-х годов прошлого столетия доступных кардиомониторов сложность планирования и мониторинга интенсивности тренировочных нагрузок, особенно в полевых условиях, не позволяла объективно проводить анализ интенсивности тренировочной и соревновательной нагрузки спортсменов. Несмотря на отсутствие возможности постоянно и корректно регистрировать показатели ЧСС и другие показатели, отражающие внутреннюю сторону нагрузки непосредственно в тренировочном и соревновательном процессе, в 70-80 годы XX века в отечественной научно-методической литературе уделялось достаточно внимания вопросам построения общей схемы градации циклических нагрузок, их распределения по объему и по зонам интенсивности. Видимо, возможность пальпаторно определять показатели ЧСС во время тренировочных занятий позволяло планировать и регистрировать интенсивность нагрузки.

Одну из наиболее популярных в то время моделей распределения тренировочной нагрузки по зонам интенсивности [16,17,20,21,22] можно встретить в отечественной методической литературе и в XXI веке (табл.1). В методических рекомендациях и программах спортивной подготовки основным (а иногда и единственным) критерием распределения нагрузки по зонам интенсивности в данной модели являлись абсолютные показатели ЧСС, не учитывающие ни индивидуальные особенности данного показателя для разных спортсменов, ни другие показатели нагрузки на организм спортсмена (потребление кислорода, уровень концентрации лактата в крови), также имеющие индивидуальные особенности.

Таблица 1. Распределение тренировочной нагрузки по зонам интенсивности [16]

Зоны интенсивности	ЧСС
1	< 130
2	130-150
3	150-170
4	> 170

На сегодняшний день один из наиболее распространённых подходов к делению тренировочной нагрузки на зоны интенсивности - планирование и мониторинг тренировок при помощи индивидуальных пульсовых зон интенсивности на основе показателей ЧСС. В тренировочный процесс спортсменов различных видов спорта все шире внедряются кардиомониторы, которые позволяют непрерывно регистрировать ЧСС до, во время и после нагрузки, и способны обмениваться данными с персональным компьютером, что позволяет получать объективную информацию, быстро ее перерабатывать, анализировать и

систематизировать [19]. Количество используемых тренировочных зон зависит от вида спорта и уровня подготовленности спортсмена: предлагаемые различными авторами системы предусматривают выделение четырех и более тренировочных зон. Для расчета границ тренировочных зон конкретного спортсмена необходима информация о частоте сердечных сокращений в условиях мышечного покоя, на уровне порогов аэробного и анаэробного обмена, а также максимальные значения ЧСС.

В Норвегии, стране с традиционно сильными спортсменами, специализирующимися в видах на выносливость, принято делить зоны интенсивности на 5 уровней, соблюдая при этом общие принципы физиологической направленности и ориентируясь на установленные соотношения мощности выполняемой работы и ответной реакции организма на нее, проявляющейся в изменениях показателей ЧСС и концентрации лактата.

В исследовании Sylta et al. [14] приведен пример такого распределения нагрузки по зонам интенсивности для элитных норвежских лыжников-гонщиков (табл.2). По сути, здесь представлен современный взгляд на понимание, что показатели интенсивности внутренней стороны нагрузки, т.е. напряженности различных систем организма спортсмена, являются сугубо индивидуальными. По этой причине используются относительные показатели ЧСС, связанные с показателями концентрации лактата в крови.

Таблица 2. Зоны интенсивности для элитных норвежских лыжников-гонщиков [14]

Зоны интенсивности	Лактат, ммоль/л	ЧСС, % от ЧСС _{МАКС.}
5	> 5,8	> 94
4	3,7 – 5,7	89-93
3	2,1 - 3,6	84-88
2	1,3-2,0	74-83
1	< 1,2	54-73

В этом же исследовании авторы сравнили три концептуально различных метода количественной оценки тренировочной нагрузки. Одним из подходов является «время в зоне» (TIZ): специальное программное обеспечение распределяет данные регистрации ЧСС по зонам интенсивности, определенным по отсечкам, установленным в программном обеспечении спортсменом или тренером. Второй подход - это учет «цели тренировки» (SG), относящий тренировочное занятие в одну зону интенсивности с предположением, что «целевая направленность» тренировки, в первую очередь, определяет ее воздействие как адаптивного сигнала и источника физиологического стресса. Третий подход - это «гибридная комбинация» двух первых, называемая в литературе модифицированным подходом (SG / TIZ). В этом случае при распределении на тренировочные зоны учитывается направленность тренировочного процесса, интенсивность тренировки по отношению к уровню ПАНО, особенности энергообеспечения и основные используемые тренировочные методы. Авторы подчеркивают, что из-за различий в используемых методах неуместно сравнивать результаты квантификации нагрузки как по данным дневниковых записей спортсменов, так и между разными исследованиями, не принимая во внимание расхождения между методами.

От зон интенсивности к целевым тренировочным зонам

В подавляющем большинстве работ рассматриваемой тематики индивидуальная пульсовая тренировочная зона рассматривается как диапазон значений ЧСС, используемый для совершенствования конкретного физического качества, определенного вида функциональных возможностей спортсмена. В основе определения тренировочной зоны лежит зависимость между направленностью тренировочной нагрузки, ее энергетическим обеспечением и частотой сердечных сокращений. Совокупная последовательность этих зон, в целом, выглядит как непрерывная шкала от ЧСС покоя до ЧСС максимальной: верхняя граница одной зоны является нижней границей следующей, характеризующейся более интенсивной нагрузкой. В основе такого деления - принятая в теории спорта и спортивной практике классификация тренировочных нагрузок, основанная на их зависимости от интенсивности и характера физиологических сдвигов в организме спортсмена при выполнении соответствующей нагрузки.

Существующий подход к классификации зон позволяет проводить сбор «статистического материала» по общему суммарному количеству времени, проведенному в каждой из выделенных зон ЧСС. При этом в состав данного «общего времени» автоматически включаются все временные отрезки с заданной, входящей в диапазон значений зоны показатели ЧСС, независимо ни от решаемых задач, ни от реальной направленности нагрузки, ни от усилий, прилагаемых спортсменом и т.п. Эти данные последовательно суммируются для тренировочных занятий, дней, микроциклов и т.д., давая некоторую общую картину, в том числе для проведения сравнительного анализа. Но при переходе к концепции спортивной подготовки не как к управлению поведением спортсмена, а как к управлению конкретными адаптационными перестройками, такие данные не всегда являются информативными.

Если ставится задача получить определенный эффект, при планировании тренировки необходимо понимать, при работе в какой именно зоне интенсивности этот эффект может быть получен, а при учете и анализе пост-тренировочных данных – были ли созданы условия для получения этого эффекта с помощью используемых средств и методов тренировки, какой объем работы был выполнен в соответствующих зонах [24]. Такой подход подразумевает, что при работе в этих зонах происходит не «развитие тех или иных физических качеств», а конкретные адаптационные изменения и перестройки (повышение способности мышц к мобилизации и использованию жирных кислот, увеличение объема митохондриальной массы, повышение активности аэробных ферментов, рост капилляризации, совершенствование механизмов транспорта лактата и т.д.), ведь именно этот результат является целью применения тренировочного метода и средства. При этом зона интенсивности должна определяться индивидуально для каждого спортсмена под решение конкретной адаптационной задачи на основе результатов тестирования его функциональных возможностей, а рекомендации по итогам такого тестирования должны включать границы индивидуальных целевых тренировочных зон. Затем время работы именно в этих зонах целесообразно планировать, учитывать и анализировать, оценивая эффективность тренировочной программы.

Поляризация модель как следствие фактического перехода к практическому использованию индивидуальных целевых тренировочных зон в подготовке спортсменов.

Ретроспективный анализ объемов и интенсивности тренировочной нагрузки в видах спорта на выносливость, проведенный с помощью кардиомониторов за последние 20-25 лет, показал, что элитные спортсмены в различных видах спорта используют в своей подготовке модель распределения нагрузок циклического характера по интенсивности отличную от той, которая была признана эффективной в «доцифровой» эпохе. Для сравнения были проанализированы данные по распределению физической нагрузки по интенсивности из научно-методической концепции по подготовке высококвалифицированных спортсменов в

циклических видах спорта в 80-е годы прошлого века [20] с современными данными мониторинга тренировочных нагрузок элитных лыжников-гонщиков сборной команды России в сезонах 2014/15 – 2017/18гг. и сборной команды Норвегии в сезоне 2014/15гг. [4,5] (табл.3). Так как в качестве основного параметра по распределению интенсивности нагрузки по зонам интенсивности в обоих случаях были показатели концентрации лактата в крови, мы можем сравнить доли объема работы, выполняемой в каждой из зон, от общего объема циклической нагрузки. С точки зрения динамики изменения концентрации лактата в крови первая (низкая) зона интенсивности представляет физическую нагрузку ниже аэробного порога (АЭП, концентрация лактата в крови менее 2 ммоль/л). Вторая (средняя) зона интенсивности – от АЭП до порога анаэробного обмена (ПАНО, концентрация лактата от 2 до 4 ммоль/л) и третья (высокая) зона – выше ПАНО (концентрация лактата более 4 ммоль/л).

Результаты проведенного анализа позволяют оценить, насколько велика разница между представлением об интенсивности и объеме нагрузок более 30 лет назад и сегодняшними реалиями. Особенно велика разница в долях объема работы, производимой спортсменами в 1 и 2 зонах, а также в соотношении времени работы в каждой из зон интенсивности. Такого рода наглядный пример является подтверждением существенных различий между разными моделями распределения тренировочных нагрузок, в данном случае – пороговой и поляризационной.

Таблица 3. Модели распределения интенсивности физической нагрузки в подготовке лыжников-гонщиков сборных команд России и Норвегии [4, 5, 20]

Команды	Годы	Модель	Доля объема (в % от общего объема циклической нагрузки)		
			1 зона	2 зона	3 зона
Сборная команда СССР	1987	Пороговая	10-30	50-60	10 и более
Сборная команда России	2014/15-2017/18	Поляризационная	90,5	5,8	3,7
Сборная команда Норвегии	2014/15	Поляризационная	89,3	5,1	5,6

В итоге можно видеть принципиальные различия и в рекомендациях, касающихся повышения аэробных возможностей спортсменов, которые дают адепты одного или другого подхода. При использовании предпочитаемой сегодня многими российскими тренерами пороговой модели для повышения аэробных возможностей «предназначена» т.н. 2-я зона, описание которой выглядит следующим образом: «Вторая зона интенсивности. Аэробная развивающая. Тренировочная нагрузка в этой зоне интенсивности применяется для выполнения упражнений большой продолжительности с умеренной интенсивностью. Такая работа необходима для увеличения функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также для поднятия уровня общей работоспособности. Интенсивность выполняемых упражнений – до уровня порога анаэробного обмена, то есть концентрация молочной кислоты в мышцах и крови – до 20 Мм/л.; ЧСС – 140-160 уд/мин.» При этом не упоминается тот факт, что длительная работа при ежедневных тренировках в данном режиме не учитывает закономерностей функционирования и возможностей и регуляторных систем организма спортсмена, в первую очередь эндокринной, что зачастую приводит к перенапряжению данных систем и негативным последствиям (перетренированность, болезни,

травмы и т.п.). Описание предшествующей, первой зоны, таково: «Первая зона интенсивности. Аэробная восстановительная. Тренировочные нагрузки в этой зоне интенсивности используются как средства восстановления после тренировок с большой и значительной нагрузками, после соревнований, в переходном периоде. Этой зоне соответствуют и так называемые «фоновые нагрузки». Интенсивность выполняемых упражнений умеренная (около порога аэробного обмена). Частота сердечных сокращений (ЧСС) – 130-140 ударов в минуту (уд/мин.)».

Таким образом, в соответствии с пороговой моделью и характерным для нее делением на зоны интенсивности, первая зона просто выпадает из активной тренировочной работы, направленной на повышение аэробных возможностей.

Стоит отметить, что многочисленные исследования последних лет показали, что именно большой объем низкоинтенсивной работы при ЧСС 120-140 уд/мин является неотъемлемой составляющей подготовки спортсменов высокой квалификации в циклических видах спорта [7,9,10,11,12]. Работа в зоне низкой интенсивности – не только и не столько «отдых и восстановление» (как это следует из описания зоны в теоретической концепции), а решение конкретных задач адаптации.

Одно из «негативных последствий» продолжающегося использования «сплошной шкалы» зон интенсивности – проблемы с переходом отечественных тренеров и спортсменов к так называемой «поляризационной модели» распределения интенсивности тренировочных нагрузок, уже показавшей свою эффективность в видах спорта на выносливость. При использовании данной модели предлагается выполнять значительный объем (до 80 % и более) низкоинтенсивной работы в сочетании с нагрузками высокой интенсивности. Использование поляризационной модели обосновано закономерностями развития систем и функций организма, отвечающих за проявление аэробных возможностей спортсменов. Различные виды поляризационной модели распределения нагрузки характеризуется общим принципом избегания тренировочной нагрузки в зоне средней интенсивности (интенсивность в диапазоне между аэробным и анаэробным порогом).

Для многих отечественных тренеров и спортсменов низкоинтенсивная работа относится к категории «отдых и восстановление», т.е. к потере времени с точки зрения повышения уровня подготовленности. Если же рассматривать нагрузку с низкой интенсивностью с точки зрения решаемых конкретных адаптационных задач, смысл такой работы и ее полезность вполне очевидны, так как уровень развития аэробных возможностей спортсмена связан с такими факторами, как ударный объем сердца, способность мышц к утилизации (мобилизации и использованию) жирных кислот, объем митохондриальной массы, эффективности митохондрий и активности аэробных ферментов, рост капилляризации и т.п. Все эти задачи наиболее эффективно решаются при работе низкой интенсивности.

При высокой интенсивности нагрузки повышается устойчивость организма к гипоксии за счет активизации буферных систем, также развивается способность сердечно-сосудистой системы длительно работать в условиях максимального напряжения. Работа в зоне высокой интенсивности позволяет улучшить межмышечную и внутримышечную координацию в специальном упражнении, отработать технические и тактические навыки в режиме близком к соревновательному. Тренировочная нагрузка с интенсивностью на уровне ПАНО и выше обеспечивает развитие мышечной системы, развивает систему внешнего дыхания, повышает уровень МПК и ПАНО, что способствует росту спортивного результата в циклических видах спорта.

Переход от вначале интуитивного к научно-обоснованному использованию поляризационной модели в тренировочном процессе высоко-квалифицированных спортсменов несомненно связан с получением новых научных данных, а главное, - их достаточно быстрым внедрением в спортивную практику и использованием при разработке и

обосновании эффективных методов тренировки. В число таких данных безусловно входит изменение в оценке роли лактата, переходу к концепции лактатного шаттла, пониманию его функций в метаболизме и значении в разработке тренировочных программ, в соответствии с которым одним из важнейших приоритетов тренировок является повышение способности организма использовать лактат, а не в повышении способности «терпеть» его наличие в гликолитических волокнах [1,2,3,6,8,15 и др.] . Поэтому важна возможность быстрого транспорта лактата, а, значит, совершенствования за счет тренировки механизмов этого транспорта. Одним из ключевых факторов, которые регулируют действие лактатного шаттла, является транспорт лактата в клетки и из клеток через специфические монокарбоксилатные транспортеры МСТ1 и МСТ4. Плотность МСТ4 коррелирует со способностью выводить лактат и H^+ из мышечных волокон, что способствует поддержанию гомеостаза и продлевает время работы с интенсивной нагрузкой. Высокая плотность МСТ1 – фактор, обеспечивающий перемещение в лактата в митохондрии и использование его там как энергетического субстрата. Кроме того, спортсмены с высокоразвитым транспортным механизмом МСТ1, быстрее восстанавливаются благодаря своей улучшенной способности выводить из крови ионы лактата и водорода.

Экспрессия белков МСТ изменяется в соответствии с повышением активности и метаболическими потребностями в мышцах, возникающими при физических нагрузках. Результаты исследований в видах спорта на выносливость показывают, что для повышения эффективности механизмов транспорта лактата в организме целесообразно использовать сочетание двух типов тренировки: длительные низкоинтенсивные тренировки (совершенствование «базовой выносливости») и высокоинтенсивные тренировки. Т.е. и здесь видна та самая поляризация нагрузок.

Базовая тренировка – продолжительная, низкоинтенсивная двигательная активность – создает основу для будущих интенсивных тренировок. Основное средство – циклическая длительная работа, активизирующая кровообращение при сохранении низкой интенсивности. Базовая тренировка на выносливость с такой интенсивностью способствует увеличению концентрации МСТ1, а также увеличивает объем митохондриальной массы. Эти адаптационные изменения максимизируют способность организма поглощать лактат и использовать его в качестве энергетического субстрата. А также способствуют более быстрому протеканию восстановительных процессов.

После того, как созданы и активизированы структуры, способные эффективно использовать лактат, в подготовку можно включать интенсивные тренировки, способствующие увеличению содержания и МСТ1, и МСТ4. Направленность высокоинтенсивных тренировок – повышение концентрации лактата в работающих мышцах и совершенствование способности выводить лактат для последующего использования его в качестве энергетического субстрата, т.е. совершенствование транспортного механизма МСТ4. Сочетание базовой тренировки на выносливость и тренировок с высокой интенсивностью приводит к наилучшему повышению производительности и функциональных возможностей организма спортсмена. И поляризация нагрузок с использованием целевых зон интенсивности дает совершенно конкретные адаптационные эффекты. Совершенствование каждого из факторов развития аэробных возможностей требует понимания того, что этот фактор существует и требует целенаправленного воздействия, и своей «зоны интенсивности». Параметры и границы этих зон интенсивности могут и должны определяться при нагрузочном тестировании спортсменов.

Многочисленные исследования в различных видах спорта на выносливость систематически подтверждают то, что именно поляризационная модель является наиболее часто используемым способом распределения тренировочной интенсивности и оптимальным способом достижения высоких спортивных результатов мировой элитой [9,10]. В числе основных преимуществ данной модели – возможность улучшить показатели выносливости с

потенциально меньшим вегетативным и гормональным стрессом и психологической усталостью [10,13,18 и др.]. На примере данных «case study» Solli GS et al. [11], характеризующих параметры подготовки выдающейся норвежской лыжницы М. Бьорген (М.Вjoergen), можно увидеть, каким образом были использованы целевые зоны интенсивности в программе подготовки спортсменки и каким образом распределялась нагрузка по зонам интенсивности (табл.4).

Таблица 4. Распределение нагрузки М.Бьорген по зонам интенсивности в течение одного олимпийского цикла [11]

Зона интенсивности	Значение ЧСС			Доля циклической нагрузки в годичном цикле от общего объема в часах	RPE*
	Минимум, уд/мин (% ЧСС _{макс.})	Целевая зона, уд/мин (% ЧСС _{макс.})	Максимум, уд/мин (% ЧСС _{макс.})		
Низкая	115 (67)	115-130 (67-75)	149 (86)	92,3±0,3%	11
Средняя	150 (87)	155-160 (89-92)	160 (92)	2,9±0,5%	15
Высокая	161 (93)	161-170 (93-98)	173 (100)	4,8±0,5%	19

* - по шкале Борга от 6 до 20 баллов

Для спортсменки были определены три целевые зоны интенсивности. Первая определяется диапазоном 115-130 уд/мин (67-75% от ЧСС_{макс.}) и находится в диапазоне самых нижних значений ЧСС зоны низкой интенсивности (индивидуальный ЧСС_{АЭП} – 149 уд/мин). Вторая и третья целевые зоны, объединенные по- существу в одну, находящуюся в диапазоне 155-170 уд/мин (89-98% от ЧСС_{макс.}) при индивидуальном ЧСС_{ПАНО} -160 уд/мин. При этом основная доля высокоинтенсивной работы выполняется при ЧСС выше уровня ПАНО (93-98% от ЧСС_{макс.}). Общий объем нагрузки в зоне низкой интенсивности составлял более 92%!

При планировании и практической реализации подготовки спортсменке фактически было предложено игнорировать нагрузки в диапазоне 130-155 уд/мин. И это несмотря на то, что ЧСС этого уровня является для М.Бьорген «рабочей соревновательной ЧСС», что видно, в частности, по данным кардиомониторинга при прохождении ею дистанции масс-старта (рис.1). Использование значительного объема работы именно на данном пульсе зачастую обосновывается многими тренерами необходимостью «моделирования соревновательной деятельности», что, видимо, должно приучить организм спортсмена «терпеть» воздействие нагрузки соревновательного режима. Данный случай – яркий пример использования поляризационной модели на практике. Главный постулат такой поляризации – «легкие тренировки должны быть действительно легкими, а тяжелые – действительно тяжелыми».



Рисунок 1 - Показатели ЧСС (в уд/мин и % от индивидуального максимума) ведущих лыжниц-гонщиц мира М.Бьорген и Ш.Калла при прохождении участка дистанции масс-старта [23]

Говоря о распределении интенсивности суммарного объема тренировочных нагрузок в годичном цикле в целом, необходимо дифференцировать эти параметры для отдельных этапов годичного цикла: соотношение интенсивности нагрузок не является константой для каждого тренировочного занятия, дня, цикла и т.д. В работе T.L.Stoggel et al. [12] рассматриваются несколько принципиально различающихся моделей тренировки с точки зрения возможного распределения нагрузок, но на разных этапах годичного цикла подход к распределению тренировочных нагрузок по интенсивности меняется.

Основная тенденция таких изменений схематично представлена на рис.2. Подготовительный этап (фаза) начинается в мае и заканчивается в августе, затем следует этап специальной (предсоревновательной) подготовки с сентября по ноябрь и этап соревнований с декабря по март.

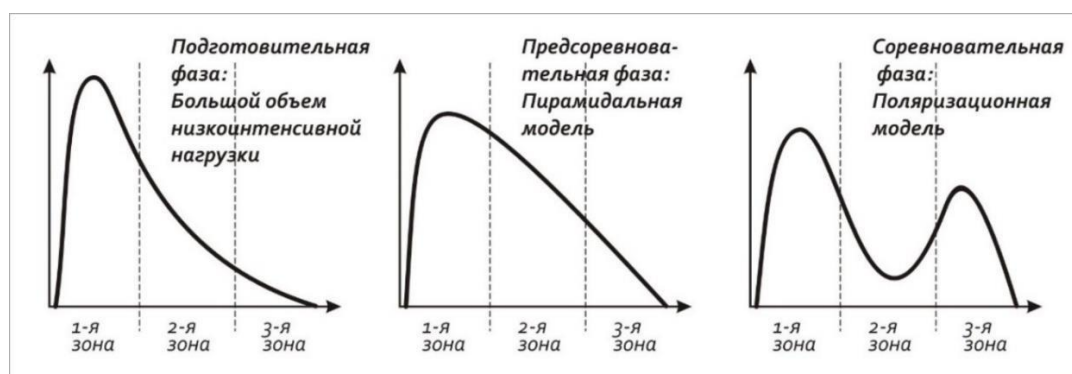


Рисунок 2 - Тенденции соотношения нагрузок разной интенсивности на этапах годичного цикла на примере лыжных гонок, по данным T.L.Stoggl et al.[12]

На представленных рисунках хорошо видно, что, хотя объем нагрузок во второй зоне несколько возрастает в предсоревновательную фазу, возможность использования пороговой модели распределения нагрузок даже не рассматривается. Этот аспект распределения интенсивности нагрузок, видимо, требует проведения дополнительных исследований, направленных на изучение и оптимизацию рассматриваемых параметров применительно к подготовке спортсменов разного возраста, квалификации, спортивного стажа, индивидуальных особенностей подготовленности и иных значимых факторов.

Заключение

Переход к управлению спортивной подготовкой от эмпирического («управления поведением спортсмена») к «биологическому» (управлению адаптационными процессами в организме спортсмена) требует изменения в планировании и учете тренировочных нагрузок, в том числе, перехода от используемых сегодня зон интенсивности к индивидуальным целевым тренировочным зонам.

Проведенный анализ показывает, что именно ориентация на применение целевых тренировочных зон для решения конкретных задач адаптации является основой происходящего перехода к использованию поляризационной модели в тренировочном процессе высококвалифицированных спортсменов - вначале интуитивному, затем - научно-обоснованному.

Многочисленные исследования в различных видах спорта на выносливость систематически подтверждают то, что именно поляризационная модель является наиболее часто используемым способом распределения тренировочной интенсивности и оптимальным способом достижения высоких спортивных результатов мировой элитой. Такой подход позволяет повысить подготовленность с потенциально меньшим вегетативным и гормональным стрессом и психологической нагрузкой на спортсмена, способствуя предотвращению нефункционального перенапряжения или перетренированности.

Список литературы

1. Brooks G. The Science and Translation of Lactate Shuttle Theory // *Cell Metab.* 2018 Apr 3;27(4):757-785. doi: 10.1016/j.cmet.2018.03.008.
2. Hashimoto T., Brooks GA. Mitochondrial lactate oxidation complex and an adaptive role for lactate production. // *Med Sci Sports Exerc.* 2008 Mar;40(3):486-94.
3. Kitaoka Y., Hoshino D., Hatta H. Monocarboxylate transporter and lactate metabolism: JPFSM Review Article // *J Phys Fitness Sports Med*, 1(2): 247-252 (2012)
4. Myakinchenko, E.B., Kriuchkov, A.S., Adodin, N.V., Dikunets, M.A., & Shestakov, M.P. (2020). One-year periodization of training loads of Russian and Norwegian elite cross-country skiers. *Journal of Human Sport and Exercise*, in press. doi:<https://doi.org/10.14198/jhse.2021.163.18>
5. Myakinchenko, Evgeny & Kryuchkov, A.S. & Volkov, M.V. & Khramov, N.A.. (2017). "Secrets" of Norwegian cross-country skiers. *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury.* 2017.
6. Nalbandian M, Takeda M. Lactate as a Signaling Molecule That Regulates Exercise-Induced Adaptations. *Biology (Basel).* 2016 Oct 8;5(4):38.
7. Neal CM, Hunter AM, Brennan L, O'Sullivan A, Hamilton DL, De Vito G, Galloway SDR. Six weeks of a polarized training intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *J Appl Physiol* 114: 461–471, 2013
8. Robergs R.A. Ghiasvand F., Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis // *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2004 Sep;287(3): R502-16.
9. Rosenblat MA, Perrotta AS, and Vicenzino B. Polarized vs. threshold training intensity distribution on endurance sport performance: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Strength Cond Res* 33(12): 3491–3500, 2019.
10. Seiler, S. What is Best Practice for Training Intensity and Duration Distribution in Endurance Athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2010, 5, 276-291
11. Solli, GS, Tønnessen, E and Sandbakk, Ø (2017) The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier. *Front. Physiol.* 8:1069.

12. Stöggl TL, Sperlich B. The training intensity distribution among well-trained and elite endurance athletes: Focused Review Article // *Front. Physiol.*, 27 October 2015.
13. Stöggl, Thomas & Sperlich, Billy. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in physiology*. 5. 33. 10.3389/fphys.2014.00033.
14. Sylta Q., Tønnessen E., Seiler S. From Heart-Rate Data to Training Quantification: A Comparison of 3 Methods of Training-Intensity Analysis *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2014, 9, 100 -107
15. Tafaletti J.G. Blood lactate: biochemistry, laboratory methods and clinical interpretation // *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* 1991; 28: 253–68.
16. Велосипедный спорт (гонки на шоссе): Примерная программа спортивной подготовки для ДЮСШ, СДЮШОР и ШВСМ. - М.:Советский спорт, 2005 -160 с.
17. Годик М.А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок.-М.:ФиС, 1980.-136 с.
18. Долинский А.А., Сиделев П.А. Особенности организации тренировочного процесса в видах спорта на выносливость // *Современные тенденции развития теории и методики физической культуры, спорта и туризма : материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 23-24 мая 2019 г. / Моск. гос. акад. физ. культуры ; ред.-сост. К. С. Дунаев. –Малаховка, 2019. -С.92-98.*
19. Ландырь, А.П. Мониторинг частоты сердечных сокращений в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте: учеб. пособие / Е.Е. Ачкасов, А.П. Ландырь.- М. : Спорт : Человек, 2018 .— 240 с.
20. Основные положения системы подготовки высококвалифицированных спортсменов в циклических видах спорта, связанных с преимущественным проявлением выносливости: Метод.рек. – М.: ВНИИФК, 1987.
21. Проблемы подготовки спортсменов высшей квалификации в видах спорта с циклической структурой движений (анализ, гипотезы, проекты, решения). -М.:ОКР, 2003. -80 с.
22. Современная система спортивной подготовки / под ред. Суслов Ф.П., Сыч В.Л., Шустин Б.Н. – Москва: [СААМ], 1995. – 446 с.
23. Федотова, В.Г. Теоретические основы и практические аспекты комплексного контроля в зимних видах спорта: учебно-методическое пособие / В.Г.Федотова, Е.В.Федотова: Моск. гос. акад. физ. культуры. – Малаховка, 2016. – 436 с.
24. Федотова, Е.В. Кардиомониторинг: от зон интенсивности к индивидуальным целевым тренировочным зонам // *Сборник материалов III-й научно-практической конференции «День спортивной информатики» 3-4 декабря 2019 года / ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта. – Москва, 2019. –С.46-51.*

Метакогнитивные навыки спортсменов

Федунина Н.Ю., канд. псих. наук, natalia_fedunina@mail.ru

Коробейникова Е.Ю.,

Касаткин В.Н., доктор мед. наук, проф.

ГКУ «ЦСТуСК» Москомспорта, Москва

***Аннотация.** В работе представлены результаты проведенного качественного исследования метакогнитивных навыков спортсменов. Исследование проводилось методом полуструктурированного интервью, было опрошено 35 спортсменов высокого уровня, выступающих в различных видах спорта, в рамках которого исследовались метакогнитивные суждения и переживания спортсменов в ситуации неудачи. В результате проведенной работы выявлено многообразие представлений спортсменов о собственных метакогнитивных знаниях, процессах, переживаниях, также были выявлены различия метакогниций у спортсменов разных групп по виду спорта, возрасту и полу, по таким параметрам метакогнитивных представлений, как представления о задаче, мониторинге, оценке и негативных метакогнитивных переживаний.*

***Ключевые слова:** метакогнитивное знание, метакогнитивная регуляция, метакогнитивные переживания, ошибки соревновательной деятельности.*

Введение

Метакогниции представляют собой знания о собственных когнитивных процессах и способность управлять этими процессами, регулировать наше поведение на основе этого знания (Flavell, 1979, 1987; Tarricone, 2011; Halpern, 2014). В последние годы растет корпус исследований по метакогнициям в спортивной психологии. Активно рассматриваются как вопросы обучения, овладения спортивными навыками, так и вопросы психологической готовности спортсменов к соревновательной деятельности. Исследования показывают, что успешные спортсмены чаще намеренно используют мета-когнитивные стратегии в критические моменты соревнований (Wiggins, 2015), отличаются способностью более точного мониторинга своего функционального состояния и осознанно выбирают и используют стратегии регуляции (Schumacher, Becker, Wiersma, 2016). Кроме того, исследования показывают существование связи между метакогнициями и успешностью деятельности (Lyons, Vandura, 2019).

Методы

В целях изучения метакогнитивных навыков спортсменов было проведено полуструктурированное интервью. Выборку составили 35 спортсменов, представителей различных видов спорта (циклических, стрелковых, единоборств, а также спортсмены, занимающиеся многоборьем). Среди них 21 мужчина, 14 женщин, возраст испытуемых 15-35 лет, уровень квалификации испытуемых: 5 спортсменов - КМС, 23 - МС, 5 - МСМК и 2 спортсмена имели звание ЗМС.

В качестве модельной ситуации актуализации метакогнитивных суждений и переживаний была выбрана ситуация препятствия, неудачи. Перед респондентами ставилась следующая исходная задача: «Расскажите, пожалуйста, о ситуациях, когда у Вас были затруднения в достижении цели: когда Вы ошибались или возникали другие препятствия. Что происходило? Какие мысли, чувства, переживания у Вас были?». По ходу или после ответа респонденту задавались вопросы в соответствии со структурой понятийной области метакогнитивных аспектов целевого поведения. Длительность интервью колебалась от 32

минут до 78 минут. Интервью записывались на диктофон, а впоследствии расшифровывались исследователями.

В кодификатор для обработки данных вошли следующие категории, выделенные на основе моделей Флейвелла (1979) и Джекоба и Пэриса (Jacobs, Paris, 1987; Schraw, Moshman, 1995):

- метакогнитивные знания
 - метакогнитивные знания о личности (+ и -)
 - метакогнитивные знания о задаче (+ и -)
 - метакогнитивные знания о стратегии (+ и -)
- метакогнитивные переживания (+ и -).
- метакогнитивные регуляции
 - планирование (+ и -)
 - мониторинг (+ и -)
 - оценка (+ и -)

Кодирование проводилось двумя экспертами. В дополнение качественному анализу полученных данных был также проведен статистический анализ частоты упоминания параметров метакогнитивных навыков. Для выявления значимых различий между группами испытуемых по полу был использован статистический анализ по критерию Манна-Уитни, для сравнения групп испытуемых по группам видов спорта, а также возрасту, стажу занятий спортом и уровню спортивного мастерства использовался статистический анализ по критерию Краскела-Уоллиса (т.к. количество групп в каждой категории больше двух).

Результаты исследования

Были выявлены различия в частоте упоминания различных метакогнитивных процессов в зависимости от вида спорта. Представители циклических видов спорта и единоборств значимо чаще связывали ошибки спортивной деятельности с нарушениями процессов планирования – как с точки зрения распределения ресурсов, так и продуманной тактики спортивных действий. Представители многоборья реже всего обращались к продуктивному опыту оценки своих выступлений, тогда как негативные метакогнитивные переживания в их интервью звучали значимо чаще, чем у представителей других дисциплин (табл. 1). Представители стрелковых видов спорта больше других уделяли внимание представлениям о структуре задачи.

Таблица 1. Различия показателей метакогнитивных навыков у испытуемых разных групп видов спорта (критерий Краскела-Уоллиса)

	задача плюс	планирование минус	оценка плюс	метакогнитивные переживания минус
Chi-Square	10.545	9.753	8.135	9.004
Df	3	3	3	3
Asymp. Sig.	0.014	0.021	0.043	0.029

Были показаны различия по возрасту: задача ($p=0.062$ на уровне тенденции), мониторинг ($p=0.053$ на уровне тенденции), оценка ($p=0.016$) и негативные метакогнитивные переживания ($p=0.027$) (табл. 2). Спортсмены в возрасте до 20 лет реже рассказывали о метакогнитивных знаниях, касающихся задачи, а также оценки и анализа спортивной деятельности. В то же время они значимо чаще говорили о сложностях мониторинга деятельности, а также о негативных метакогнитивных переживаниях, таких как недоумение, неуверенность в выбранной стратегией, бессилие, связанное с субъективно воспринимаемой невозможностью повлиять на ход спортивной деятельности. Примечательно, что именно самая старшая группа (28 лет и старше) имела наивысшие показатели по позитивным метакогнитивным переживаниям, а также метакогнитивным знаниям задачи и метакогнитивной регуляции оценки. С возрастом спортсмены лучше понимают, как работать

со спортивной задачей, как осуществлять оценку своей тренировочной или соревновательной деятельности, а также менее склонны к интенсивным негативным метакогнитивным переживаниям.

Таблица 2. Различия показателей метакогнитивных навыков у испытуемых разного возраста (критерий Краскела-Уоллиса)

	задача плюс	мониторинг минус	оценка плюс	метакогнитивные переживания минус
Chi-Square	5.564	5.095	8.327	7.227
Df	2	2	2	2
Asymp. Sig.	0.062	0.053	0.016	0.027

Женщины в нашей выборке значимо чаще, чем мужчины размышляли как в позитивном, так и в негативном ключе о характеристиках задачи. Кроме того, для них был свойственен больший фокус на аспектах позитивной оценки опыта соревнований или овладения новыми спортивными навыками (табл. 3). Данные результаты показывают особую значимость понимания задачи, ее структуры, четких критериев ее решения в спортсменок, и нуждаются в проверке на более объемной выборке.

Таблица 3. Различия показателей метакогнитивных навыков у испытуемых разного пола (критерий Манна-Уитни)

	задача плюс	задача минус	оценка плюс
Mann-Whitney U	10.000	33.000	45.500
Wilcoxon W	46.000	153.000	198.500
Z	-2.364	-2.255	-2.580
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.018	0.024	0.010
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0.040	0.041	0.011

Обсуждение результатов

В результате проведенной работы было выявлено многообразие представлению спортсменов о собственных метакогнитивных знаниях, навыках и переживаниях. Выяснилось, что спортсмены, имеющие представление о своих сильных и слабых сторонах, могут использовать свои знания для выбора правильной стратегии поведения и планирования, своевременной корректировки выбранных стратегий, что в том числе сопровождается переживанием позитивных метакогнитивных переживаний. Ясное и полное представление о задаче позволяет спортсмену не только проводить оценку эффективности выполненного действия, но также связано со степенью и детализацией планирования собственных действий. Знания о различных стратегиях и возможностях их применения в тех или иных ситуациях может облегчать процессы мониторинга и своевременной коррекции ошибок в текущей деятельности, тогда как недостаток знаний о возможных способах поведения затрудняет процесс оценки результатов деятельности спортсмена. Поскольку метакогнитивные процессы играют важную роль в регуляции целевого поведения спортсменов в процессе тренировочной и соревновательной деятельности, возникает потребность в создании универсальных психодиагностических методов для оценки выраженности метакогнитивных параметров и построения плана индивидуальной программы развития метакогниций для спортсменов различных видов спорта, что представляется нами как задача последующих этапов работы в рамках изучения метакогнитивных навыков спортсменов.

Выводы

Изучение метакогниций все больше привлекает внимание спортивных психологов в силу своей роли в реализации спортивной деятельности, модификации и поддержании саморегуляции в отношении цели, эффективности в овладении спортивными навыками.

В рамках качественного исследования метакогниций на материале полуструктурированных интервью были выявлены различия метакогниций по возрасту, полу и виду спорта по таким параметрам метакогнитивных представлений, как представления о задаче, мониторинге, оценке и негативных метакогнитивных переживаний.

Список литературы

1. Фомин А.Е. Метакогнитивный мониторинг решения учебных задач: психологические механизмы и условия развития в образовательном процессе. Москва. 2019.
2. Flavell J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry // *American Psychologist*, 1979. – Pp. 90–110.
3. Flavell, J.H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition, in F.E. Weinert and R.H. Kluwe (eds), *Metacognition, Motivation and Understanding*. pp. 21–29. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
4. Halpern D. F. (2014). *Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking 5th Edn* New York, NY: Psychology Press
5. Jacobs, J., & Paris, S. (1987). Children's metacognition about reading. *Issues in definition, measurement, and instruction. Educational Psychologist*, 22, 255-278.
6. Lyons P. R., Bandura R. P. Exploring linkages of performance with metacognition // *Journal of Management Development*. – 2019. - 38(3). Pp. 195-207.
7. Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7, 351-371.
8. Schumacher, J. M., Becker, A. J., & Wiersma, L. D. (2016). Forging ahead: An examination of the 15 experiences and coping mechanisms of channel swimmers. *The Sport Psychologist*, 30, 327– 16 338. <https://doi.org/10.1123/tsp.2015-0137>
9. Tarricone P. (2011). *The Taxonomy of Metacognition*. New York: Psychology Press
10. Thenmozhi, C. “Models of Metacognition.” *Shanlax International Journal of Education*, vol. 7, no. 2, 2019, pp. 1-4.
11. Wiggins B. (2015). *Bradley Wiggins: My Hour*. London: Yellow Jersey Press

Новые параметры для российских стандартов здоровья КОСМОНАВТОВ

Фомина Е.В.¹, доктор биол. наук., *Fomin-fomin@yandex.ru*

Кукоба Т.Б.¹, канд. пед. наук, *tatyana-kukobra@yandex.ru*

Романов П.В.¹, *pasha.romanov.2016@inbox.ru*

Жедяев Р.Ю.¹, *zhedyayev-r@mail.ru*

Самарцев В.Ю.² *SVU31@yandex.ru*

Шемчук Е.П.² *E.Shemchuk@gctc.ru*

¹ ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

² ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок

Аннотация. В статье представлены первые результаты работы по созданию российской системы стандартов здоровья космонавтов. Индекс силы мышц бедра и голени (мышечная сила, нормализованная по массе тела), предложен в качестве нового критерия физической работоспособности космонавта после полета. Впервые использована новая батарея физиологических экспресс-тестов для оценки динамики восстановления работоспособности. Описаны особенности российского подхода к разработке стандартов здоровья космонавтов.

Ключевые слова: стандарты здоровья, МКС, космонавт, сила мышц, индекс силы, экспресс-тесты.

Введение

Действие факторов длительного космического полёта ведет к возникновению рисков снижения успешности выполнения задач пилотируемых экспедиций в дальний космос [1-3]. Для объективной оценки готовности космонавта к выполнению этих задач, а также для выбора наиболее целесообразного профилактического тренировочного профиля, необходимо разработать систему стандартов работоспособности космонавтов. Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства США (NASA) были разработаны стандарты здоровья, утверждающие требования для максимального потребления кислорода, мышечной силы астронавта и прочих физиологических параметров [4]. Российская сторона разрабатывает стандарты работоспособности, акцентируя внимание на профилактических мероприятиях. В данный момент ведется поиск наиболее показательных и универсальных физиологических параметров и методов их оценки, которые будут включены в российскую систему стандартов здоровья. Одним из таких параметров может явиться нормализованная по массе тела мышечная сила - отношение показателей мышечной силы к массе тела человека, далее в статье называемая “индекс силы” [5]. Поиск методик проверки работоспособности, являющихся информативными, простыми и в то же время не требующими длительного времени для проведения, привел к созданию батареи физиологических экспресс-тестов. Батарея включает приседания с опорой, сгибание-разгибание рук в упоре лежа, пробу Ромберга, активную ортостатическую пробу и плавание в бассейне на дистанцию в 25 метров.

Целью данного исследования является оценка послеполетных изменений индекса силы, а также показателей экспресс-тестов как параметров для стандартов здоровья космонавтов.

Методы исследования

В эксперименте приняли участие 14 космонавтов, выполнивших космические полеты продолжительностью от 115 до 203 суток. В статье представлены результаты двух видов тестов: тестов на оценку моментов силы в изокинетическом исследовании и экспресс-тестов на оценку работоспособности. Данные тестов на оценку моментов силы были взяты с двух крайних полетов 10 космонавтов и одного полета 3 космонавтов - всего в исследовании моментов силы представлены данные 23 случаев. Пилотная отработка экспресс-тестов была выполнена с участием двух космонавтов.

Оценка силовых способностей произведена по результатам изокинетического тестирования (силовой динамометр «Субех») на основе регистрации моментов силы мышц ног космонавтов. Тестирование проводили за 30 и 60 суток до космического полета, а также на 4-е и 15-е сутки после его завершения. Максимальные моменты силы мышц бедра регистрировались при выполнении 5 сгибаний и разгибаний коленного сустава, на угловой скорости 60°/с, фиксировалось максимальное значение. Оценка моментов силы мышц бедра при сгибании в коленном суставе была проведена с исключением одного случая (n=22).

Максимальные моменты силы мышц голени оценивались на угловой скорости 30°/с. Выполнялось по 5 сгибаний и разгибаний стопы в голеностопном суставе, фиксировалось максимальное значение. Сгибанием в голеностопном суставе обозначалось движение, обеспечивающее сближение тыльной поверхности стопы с передней поверхностью голени. Разгибанию в голеностопном суставе соответствовало движение, сопровождающееся увеличением угла и соответственно отдалением тыльной поверхности стопы от передней поверхности голени.

Расчет показателя индекса силы производился по формуле M/m , где $M(N\cdot m)$ – максимальный момент силы мышц по результатам соответствующего изокинетического исследования, а $m(kg)$ – масса тела космонавта, измеренная в ближайшее время к моменту тестирования мышечной силы.

При оценке изменений индексов силы за 100% было взято среднее значение двух тестов, выполненных до космического полета.

Экспресс-тесты были проведены с участием двух российских космонавтов за 30-60 суток до полёта, а также на 3 и 12 сутки после полета на базе Центра подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина. В тестах оценивались следующие показатели:

- приседания с опорой - количество выполнений за одну минуту;
- сгибание-разгибание рук в упоре лежа - количество выполнений за одну минуту;
- проба Ромберга - сумма времени в секундах за 3 попытки;
- активная ортостатическая проба - частота сердечных сокращений (ЧСС) в положении лежа и ЧСС в положении стоя;
- плавание 25 метров вольным стилем - время преодоления дистанции, на основе которой рассчитывалась скорость преодоления дистанции в метрах в секунду по формуле $V=S/t$, где $S(m)$ - длина дистанции (25 метров), а $t(сек)$ - время преодоления дистанции.

При оценке изменений показателей экспресс-тестов за 100% было взято среднее значение соответствующих показателей, выполненных до космического полета.

Обработка результатов исследования выполнена с использованием общепринятых методов математической статистики. Нормальность распределения определялась на основе критериев Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Оценка достоверности различий предполетных индексов силы с послеполётными значениями осуществлялась на основе расчетов t-критерия Стьюдента для связанных выборок. Статистический анализ осуществлялся в программе «STATISTICA 12». Построение диаграмм результатов экспресс-тестов производилось в программе «Excel 2007».

Исследование одобрено Биоэтической комиссией ГНЦ РФ – ИМБП РАН (протокол № 14-001-Ren-3) и международным советом по исследованию с участием человека (Human Research Multilateral Review Board – HRMRB) (протокол NASA MPA № NASA7116301606HR, протокол FWA № 00019876).

Все испытуемые в соответствии с Хельсинкской декларацией подписали информированное согласие на участие в эксперименте.

Результаты

Статистически значимое уменьшение индекса силы мышц бедра и голени в послеполетных исследованиях на 4 и 15 сутки после полета было выявлено по сравнению с предполетным уровнем (рис.1 и рис.2)

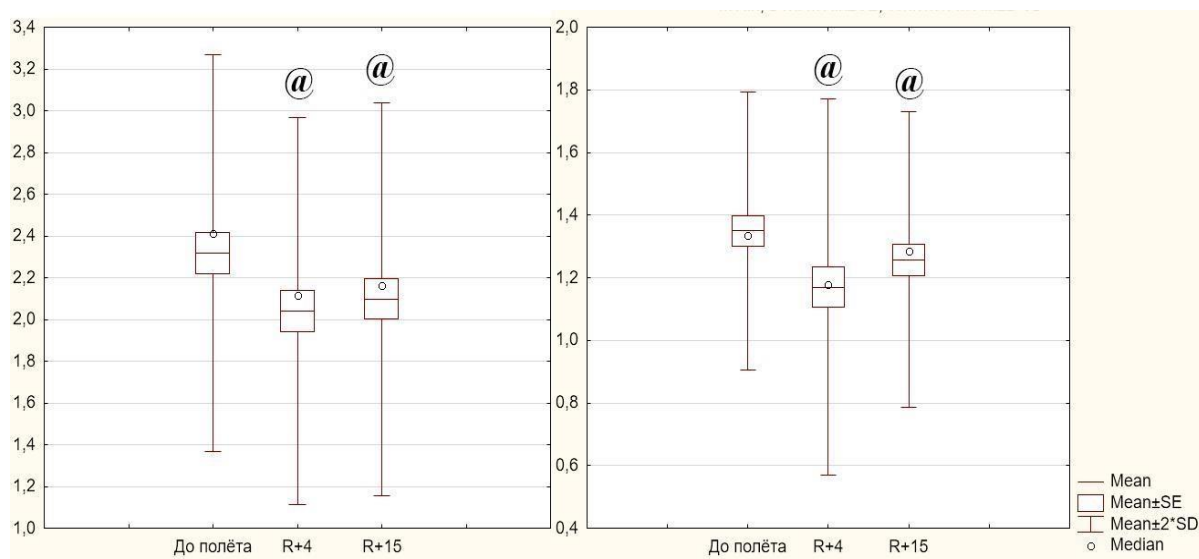


Рисунок 1 - Индексы силы мышц бедра при разгибании (слева) и при сгибании (справа) в коленном суставе космонавтов. R+4, R+15- измерение на 4-е и 15-е сутки после полёта соответственно; “Mean” - среднее значение, “Mean±SE” - Среднее значение ± стандартная ошибка среднего, “Mean±2*SD” - Среднее значение ± 2 среднеквадратичных отклонения, “Median” - медиана значений, @ - статистически значимое различие по сравнению с предполётными значениями ($p < 0.01$).

Уменьшение индекса силы мышц бедра при разгибании в коленном суставе (Рис. 1) на 4 сутки после полета составило в среднем 12% по сравнению с предполетным уровнем ($p < 0.01$); уменьшение на 15 сутки после полета составило в среднем 9,5% по сравнению с предполетным уровнем ($p < 0.001$). Статистически значимых различий между индексом силы мышц бедра при разгибании на 4 и 15 сутки не выявлено.

Уменьшение индекса силы мышц бедра при сгибании в коленном суставе (Рис. 1) на 4 сутки после полета составило в среднем 13,3% по сравнению с предполетным уровнем ($p < 0.01$); уменьшение на 15 сутки после полета составило в среднем 6,8% по сравнению с предполетным уровнем ($p < 0.01$). Выявлено статистически значимое увеличение индекса силы мышц бедра при сгибании на 15 сутки после полета по сравнению с 4 сутками после полета ($p < 0.01$).

Уменьшение индекса силы мышц голени при разгибании в голеностопном суставе (Рис. 2) на 4 сутки после полета составило в среднем 16,4% по сравнению с предполетным уровнем ($p < 0.01$); уменьшение на 15 сутки после полета составило в среднем 9,4% по сравнению с предполетным уровнем ($p < 0.05$). Выявлено статистически значимое увеличение индекса силы

мышц бедра при сгибании на 15 сутки после полета по сравнению с 4 сутками после полета, составившее в среднем 9,7% ($p < 0.01$).

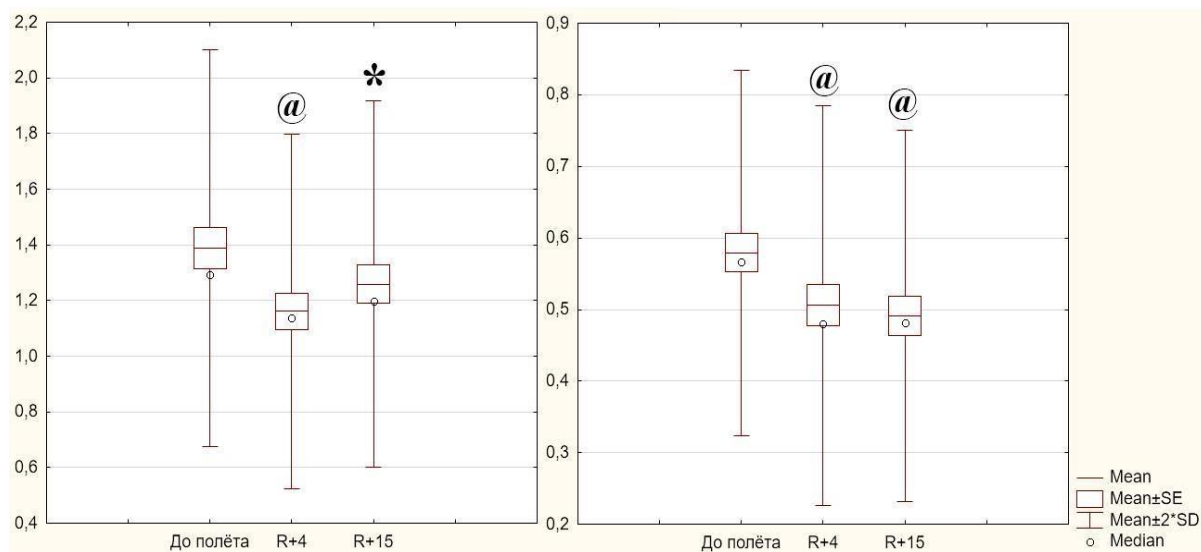


Рисунок 2 - Индексы силы мышц голени при разгибании (слева) и при сгибании (справа) в коленном суставе космонавтов. R+4, R+15- измерение на 4-е и 15-е сутки после полёта соответственно; “Mean” - среднее значение, “Mean±SE” - Среднее значение ± стандартная ошибка среднего, “Mean±2*SD” - Среднее значение ± 2 среднеквадратичных отклонения, “Median” - медиана значений, @ - статистически значимое различие по сравнению с предполётными значениями ($p < 0.01$); * - статистически значимое различие по сравнению с предполётными значениями ($p < 0.05$).

Уменьшение индекса силы мышц голени при сгибании в голеностопном суставе (Рис. 2) на 4 сутки после полета составило в среднем 9,8% по сравнению с предполетным уровнем ($p < 0.01$); уменьшение на 15 сутки после полета составило в среднем 7,2% по сравнению с предполетным уровнем ($p < 0.01$). Статистически значимых различий между индексом силы мышц голени при сгибании на 4 и 15 сутки не выявлено.

При оценке показателей экспресс-тестов выявлено изменение послеполетных результатов (на 3 и 12 сутки) у обоих космонавтов по сравнению с предполетными значениями (рис. 3, 4 и 5).

Количество приседаний с опорой, выполненных за одну минуту, в среднем уменьшилось на 11% и на 7% на 3 и 12 сутки после полета соответственно по сравнению с предполетными значениями (рис. 3).

Количество сгибаний-разгибаний рук в упоре лежа, выполненных за одну минуту, в среднем уменьшилось на 24,5% и на 18% на 3 и 12 сутки после полета соответственно по сравнению с предполетными значениями (рис. 3).

Общая сумма времени в пробе Ромберга за 3 попытки в среднем уменьшилось на 86% (уменьшение в 7 раз) и на 75% (уменьшение в 3 раза) на 3 и 12 сутки после полета соответственно по сравнению с предполетными значениями (рис. 4).

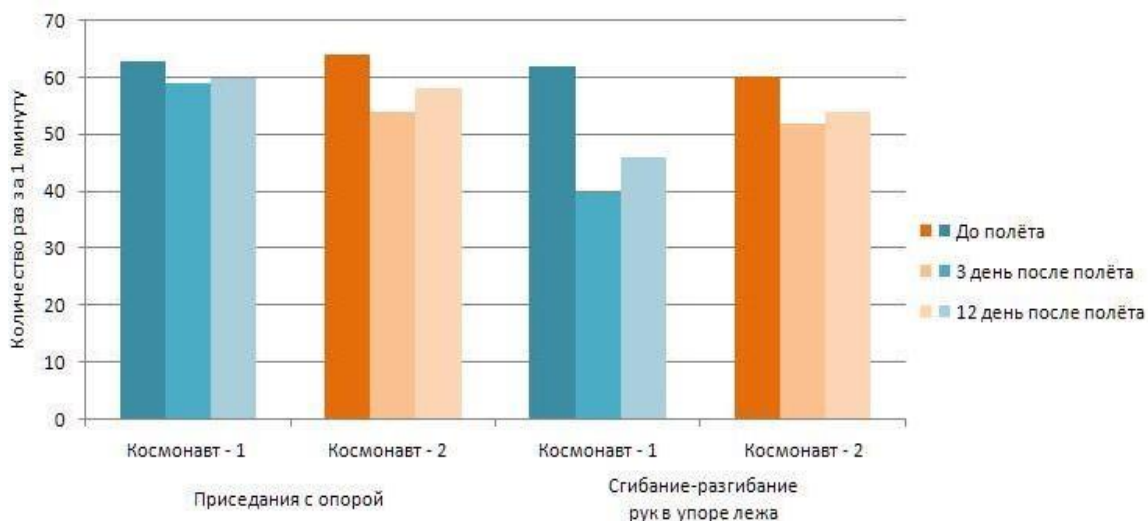


Рисунок 3 - Результаты тестов приседания с опорой (слева) и сгибания-разгибания рук в упоре лежа (справа).

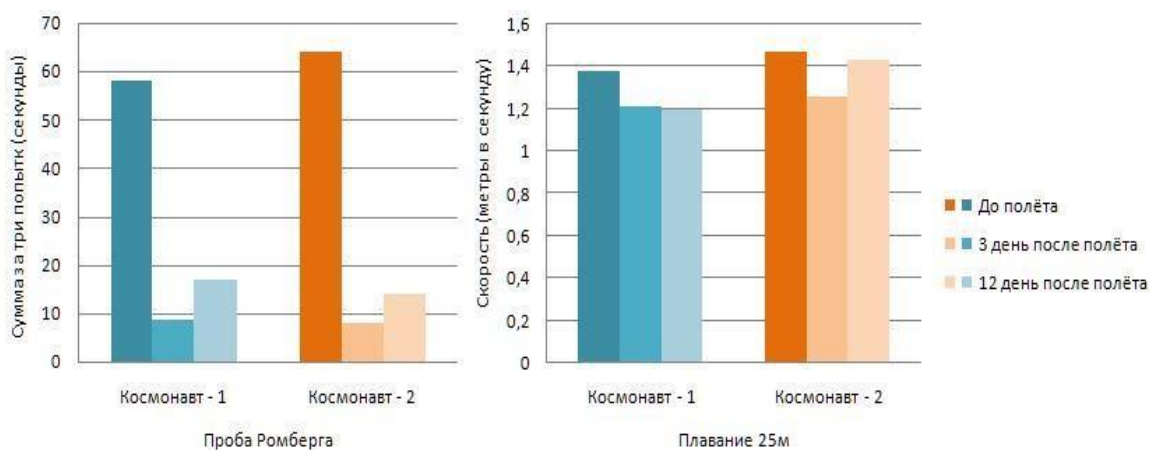


Рисунок 4 - Результаты пробы Ромберга (слева) и плавания на 25 метров (справа).

Скорость преодоления дистанции в тесте “плавание 25 метров” в среднем уменьшилась на 13% и на 7,7% на 3 и 12 сутки после полета соответственно по сравнению с предполетными значениями (рис. 4).

Показатели активной ортостатической пробы увеличились: ЧСС в положении лежа увеличилась в среднем на 25% и на 3 и на 12 сутки после полета по сравнению с предполетными значениями. ЧСС в положении стоя увеличилась в среднем на 39% и на 17% на 3 и 12 сутки после полета соответственно по сравнению с предполетными значениями (рис. 5).

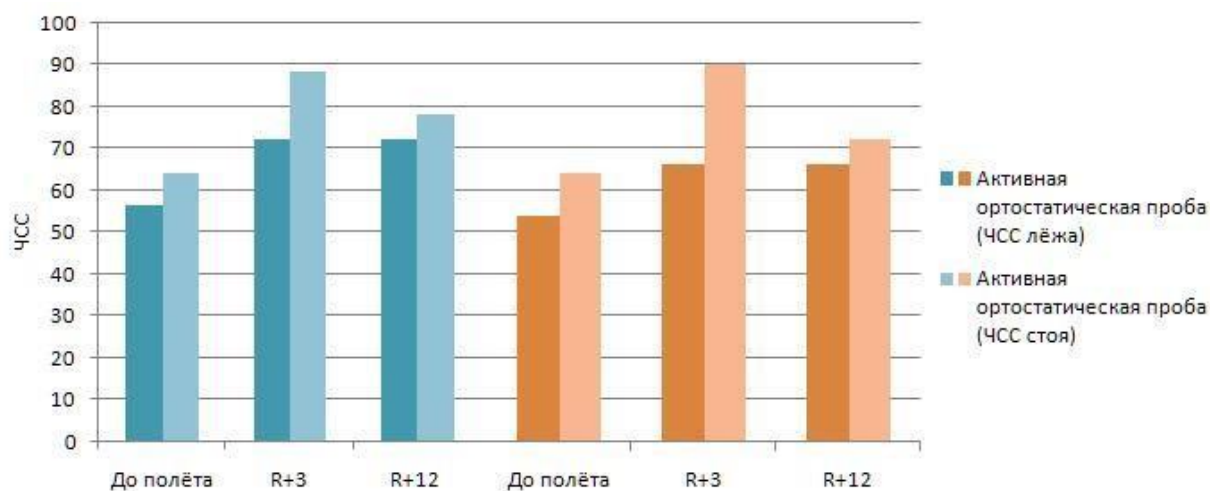


Рисунок 5 - Результаты активной ортостатической пробы.

Обсуждение результатов

Результаты исследований в группе индекса силы согласуются с ранее проведенными исследованиями [6, 7]. В среднем значения абсолютной и нормализованной по массе мышечной силы ног ниже в послеполетный период, чем в предполетный период. После возвращения в гравитационную среду с течением процессов реадaptации и реабилитации наблюдается гетерохронизм в восстановлении показателей мышечной силы различных мышечных групп.

Параметр нормализованной по массе мышечной силы был заложен в стандарты здоровья NASA [4] на основе исследования Ryder et al., [5], оценившего риски невыполнения функциональных задач со значениями данного параметра. Соотнесение пороговых значений для функциональных задач, предложенными Ryder et al., с результатами, полученными в данном исследовании показало, что в 17 из 23 случаях, представленных в статье, индекс силы мышц бедра при разгибании в колене до полета был выше 1.9 Н*м/кг , являющимся нижним порогом успешного и быстрого выполнения всех видов тестовых задач, таких как: открытие люка, перемещение предметов, вставание из кресла и прохождение полосы препятствий, вставание из положения лежа. В 3 случаях индекс силы мышц бедра до полета был на уровне между 1.7 и 1.9 Н*м/кг , что, согласно Ryder et al., означает увеличение рисков невыполнения или слишком долгого выполнения задачи вставания с кресла и прохождения полосы препятствий. Ещё в 3 случаях индекс силы был на уровне между 1.0 и 1.7 Н*м/кг , что означало увеличение рисков невыполнения или слишком долгого выполнения всех задач, кроме поднятия по лестнице. При сравнении данных на 4 сутки после полета оказалось, что индекс силы мышц бедра космонавтов превышал значение в 1.9 Н*м/кг в 14 случаях из 23, находился на уровне между 1.7 и 1.9 Н*м/кг в 3 случаях, и между 1.0 и 1.7 Н*м/кг - в 6 случаях. Подобные сравнения, выраженные в числовом виде при расширении списка функциональных задач, могут помочь в принятии риск-ориентированных решений при выполнении задач напланетной деятельности, а также в изменении тренировочного профиля целесообразно текущим значениям и задачам, что является одной из целей создания системы стандартов здоровья.

Пилотное исследование с выполнением экспресс-тестов были проведены в попытке дать разностороннюю характеристику работоспособности космонавта. Приседания с опорой и сгибания-разгибания рук в упоре лежа призваны дать оценку скоростно-силовым качествам мышц рук и ног; результаты активной ортостатической пробы с регистрацией ЧСС могут помочь в оценке состояния сердечно-сосудистой системы и ее вегетативной регуляции [8]; результаты пробы Ромберга отражают состояние вестибулярной функции [9]; плавание, как

комплексная задача, призвано объединить в себе оценку как скоростно-силовых характеристик, так и координационные способности космонавтов. Представленные в исследовании пилотные результаты экспресс-тестов согласуются с ранее проведенными исследованиями [10] и отражают степень изменения в функциональных системах, обусловленных перестройками в афферентном и эфферентном синтезе, сопровождающих процессы реадaptации человека к воздействию силы тяжести. Так наиболее значительные изменения (уменьшение значений результатов тестов в 7 раз) отмечены в задачах привлекающих информацию от вестибулярной сенсорной системы, что является лимитирующим фактором успешности выполнения таких задач. Нагружение гравизависимых рецепторов во время космического полета с интенсивностью, превосходящей вес тела человека на Земле, позволяет обеспечить функционирование нервно-мышечной системы после космического полета на достаточно высоком уровне.

Выводы

1. Показатели индекса силы значительно снижены на 4 и 15 сутки после длительного космического полета по сравнению с предполетными значениями.
2. Отработка пилотных экспресс-тестов показала ухудшение результатов тестов на 3 и 12 сутки после длительного космического полета по сравнению с предполетными значениями. Отмечен гетерохромизм в восстановлении функциональных систем после полета, сопряженных, по нашему мнению, с изменениями в афферентном синтезе. Индивидуальные изменения результатов тестов на 3 сутки после полета составили: -6% и -15% в тесте “приседание с опорой”, -35% и -13% в тесте “сгибание-разгибание рук в упоре лежа”, -85% и -87% в пробе Ромберга, -13% и -17% в тесте “плавание 25 метров”, +22% и +46% в активной ортостатической пробе.

Благодарности

Выражаем благодарность космонавтам, принявшим участие в эксперименте, сотрудникам Центра подготовки космонавтов им. Гагарина и врачам экипажей за предоставленную возможность проведения до- и послеполетных обследований.

Поддержано базовым финансированием РАН 63.1

Список литературы

1. Уйба В.В., Ушаков Игорь Борисович, Сапецкий А.О. Медико-биологические риски, связанные с выполнением дальних космических полетов // Медицина экстремальных ситуаций. 2017. №1 (59). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mediko-biologicheskie-riski-svyazannye-s-vypolneniem-dalnih-kosmicheskikh-poletov> (дата обращения: 11.11.2020).
2. ADE C., BROXTERMAN R., BARSTOW T. V. O₂max and Microgravity Exposure: Convective versus Diffusive O₂ Transport //Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2015. – Т. 47. – №. 7. – С. 1351-1361.
3. Sutterfield S. L. et al. Prediction of Planetary Mission Task Performance for Long-Duration Spaceflight //Medicine and science in sports and exercise. – 2019. – Т. 51. – №. 8. – С. 1662-1670.
4. Williams R. NASA Space Flight Human-System Standard Volume 1, Revision A: Crew Health //National Aeronautics and Space Administration. NASA Technical Standards.. Washington, DC. – 2015.
5. Ryder J. W. et al. Influence of muscle strength to weight ratio on functional task performance //European journal of applied physiology. – 2013. – Т. 113. – №. 4. – С. 911-921.
6. English K. L. et al. Isokinetic strength changes following long-duration spaceflight on the ISS //Aerospace medicine and human performance. – 2015. – Т. 86. – №. 12. – С. A68-A77.

7. Gopalakrishnan R. et al. Muscle volume, strength, endurance, and exercise loads during 6-month missions in space //Aviation, space, and environmental medicine. – 2010. – Т. 81. – №. 2. – С. 91-104.
8. Оленская Т. Л., Козловский В. И. Методы исследования ортостатических реакций //Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2003. – Т. 2. – №. 1. – С. 26-31.
9. El-Kashlan H. K. et al. Evaluation of clinical measures of equilibrium //The Laryngoscope. – 1998. – Т. 108. – №. 3. – С. 311-319.
10. Bloomberg J. J. et al. NASA's Functional Task Test: Providing information for an integrated countermeasure system. – 2015.

***Annotation.** The article presents the first results of work on the creation of the Russian cosmonaut health standards system. The strength index of the thigh and lower leg muscles (muscle strength normalized to body weight) is proposed as a new criterion for a cosmonaut's post-flight physical performance. For the first time, the new battery of physiological express-tests was used to assess the dynamics of recovery. The article describes the features of the Russian approach to the development of cosmonaut health standards.*

***Keywords:** health standards, ISS, cosmonaut, muscle strength, strength index, express-tests.*

Использование биоакустической коррекции в психологическом сопровождении высококвалифицированных спортсменов

Чарыкова И.А., канд. мед. наук, inna110564@yandex.ru

Малёваная И.А., канд. мед. наук

Мухамова А.А.

Булынько Е.С.

*«Республиканский научно-практический центр спорта»,
г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация.** Спортивная деятельность является экстремальной, поскольку спортсмены постоянно подвергаются воздействию физических и эмоциональных стрессов. Поиск немедикаментозных методов, повышающих стрессоустойчивость спортсменов на всех этапах спортивной деятельности, являются важнейшей составляющей успешности наряду с физической подготовленностью атлета. Одним из перспективных является метод биоакустической коррекции (БАК), разработанный специалистами ФГБУ НИИ экспериментальной медицины СЗО РАМН (Санкт-Петербург) и реализованный в специализированном компьютерном комплексе «Синхро-С». Основой метода является компьютерное преобразование электроэнцефалограммы спортсмена в акустический сигнал и предъявление этого сигнала в реальном масштабе времени, тем самым осуществляется сенсорная ЭЭГ-зависимая стимуляция. Немедикаментозность и неинвазивность метода БАК делают его особенно востребованным в практике спортивного психолога. В данной статье представлены данные о положительном влиянии сеансов биоакустической коррекции на психофизиологический статус спортсменов. Разработанная и апробированная в процессе исследования методика биоакустической коррекции направлена на решение проблемы формирования стрессоустойчивости спортсменов и должна использоваться в психологическом сопровождении на предсоревновательном и соревновательном этапах.*

***Ключевые слова:** стрессоустойчивость, немедикаментозные методы, биоакустическая коррекция, психофизиологический статус, стрессоустойчивость.*

Введение

Каждый человек в своей повседневной жизни сталкивается со стрессорами разной силы. Однако есть сферы деятельности, где сила стрессовых ситуаций и их частота являются запредельными. К таким видам деятельности можно отнести занятия профессиональным спортом.

Современный спорт предъявляет к спортсмену жесткие требования. В спортивной деятельности он ежедневно сталкивается не только с физическими нагрузками, но и постоянно испытывает стресс. Волнение, которое спортсмен ощущает перед ответственным соревнованием, травмы, эмоциональные и физические перегрузки, социальные проблемы, являются стрессогенными факторами для спортсмена.

Практическая работа, связанная с психологическим сопровождением высококвалифицированных спортсменов, показала, что психофизиологические качества генетически детерминированы и составляют основу психоэмоциональных реакций в экстремальных ситуациях.

Многочисленные исследования показывают, что пиковый возраст риска возникновения психических расстройств у спортсменов совпадает с пиком спортивной карьеры у элитных атлетов [1,2], поскольку именно в этот период спортсмен подвержен наибольшему стрессовым нагрузкам. Этому также способствуют и допинговые скандалы, радикальные изменения политических, экономических, социальных предпосылок. Все это диктует необходимость

поиска новых немедикаментозных методов повышения стрессоустойчивости спортсменов с целью сохранения здоровья и достижения максимального результата.

Среди немедикаментозных средств коррекции психогенных функциональных нарушений, а также преодоления эмоционального и интеллектуального напряжения известно множество психотерапевтических методов: когнитивная бихевиоральная терапия и психодинамическая психотерапия широко применяются в спорте, унифицируются и продолжают непрерывно развиваться. Однако наиболее простыми и разработанными являются два подхода – это музыкальная терапия и технология биологической обратной связи (БОС), в частности Neurofeedback, т.е. биоуправление с использованием ЭЭГ-активности.

Музыкальная терапия производит психосоматическую регуляцию функций через музыкально-акустическое воздействие [3]. Современные исследователи изучают влияние музыкальных произведений на разные виды деятельности. Так, Nakamura Р.М. показано, что при фоновом воздействии музыки, которая заранее была выбрана и одобрена испытуемыми, получен позитивный эффект в результативности спортивных тренировок [4].

Методы нейротерапии используют различные способы воздействия на организм акустическими, зрительными, тактильными сигналами. Разные виды сенсорных сигналов влияют на организм в режимах как прямой, так и биологической обратной связи. Одним из способов нейротерапии является метод биоакустической коррекции (БАК), разработанный специалистами ФГБУ НИИ экспериментальной медицины СЗО РАМН (Санкт-Петербург) и реализованный в специализированном компьютерном комплексе «Синхро-С». Физиологической основой метода БАК является сенсорная ЭЭГ-зависимая стимуляция. [5,6].

Разработанный метод БАК относится к немедикаментозным способам нормализации психофизиологического состояния в период интеллектуального или эмоционального напряжения, а также лечения психосоматических заболеваний, функциональных расстройств центральной нервной системы и последствий органического поражения мозга. Тем самым, он подходит для использования в медицинских целях, а также в последнее время применяется в спорте с целью сохранения здоровья и повышения эффективности работы мозга.

Предполагаемым механизмом восстановления функционального состояния ЦНС в условиях БАК выступает активация структур мозга, связанных с процессами саморегуляции, мотивации и подкрепления. Обуславливает такую активацию естественная эмоциогенность акустического образа ЭЭГ, его музыкальные свойства, а также согласованность и синхронизация предъявления «звуков мозга» с событиями текущей биоэлектрической активности [6].

Принципиальным отличием методики БАК от Neurofeedback является отсутствие когнитивно-волевого задания человеку, проходящему сеанс, на трансформацию собственной биоэлектрической активности. Спортсмену ставится только общая задача «слушать музыку своего мозга». Это обстоятельство является важным фактором применения методики БАК для спортсменов любых возрастных категорий. В основе применения метода БАК заложены принципы произвольной саморегуляции. Содержание концепции произвольной саморегуляции заключается не в технической или когнитивной компенсации нарушенных физиологических реакций, а в активации естественных процессов саморегуляции и восстановительных функций организма, которые в норме осуществляются произвольно, но оказались подавлены в результате неблагоприятного сочетания факторов внешней среды, болезни или индивидуально-личностных особенностей. Активация естественных восстановительных процессов осуществляется сенсорной (в данном случае акустической) стимуляцией, скоррелированной с текущей биоэлектрической активностью мозга [5,6].

Специфика спорта высших достижений заключается в том, что в условиях жесточайшей конкуренции, все большую роль играет психологическая подготовка спортсменов, качество и выраженность их предстартовых состояний. В этих условиях проблема регуляции психофизического состояния становится важнейшей задачей.

Так, на примере спортсменов-велосипедистов в исследовании Кузнецовой В.А. установлены наиболее чувствительные к предстартовым ситуациям психические состояния и

определена их динамика [7]. В результате использования БАК также обнаружено его позитивное влияние на динамику психических состояний спортсменов-велосипедистов. В ее исследовании показано, что вариативность показателей настроение, самочувствие, активность, уверенность, тревожность, напряжение, эмоциональное возбуждение у спортсменов, прошедших сеансы БАК значительно ниже – в среднем, в 2,58 раза (11,84 % против 30,54 %). Это означает, что метод биоакустической обратной связи наиболее эффективен для велосипедистов, имеющих перед гонкой либо очень низкие значения предстартовых психических состояний («предстартовая апатия»), либо очень высокие («предстартовая лихорадка»).

По результатам многочисленных исследований, особенно в медицине, можно с уверенностью говорить о том, что БАК обладает рядом преимуществ по сравнению с другими видами коррекции неблагоприятных состояний – немедикаментозность и неинвазивность. Однако несмотря на множество публикаций, тема использования БАК в спорте, является достаточно актуальной и мало изученной.

Цель исследования: Изучить влияние сеансов биоакустической коррекции на психофизиологический статус высококвалифицированных спортсменов.

Организация и методы исследования

В исследовании приняли участие высококвалифицированные спортсмены (от МС до ЗМС) циклических (конькобежный спорт и плавание) и сложнокоординационных (прыжки на батуте, прыжки в воду и гимнастика художественная) видов спорта, всего 134 человека в возрасте от 17 до 29 лет.

Проведение сеансов биоакустической коррекции одобрено комитетом по этике государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта». На первом этапе все спортсмены прошли психофизиологическое тестирование в разные периоды подготовки с целью определения контрольной и экспериментальной групп. Обследование проводилось на базе лаборатории психологии спорта РНПЦ спорта.

На втором этапе спортсмены экспериментальной группы (62 чел.) проходили обследование по разработанной программе до начала сеансов БАК и после (всего 124 человекообследования по 6 методикам). На этом этапе также была разработана методика применения биоакустической коррекции у спортсменов с учетом их исходного состояния.

Разработанный протокол проведения биоакустической коррекции включает два алгоритма сеансов. Алгоритм проведения процедуры с выраженными эмоциогенными свойствами рекомендован при истощении, астенизации, с пониженным настроением и активностью (алгоритм отпуска процедур №1).

Алгоритм проведения процедуры со стабилизирующими нервную систему свойствами рекомендован при повышенном возбуждении, тревоге, лабильном эмоциональном реагировании на стимулы среды, частых перепадах настроения (алгоритм отпуска процедур №2).

Спортсмены контрольной группы (72 чел.) проходили аналогичное обследование дважды в те же периоды, что и спортсмены экспериментальной группы (всего 144 человекообследования по 6 методикам).

С целью изучения динамики показателей психофизиологического состояния спортсменов в нашем исследовании использовался АПК «НС Психотест», разработанный ООО «Нейрософт» (Россия).

В качестве базовой методики для выявления первичных параметров психоэмоционального состояния был выбран восьмицветовой тест Люшера. Тест позволяет измерить психофизиологическое состояние человека, его стрессоустойчивость, а также определить причины возможного психологического стресса, который может привести к образованию физиологических симптомов и расстройств. Для анализа психофизиологического состояния использовались следующие показатели:

- суммарное отклонение от аутогенной нормы (СО) – отражает устойчивый эмоциональный фон, то есть преобладающее настроение личности, является показателем степени эмоционального дискомфорта;
- вегетативный коэффициент (ВК) – характеризует энергетический баланс организма: способность к энергозатратам или установку на сбережение энергии;
- показатель работоспособности (ПР);
- показатель стресса (ПС).

Изучение особенностей психофизиологического статуса осуществлялось при помощи сенсомоторного тестирования с использованием методик – «Простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР), «Сложная зрительно-моторная реакция» (СЗМР) в модификации «Реакция различения», «Реакция на движущийся объект» (РДО), «Оценка внимания» и «Помехоустойчивость».

Методика «Простая зрительно-моторная реакция» – это элементарный вид произвольной реакции человека на зрительный стимул, она состоит из двух последовательных компонентов: сенсорный период и моторный период. Сложная зрительно-моторная реакция (СЗМР) включает в себя различение сигналов и выбор в соответствии с этим разных способов поведенческого реагирования. Параметры ПЗМР и СЗМР характеризуют нейродинамические процессы в ЦНС, а именно возбудимость коркового отдела зрительного анализатора, скорость проведения возбуждения по рефлекторной дуге, общий тонус, лабильность, подвижность, силу ЦНС. В методике ПЗМР анализировались показатели: функциональный уровень системы (ФУС), который характеризует уровень работоспособности обследуемого, устойчивость реакции (УР) и уровень функциональных возможностей (УФВ), характеризующий способность формировать и долго удерживать работоспособность. Вышеназванные показатели позволяют спрогнозировать вероятность возникновения негативного психофизиологического состояния, влияющего на эффективность деятельности спортсменов. Анализ среднего значения времени реакции (Вр.р) при анализе вышеназванных методик позволяет определить тип высшей нервной деятельности.

Для оценки концентрации (К) и устойчивости (У) внимания использовалась методика «Оценка внимания». Также для более информативной картины уровня внимания анализировалась помехоустойчивость (способность человека сопротивляться воздействию фоновых признаков (помех) при восприятии какого-либо объекта). Методика «Помехоустойчивость» применяется совместно с методикой «Оценка внимания».

Коррекционный блок проводился с помощью метода биоакустической коррекции (БАК) на основе компьютерного преобразования отображаемых параметров биоэлектрической активности головного мозга в параметры звуковых стимулов. Регистрация и преобразование ЭЭГ проводилось с помощью компьютерного комплекса «Синхро-С» (производство ООО «СинКор», Санкт-Петербург, Россия).

Продолжительность процедуры 20 минут. Все спортсмены экспериментальной группы прошли от 7 до 10 сеансов по протоколам, разработанным в лаборатории психологии спорта в зависимости от своего исходного психофизиологического состояния.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с применением программного обеспечения SlySoft Statistica: описательная статистика, оценка нормальности распределения по критерию Шапиро-Уилки. В связи с тем, что полученная выборка не имела нормального распределения, были использованы непараметрические методы анализа (Т-критерий Вилкоксона для оценки достоверности отличий связанных выборок).

Результаты и обсуждение

Результаты психофизиологического тестирования спортсменов **экспериментальной группы** представлены в таблице 1, а в таблице 2 представлены среднегрупповые психофизиологические показатели спортсменов контрольной и экспериментальной групп. Так как статистически значимых различий в показателях психофизиологического тестирования

среди спортсменов различных групп видов спорта и по полу не отмечалось, анализ данных проводился по среднегрупповым значениям.

Таблица 1. Среднегрупповые показатели психофизиологического тестирования спортсменов до и после проведения сеансов биоакустической коррекции (экспериментальная группа)

Методика		До	После	T-критерий	Статистическая значимость
Восьмицветовой тест М. Люшера	СО, у.е.	14,73 ± 6,26	12,48 ± 5,11	2,85	0,007
	ВК, у.е.	1,93 ± 3,65	1,35 ± 0,42	1,02	0,313
	ПР, у.е.	11,33 ± 3,66	13,20 ± 3,96	-2,67	0,011
	ПС, у.е.	16,98 ± 9,18	11,13 ± 7,93	3,92	0,0004
ПЗМР	Вр.р., мс	202,68 ± 28,33	193,84 ± 23,41	3,35	0,002
	ФУС, у.е.	4,86 ± 0,51	5,10 ± 0,51	-3,34	0,002
	УР, у.е.	2,24 ± 0,58	2,57 ± 0,59	-3,54	0,001
	УФВ, у.е.	3,97 ± 0,66	4,15 ± 0,68	-1,79	0,081
Реакция различения	Вр.р., мс	256,59 ± 42,90	241,42 ± 34,34	4,85	0,00002
	ош.	2,90 ± 1,97	1,90 ± 1,58	4,21	0,0001
РДО	T (%)	63,23 ± 11,84	70,85 ± 10,77	-4,28	0,0001
	З (%)	14,48 ± 9,47	11,08 ± 6,59	2,19	0,03
	О (%)	22,08 ± 11,36	18,05 ± 9,63	2,23	0,03
Оценка внимания	Вр.р., мс	285,98 ± 21,48	277,14 ± 24,89	3,33	0,00004
	У, у.е.	1,02 ± 0,06	0,98 ± 0,06	2,87	0,0019
	К, у.е.	1,01 ± 0,08	0,98 ± 0,06	1,23	0,007
Помехоустойчивость	Вр.р., мс	330,15 ± 41,73	324,58 ± 31,89	-2,94	0,228
	ФУС, у.е.	3,78 ± 0,54	4,01 ± 0,49	-3,84	0,006
	УР, у.е.	1,40 ± 0,60	1,76 ± 0,52	-3,54	0,0004
	УВФ, у.е.	2,59 ± 0,69	2,94 ± 0,69	4,60	0,001

Анализ данных таблицы 1 показал, что у спортсменов экспериментальной группы после сеансов биоакустической коррекции отмечается улучшение показателей актуального состояния. Статистически значимые различия наблюдаются по показателям психической работоспособности, уровню стресса, времени простой зрительно-моторной реакции, критериям функционального состояния центральной нервной системы, времени сложной зрительно-моторной реакции, реакции на движущийся объект, а также характеристик внимания. Так, после курса воздействия биоакустической коррекции у спортсменов данной группы отмечается повышение психической работоспособности (до проведения сеансов БАК

– 11,33±3,66 у.е., после – 13,20 ± 3,96 у.е.), снижение уровня ощущаемого стресса (до проведения сеансов БАК – 16,98±9,18у.е., после – 11,13±7,93у.е.), повысились психофизиологические характеристики организма спортсменов, что говорит о повышении активации нервных процессов, а также об устойчивости нервной системы к внешним воздействиям.

Необходимо отметить также, что после сеансов БАК улучшился баланс процессов возбуждения и торможения ЦНС (до проведения сеансов БАК количество точных реакций составило 63,23 ± 11,84%, после – 70,85 ± 10,77%). Эта тенденция достаточно благоприятная, т.к. спортсменам с уравновешенной нервной системой легче контролировать свое поведение, то есть нервные процессы сменяются точно и своевременно в соответствии с условиями текущей ситуации, что крайне важно, как в тренировочной, так и в соревновательной деятельности. Также отмечаются положительные изменения и со стороны свойств внимания – повысилась устойчивость внимания (до проведения сеансов БАК – 1,02 ± 0,06, после – 0,98 ± 0,06). Таким образом, сеансы биоакустической коррекции способствовали улучшению показателей психофизиологического состояния спортсменов.

На основании анализа полученных данных о положительном влиянии сеансов биоакустической коррекции на психофизиологический статус можно с уверенностью говорить о целесообразности использования БАК в спорте.

Таблица 2. Среднегрупповые показатели психофизиологического тестирования спортсменов контрольной и экспериментальной групп

Показатели		Контрольная группа (n= 72)	Экспериментальная группа (n= 62)
Восьмицветовой тест М. Люшера	СО, у.е.	до	12,80 ± 6,12
		после	13,15 ± 6,33
	ВК, у.е.	до	1,35 ± 0,65
		после	1,37 ± 0,62
	ПР, у.е.	до	10,11 ± 3,02
		после	10,09 ± 3,16
	ПС, у.е.	до	11,75 ± 9,59
		после	12,58 ± 11,18
ПЗМР	Вр. р., мс	до	208,88 ± 24,16
		после	205,79 ± 19,97
	ФУС, у.е.	до	4,78 ± 0,50
		после	4,83 ± 0,52
	УР, у.е.	до	2,29 ± 0,57
		после	2,30 ± 0,66
	УФВ, у.е.	до	3,99 ± 0,65
		после	3,99 ± 0,70
Реакция различения	Вр. р., мс	до	259,37 ± 34,60
		после	257,92 ± 36,67
	ош.	до	2,28 ± 1,47
		после	2,18 ± 1,50
РДО	Т (%)	до	60,77 ± 20,96
		после	63,59 ± 20,97
	З (%)	до	17,65 ± 16,72
		после	16,35 ± 16,06
	О (%)	до	20,15 ± 13,19
		после	19,23 ± 11,90
Оценка внимания	Вр. р., мс	до	294,18 ± 26,82
		после	293,32 ± 23,11

	У, у.е.	до	$1,00 \pm 0,08$	$1,02 \pm 0,06$
		после	$1,02 \pm 0,13$	$0,98 \pm 0,06$
	К, у.е.	до	$0,97 \pm 0,07$	$1,01 \pm 0,08$
		после	$0,96 \pm 0,07$	$0,98 \pm 0,06$
Помехоустойчивость	Вр. р., мс	до	$335,70 \pm 29,53$	$330,15 \pm 41,73$
		после	$333,66 \pm 33,85$	$324,58 \pm 31,89$
	ФУС, у.е.	до	$3,51 \pm 0,80$	$3,78 \pm 0,54$
		после	$3,58 \pm 0,83$	$4,01 \pm 0,49$
	УР, у.е.	до	$1,36 \pm 0,91$	$1,40 \pm 0,60$
		после	$1,43 \pm 0,84$	$1,76 \pm 0,52$
	УФВ, у.е.	до	$2,37 \pm 0,70$	$2,59 \pm 0,69$
		после	$2,47 \pm 0,79$	$2,94 \pm 0,69$

Сравнительный анализ среднегрупповых показателей психофизиологического тестирования спортсменов (таблица 2) различных видов спорта проводился с учетом динамики изменения показателей под воздействием биоакустической коррекции (экспериментальная группа) и без какого-либо воздействия (контрольная группа). Математическая обработка данных показала, что статистически значимые различия (Т-критерий Вилкоксона) в контрольной группе до начала эксперимента и после отсутствуют в отличие от экспериментальной группы.

Из результатов, представленных в таблице 2 видно, что до начала сеансов биоакустической коррекции контрольная и экспериментальная группы имели незначительные различия по психофизиологическим показателям. После курса биоакустической коррекции психофизиологические показатели спортсменов экспериментальной группы значительно улучшились: повысилась психическая работоспособность, уменьшился уровень ощущаемого стресса, значительно улучшилась скорость простой зрительно-моторной реакции, а также повысилась работоспособность центральной нервной системы, о чем свидетельствуют показатели функционального состояния ЦНС. Так, необходимо отметить тот факт, что критерии функционального состояния ЦНС в реакции «Помехоустойчивость» улучшились, что косвенно свидетельствует о повышении стрессоустойчивости, так как стрессоустойчивость проявляется в ситуациях с помехами.

Таким образом, сеансы с биоакустической коррекцией оказывают положительные изменения на психофизиологический статус спортсменов.

Выводы

На основании анализа полученных данных о положительном влиянии сеансов биоакустической коррекции на психофизиологический статус можно с уверенностью говорить о целесообразности использования БАК в спорте.

Разработанная и апробированная в процессе исследования методика биоакустической коррекции направлена на решение проблемы формирования стрессоустойчивости спортсменов и должна использоваться в психологическом сопровождении на предсоревновательном и соревновательном этапах.

Список литературы

1. Schinke, R.J. International society of sport psychology position stand: Athletes' mental health, performance, and development / R.J. Schinke, N.B. Stambulova, G. Si, Z. Moore // Int. J. Sport Exerc. Psychol. – 2017. – 10.1080/1612197X.2017.1295557.
2. Stults-Kolehmainen, M., Sinha, R. (2014) The Effects of Stress on Physical Activity and Exercise / M. Stults-Kolehmainen, R. Sinha // Sports Med. – №44(1). – P. 81–121.

3. Федотчев, А.И. Музыкальная терапия и «музыка мозга»: состояние, проблемы и перспективы исследований / А.И. Федотчев, Г.С. Радченко // Успехи физиологических наук. – Т. 44, № 4. – 2013. – С. 35–50.
4. Effects of preferred and nonpreferred music on continuous cycling exercise performance / P.M. Nakamura, G. Pereira, C.B. Papini [et al.] // Percept. Mot. Skills. – Vol. 110, № 1 – 2010. – P. 257–264.
5. Константинов К.В., Сизов В.В., Мирошников Д.Б., Есимбаева В.Н., Бурова В.В., Клименко В.М. Саморегуляция функционального состояния центральной нервной системы человека методом биоакустической коррекции. Биологическая обратная связь. 2000. № 4. С. 7-14.
6. Константинов К.В. Способ нормализации психофизиологического состояния. Патент РФ №2410025 от 17.02.2009.
7. Кузнецова, В.А., Психолого-педагогические условия достижения успешности у спортсменов группы высшего спортивного мастерства: на материале спортсменов-велосипедистов: автореферат дис. кандидата психологических наук: 19.00.07 / Кузнецова Вера Александровна; [Место защиты: Ин-т изучения детства, семьи и воспитания РАО]. - Москва, 2016. - 27 с.

Физиологические основы рефлексотерапии и теоретическое обоснование влияния акупунктуры на состояние гемодинамики у квалифицированных спортсменов

Шерстюк С.А.¹, *sanitar2002@rambler.ru*

Асеева А.Ю.², *канд. пед. наук, ane4ka_1982@mail.ru*

Андреев В.И.³, *доктор пед. наук, профессор, andreev@tpi.ru*

Капилевич Л.В.⁴, *доктор мед. наук, профессор, kapil@yandex.ru*

Шерстюк М.А.⁵, *канд. мед. наук*

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, «Городская Клиническая больница №1 им. Кабанова А.Н.», г. Омск*

²*Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск*

³*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

⁴*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск*

⁵*Восстановительный центр ООО «Тибет», г. Омск*

Аннотация. *Статья раскрывает физиологические особенности влияния рефлексотерапии на вегетативный статус и гемодинамические показатели спортсменов на основании данных отечественной и зарубежной литературы. Объясняет особенности ее применения на разные звенья вегетативной и гемодинамической функциональной системы на основании опыты ее применения в рамках специфической медико-биологической площадки.*

Ключевые слова: *функциональная система, рефлексотерапия, квалифицированные спортсмены, трансмитральный кровоток*

Введение

В настоящее время один из самых распространенных методов рефлексотерапии - акупунктура, перешел из разряда эмпирических в разряд научно-обоснованных методов, используемых для лечебно-восстановительного воздействия на организм [12]. В практической медицине данный метод нашел широкое применение во всех ее отраслях и внедрен в систему здравоохранения на законодательном уровне. На наш взгляд целесообразной и актуальной является оценка эффективности акупунктуры в спорте высших достижений. На основании результатов применения данного метода в течение длительного времени, необходимо отметить, что сегодня он может быть перспективен в целях: немедикаментозного ускорения процессов адаптации спортсменов к постоянным высокоинтенсивным тренировочным нагрузкам, повышения уровня спортивных результатов, а также быстрого восстановления после соревнований и полученных травм. Исследования в области применения рефлексотерапии, и ее физиологических эффектов, обобщение теоретических, клинических и экспериментальных данных, позволяют разрабатывать новые подходы и программы лечебного воздействия этого метода на организм.

Целью исследования является раскрытие современных данных научно-исследовательской литературы о механизмах лечебно-профилактического действия РТ, физиологическое обоснование механизмов действия РТ с учетом ее применения в спорте высших достижений при воздействии на разные системы организма, в том числе, на гемодинамику (с позиции коррекции функциональной системы кровообращения, при адаптации к физическим нагрузкам различной направленности).

Материалы и методы исследования

- иностранные и отечественные литературные источники, раскрывающие проблему физиологических основ влияния РТ на организм человека (спортсмена);

- гемодинамические и морфометрические показатели сердца квалифицированных спортсменов с учетом метаболизма мышечной деятельности при нагрузках аэробного и анаэробного гликолитического характера [19, 20];
- теоретическое обоснование физиологического влияния РТ на гемодинамические показатели адаптированного к физическим нагрузкам сердца спортсмена.

Обсуждение результатов исследования

Современные достижения физиологии показывают, что регуляторные механизмы организма: гуморальные, иммунные, нервные и эндокринные, работают в едином режиме функционирования и сохранения постоянства внутренней среды организма [12]. При этом все обозначенные регуляторные механизмы можно объединить в понятие метаболического гомеостаза, или гомеостатической регуляции внутренней среды [12]. Исследование вопроса влияния акупунктуры на метаболическую коррекцию внутренней среды организма спортсмена не связано с дополнительной медикаментозной нагрузкой, а значит, исключает вопросы применения, в том числе и запрещенных лекарственных препаратов. При этом доказано, что акупунктура позволяет активизировать собственные силы организма [12]. Это важно для достижения результатов в спорте. Кроме того, исключаются дополнительные финансовые затраты.

Современная теория РТ с патогенетической точки зрения объясняет обезболивающий и иммуномодулирующий эффекты акупунктуры при лечении многих заболеваний, таких, например, как грыжа межпозвоночного диска, алиментарное ожирение, сахарный диабет 2 типа и т.д. [6, 12, 21]. Представления о взаимном отражении процессов внутренней среды организма, и его экстероцептивных зонах, находят свое применение в обосновании методологии РТ. Поэтому было предложено определение РТ как восстановительной методики, основанной на оценке параметров периферических рефлексогенных зон и воздействия на них с целью гомеостатической регуляции функциональных систем организма [3].

В этом смысле для нас особый интерес представляет гемодинамическая функциональная система квалифицированных спортсменов и обоснование возможности влияния на регуляцию ритма сердца через вегетативную нервную систему [10], с последующей оценкой морфометрических и гемодинамических показателей, отражающих возможности адаптации к аэробным и анаэробным гликолитическим нагрузкам [20].

Единая система адаптации квалифицированных спортсменов к интенсивным нагрузкам включает в себя: особенности вегетативной регуляции на основании исследования вариабельности сердечного ритма (ВСР) [10], которая показывает, что рост результативности и успешности достигнутых возможностей будет сопровождаться ростом вариационного размаха (разница между самым длинным и самым коротким кардиоинтервалом), общей мощности всех волн, высокочастотных колебаний (показывающих модулирующее влияние парасимпатического отдела нервной системы на активность синусового узла), квадратного корня из средних квадратов разностей между кардиоинтервалами (RMSSD)- который был предложен, как наиболее полезный показатель вариабельности ритма сердца в состоянии покоя [8]. Особенности адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам разной интенсивности отражаются, в том числе, через морфометрические и гемодинамические показатели сердца, и его возможностей при аэробном и анаэробном метаболизме мышечной деятельности [12,19,20]. Комплекс параметров, состоящий из влияния вегетативной нервной системы (парасимпатической) на регуляцию синусового ритма, умеренную брадикардию, гипотонию, нормальную геометрию левого желудочка сердца с незначительной гипертрофией или тоногенной дилатацией [16, 20], в совокупности обозначаемый как морфометрический маркер аэробной выносливости, и «Супернормальный» вариант диастолической функции, как маркер адаптации к нагрузкам гликолитического характера [18, 20], на наш взгляд, можно рассматривать как единую функциональную систему уровня подготовленности спортсменов, тренирующих качество выносливости, скоростной и скоростно-силовой.

В случае потери спортсменом высокого уровня подготовленности, или в случае перетренированности, необходимо рассматривать всю гемодинамическую функциональную систему как место приложения рефлексотерапии (акупунктуры) через точки, имеющие эффекты регуляции параметров вегетативной нервной системы и параметров гемодинамики с учетом влияния на синусовый узел [8,12]. Состояние перетренированности при оценке состояния ВНС и variability ритма сердца проявится: увеличением амплитуды моды, низкочастотных и очень низкочастотных колебаний, вагосимпатического коэффициента с преобладанием активности симпатической нервной системы, индекса напряжения регуляторных систем [8]. Проявление влияния парасимпатического отдела нервной системы на активность синусового узла проявится урежением частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое (умеренная брадикардия), что является одним из компонентов спортивного сердца [13]. При этом на увеличение временного показателя сердечного цикла влияет диастолический компонент, который проявляется в увеличении временных параметров ранней и поздней диастолы [17, 19, 20], и изменении конфигурации трансмитрального потока Е/А более 2 у.е. имеет особое значение для восстановления миокарда в периоде отдыха [11], а также для более мощного сердечного выброса и способности организма в ходе тренировок и соревнований адекватно переносить гликолитические нагрузки, с должной степенью гликолитической емкости, при показателях трансмитрального кровотока в виде «Супернормальной» диастолической функции левого желудочка [18, 20].

При формировании перетренированности и преобладании активности симпатического отдела ВНС [8], возникает увеличение ЧСС, что является одним из факторов, форсирующих ремоделирование миокарда в сторону гипертрофии [10]. При этом снижается уровень спортивной формы, теряется емкость гликолитического метаболизма при выполнении соответствующих нагрузок, теряется возможность сердца восстанавливаться в период диастолы [11]. Тренировочный процесс при таких гемодинамических показателях нуждается в коррекции в сторону аэробного энергообеспечения мышечной деятельности и поиска средств, способных нормализовать всю гемодинамическую систему спортсмена без применения медикаментозных средств, т.к. большая часть медикаментозных средств, влияющих на ритм сердца [10], относится к запрещенным в спорте.

По нашему мнению, одним из эффективных методов, способных вернуть спортсмену его функциональные возможности и снизить негативное влияние физических нагрузок при перетренированности, является акупунктура. Согласно данных исследователей [5, 14], эффект РТ основан на раздражении периферических нервных рецепторов и воздействии на биологически активные точки (БАТ) [1, 22]. Раздражение через рецепторы и микроциркуляторное русло запускает как каскад рефлекторных нейрогуморальных реакций, так и определенный интегральный ответ организма [1, 12]. Рефлексотерапия способствует ускорению формирования основных характеристик адаптированного организма (в случае спорта высших достижений - это варианты адаптации функциональной системы кровообращения ко всем типам физических нагрузок, с возможно высоким достижением результата согласно спортивной специализации). Воздействие рефлексотерапии позволяет поддерживать гомеостаз спортсмена с минимальными энергетическими затратами и высокими способностями мобилизации для оптимального реагирования на стрессовые или экстремальные воздействия (предельные тренировочные или соревновательные нагрузки) [3]. При этом в ходе тренировочного процесса при подготовке к соревнованиям оптимальными параметрами гомеостаза гемодинамической системы будут являться: ваготоническая регуляция активности синусового узла, брадикардия, гипотония, тоногенная дилатация или нормальная геометрия ЛЖ с показателями диастолической функции в виде «Супернормальной» конфигурации трансмитрального кровотока и высокой гликолитической емкостью метаболизма мышечной деятельности [2, 8, 18, 20]. Данные показатели характерны для сохранения параметров гомеостаза спортсменов, тренирующих качество выносливости.

Биоэлектрическая и информационно-энергетическая теории, объясняющие действие рефлексотерапии (акупунктуры) показывают, что БАТ (биологически активные точки, на

которые осуществляется воздействием), осуществляют обмен информацией посредством электромагнитных полей внешней среды и висцеральной чувствительностью от внутренних органов, что используется для запуска механизмов саногенеза [4], и компенсацию отрицательных влияний патогенного фактора на функциональную систему [13].

Тем самым, с точки зрения информационно-энергетической теории, саногенетические процессы, происходящие в функциональных системах и запускаемые с помощью РТ (акупунктуры) можно обозначить как «Акупунктурное программирование стабилизированного функционального состояния».

С помощью вегетативно-рефлекторного воздействия, основная роль в реализации эффектов РТ принадлежит вегетативной нервной системе и кожно-висцеральным взаимоотношениям, с непосредственной реакцией сегмента и волокон нервной системы. Поэтому для формирования устойчивого эффекта в виде сегментарной реакции, необходимо длительное курсовое воздействие, потому как короткое воздействие приведет к быстрому затуханию рефлекса [13]. Стимуляция БАТ вызывает рефлекторную реакцию в пределах спинального сегмента соответствующего внутреннего органа или системы органов, с которыми связана точка [12]. Ответная реакция от стимуляции точек реализуется через нервную систему с включением нейрогуморальных механизмов [14]. Аfferентный импульс меняет возбудимость нейронов, стимулирует активность биологически активных соединений (эндорфинов, простагландинов, ферментов, ацетилхолина). Эндорфины оказывают общий болеутоляющий эффект, принимающий участие на системном уровне восстановления. Пункция иглой БАТ вызывает изменения микроциркуляторных реакций, которые участвуют в процессах асептического воспаления и последующего саногенеза, направленного, например, на утилизацию грыжи межпозвоночного диска путем стимуляции макрофагального фагоцитоза [9, 12, 15, 22]. Ацетилхолин способствует улучшению передачи воздействия в мионевральных пластинках, стимулируя сократительную способность мышц [15]. С учетом показанных эффектов и возможностей рефлексотерапии, как метода, влияющего на оптимизацию регуляции функциональных систем организма, для квалифицированных спортсменов актуальным остается момент исходного состояния готовности к тренировочному и соревновательному процессам. Уровень готовности будет определяться показателями: системы вегетативной регуляции ритма со стороны парасимпатической (ВНС) [8], снижения ЧСС в покое, нормальных показателей геометрии или незначительной симметричной гипертрофией ЛЖ с показателями диастолического кровотока по типу «Супернормального» варианта конфигурации трансмитрального потока [16, 18] (рис 1.), готовности к нагрузкам гликолитического характера, низким уровнем лактата в состоянии покоя ($1,09 \pm 0,8$ ммоль/л) [1], и высоким титром лактата 11 ммоль/л и более после интенсивных физических нагрузках (приростом лактата на 3-6 минуте и снижении титра на 9 минуте восстановления) [1, 20]. Для получения стойкого стабильного состояния функциональной гемодинамической системы, указанной выше, необходимо воздействие на точки с определенной длительностью, курсовым способом, так как как отмечалось ранее, кратковременное воздействие не вызовет стойкого эффекта и закончится его быстрым затуханием [13].

Для достижения высокого уровня готовности спортсменов к пиковым нагрузкам на тренировках и соревнованиях, по нашему мнению, необходима стимуляция точек, способных влиять на активность блуждающего нерва, например, таких, как Е36. За счет стимуляции достигается усиленное влияние парасимпатической ВНС на активность синусового узла. Отсюда состояние гемодинамической функциональной системы приводится к максимальной готовности перед высокоинтенсивной тренировкой или соревнованиями [3, 12]. При необходимости стимуляции симпатoadреналовой системы, возможно проведение пункции точки CV12, с активацией симпатической нервной системы и соответственно, активацией ее эффектов как на гемодинамику, так и на функциональное состояние внутренних органов [12].

Для внедрения рефлексотерапии в практику спортивной медицины с обоснованием ее физиологических эффектов именно со стороны вегетативной регуляции, нами была создана медико-биологическая «площадка» [21, 23] с внедрением современных методов диагностики:

исследование вариабельности сердечного ритма (BCP), ЭХО-доплеракардиография с возможностью определения параметров геометрии левого желудочка и исследования трансмитрального кровотока и его временных диастолических показателей (показателей ранней и поздней диастолы), биохимическое оборудование для определения титров лактата и глюкозы в процессе интенсивных гликолитических нагрузок [19, 20, 21]. Медико-биологическая «площадка» объединяла несколько медицинских учреждений (БУЗОО «Городская клиническая больница №1 им. Кабанова А.Н», БУЗОО «Клинический кардиологический диспансер», и восстановительный медицинский центра ООО «Тибет»). Указанные клинические базы объединились с целью проведения поискового эксперимента для внедрения объединенной системы методик оценки функционального состояния спортсмена и способов коррекции состояния для достижения оптимального результата.

На сегодняшний день остается малоизученным вопрос влияния на диастолу сердца процессов нейрогуморальной регуляции [25]. На наш взгляд, именно процессы восстановления в миокарде в период диастолы, дают возможность спортсменам высокой квалификации эффективно выполнять физическую нагрузку различной направленности. Поэтому для получения наиболее полной картины адаптационных изменений в гемодинамической системе спортсменов, потребовался комплексный подход.

Выводы

1. На основании изученных и проанализированных зарубежных и российских источников литературы, можно сделать вывод, что рефлексотерапия является физиологическим методом коррекции функционального состояния человека, спортсмена;

2. Методики рефлексотерапии целесообразно применять в практике спорта для коррекции состояния, приближенного к максимально эффективному с позиции функционирования гемодинамической функциональной системы, при выполнении высокоинтенсивных физических нагрузок различной направленности;

3. Максимально эффективное состояние гемодинамической функциональной системы в квалифицированном спорте включает в себя: преобладание парасимпатической активности вегетативной нервной системы, брадикардию, нормальные показатели геометрии левого желудочка или тоногенной дилатации у спортсменов, тренирующих качество выносливости, конфигурацию трансмитрального кровотока по типу «Супернормальной» диастолической функции, низкий титр молочной кислоты в покое и высокие цифры при нагрузках гликолитического характера;

4. Создание специфических центров комплексной клинико-диагностической направленности с применением высокотехнологичного оборудования, позволит продвинуться в объективном понимании влияния эффектов рефлексотерапии на функциональные системы квалифицированных спортсменов.

5. Технологии оценки функционального состояния физически подготовленных лиц и коррекции этого состояния методами РТ (акупунктуры, восточной медицины - опыт которой насчитывает более 5000 лет), могут использоваться, как в гражданских, так и военных целях. В частности, для подготовки военных специалистов, которым требуется адаптация гемодинамической системы к нагрузкам высокой интенсивности и стабильная регуляция вегетативных процессов.

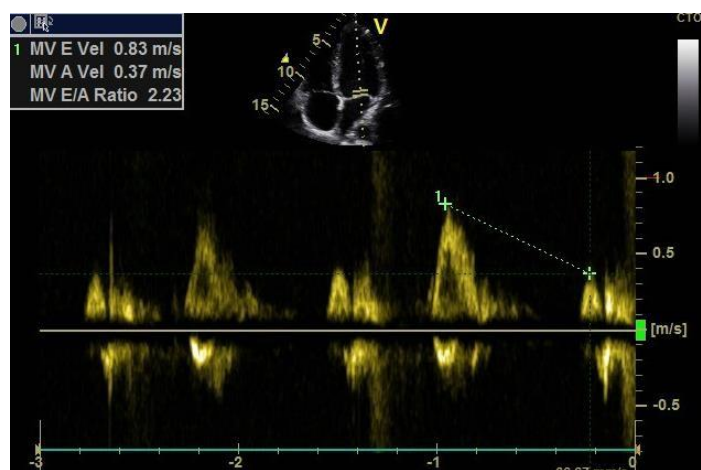


Рисунок 1 - Диастолический вариант кровотока по типу «Супернормального» изменения конфигурации трансмитрального потока у квалифицированного спортсмена.

Список литературы

1. Беляков, Н. А. Ожирение: руководство для врачей / Н. А. Беляков. — СПб., 2003. — 514 с.
2. Бутова, О. А. Адаптация к физическим нагрузкам: анаэробный метаболизм мышечной ткани / О.В. Бутова, С.В. Масалов // Вестник Нижегородского университета Н.И. Лобачевского. – 2011. - №1. – С. 123 -128.
3. Василенко, А. М. Врачебная специальность «Рефлексотерапия» / А. М. Василенко // Рос. мед. журн. — 1995. — № 5. — С. 28–33.
4. Веселовский, В.П. Практическая вертеброневрология и мануальная терапия. - Рига, 1991. - 372 с.
5. Вогралик, В.Г Пунктурная рефлексотерапия. Чжень-цзю / В.Г. Вогралик, М.В. Вогралик. Волго-Вятское книжное издательство. – 1998. – С. 336.
6. Воробьева, Е. П. Динамика липидного спектра и показателей гуморального иммунитета у больных со стабильной стенокардией на фоне терапии аторвастатином / Е. П. Воробьева // Мед. новости. — 2007. — № 4. — С. 62–64.
7. Гаджиев, А. А. Рефлексотерапия конституционально - экзогенного ожирения у детей / А. А. Гаджиев, В. В. Мугараб-Самеди, И. И. Исаев // Проблемы эндокрин. — 1999. — Т. 39, № 3. — С. 21–24.
8. Горбенко, А.В. Спортивное сердце: норма или патология / А.В. Горбенко и [др] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2020. - Том 24. - №2. – С.16 – 25.
9. Дедух, Н.В. Механизмы спонтанной резорбции грыжи межпозвоночного диска (аналитический обзор литературы) /Н.В. Дедух, Л.М. Бенгус // Біль. Суглоби. Хребет. - No 1(9). - 2013. – С.58-66.
10. Замахина, О.В. Ремоделирование левого желудочка сердца в зависимости от вегетативного статуса у больных, перенесших инфаркт миокарда / О.В. Замахина и [др] // Современные проблемы науки и образования. – 2016. - №3. – С. 46 - 58.
11. Коваленко, В.Н. Физиология сердца (физиология, изменения при патологических состояниях) / В.Н. Коваленко, Н.И. Яблчанский // Вісн. Харк. нац. ун-та. - 2003 №. – С.1-14.
12. Латышева, В.Я. Физиологические основы рефлексотерапии и возможности ее применения при алиментарном ожирении / В.Я. Латышева, В.А. Дробышевская // Проблемы здоровья и экологии. - 2010. - №2 (24). - С. 58
13. Мачерет, Л. С. Руководство по рефлексотерапии / Л. С. Мачерет, И. З. Самосюк. — Киев: Вища школа. — 1982. — 301 с.
14. Молостов, В. Д. Иглоакупация / В. Д. Молостов. — Ростов-на- Д.: Феникс, 2004. — 475 с.

15. Оганов, Р.Г. ИРТ и РДТ при алиментарном и гипотиреоидном ожирении / Р. Г. Оганов [и др.] // Воен-мед. журн. — 1998. — № 10. — С.
16. Татарина, А.Ю. Тканевая доплерография диастолической функции миокарда левого желудочка у спортсменов / А.Ю. Татарина, А.В. Смоленский, А.В. Михайлова // Вестник новых медицинских технологий. — 2013.- Т. 20. - № 4. — С. 57 – 61.
17. Черноземова, А.В. Диастолическая функция и ремоделирование миокарда у больных после коронарного шунтирования: метод. рекомендации / А.В. Черноземова, И.А. Хлопин, Е.А. Шацова. — Архангельск, 2009. — 32 с.
18. Шахнович, П. Г. Диастолическая дисфункция миокарда: эхокардиографический феномен или вид сердечной недостаточности? / П.Г Шахнович и [др] //Вестник Российской военно-медицинской академии. — 2015. — 3(51). — С. 54 – 57.
19. Шерстюк, С. А. Экспериментальное обоснование резервных адаптационных возможностей физиологически спортивного сердца по трансмитральному кровотоку у квалифицированных спортсменов / С.А. Шерстюк и [др] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2020. - № 7 (97), часть 2, июль. — С. 57 – 61.
20. Шерстюк, С.А. Новые аспекты оценки адаптации к физическим нагрузкам: физиологически спортивное сердце и трансмитральный кровоток в условиях аэробно-анаэробного метаболизма мышечной деятельности / С.А. Шерстюк и [др] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2020. - № 8 (98), часть 2, август. — С. 80-86.
21. Шерстюк, С.А. Специфическая клинико-диагностическая «площадка» для лечения болевого синдрома на фоне экструзии межпозвоночного диска / С.А. Шерстюк, М.А. Шерстюк // Международный научно-исследовательский журнал. — 2017. - № 4 (58), часть 3, апрель. — С. 202-204.
22. Шерстюк, С.А. Теоретическое обоснование восстановительного эффекта акупунктуры при дорсопатии вертеброгенной этиологии у тяжелоатлетов высокой квалификации / С.А. Шерстюк и [др] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2016. - № 7 (49), часть 3, август. — С. 113-115.
23. Шерстюк, С.А. Медико - биологическая «площадка» как основа обеспечения подготовки спортсменов высокой квалификации в циклических видах спорта / С.А. Шерстюк и [др.] // Медицинское обеспечение спорта высших достижений: материалы XII Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений. -Москва. - С. 128
24. Яблучанский, Н.И. Оптимальное ведение соматических больных (общий подход). - Харьков «Основа». - 1995.- 136 с.
25. Яблучанский, Н.И. Основы практического применения неинвазивной технологии исследования регуляторных систем человека / Н.И. Яблучанский и [и др.]. - Харьков «Основа». - 2000. - 88 с.

Annotation. *The article reveals the physiological features of the influence of reflexotherapy on the vegetative status and hemodynamic parameters of athletes based on data from domestic and foreign literature. Explains the features of its application to different parts of the vegetative and hemodynamic functional system based on the experiments of its application within a specific medical and biological site.*

Keywords: *functional system, reflexology, qualified athletes, transmitral blood flow.*

Голбол как средство развития равновесия у детей 9-10 лет с нарушениями зрения

Шибко А.В., *schibko.alexander@yandex.by*

Дворянинова Е.В., *канд. пед. наук, доцент, ekadvor@gmail.com*

Белорусский государственный университет физической культуры, Минск, Республика Беларусь

Аннотация. *Статья посвящена исследованию влияния игры – голбол на развития равновесия у детей 9-10 лет с нарушениями зрения. Нами составлена коррекционно-развивающая программа, направленная на развитие равновесия у детей 9-10 лет с нарушениями зрения. Исследования показали, что у детей, занимающихся голболом по нашей программе, развитие статического и динамического равновесия улучшилось по сравнению с исходным на 35 – 65%, это свидетельствует о том что разработанная нами коррекционно-развивающая программа влияет на развитие равновесия детей с нарушениями зрения.*

Ключевые слова: *голбол, развитие равновесия, зрительная реабилитация, коррекционно-развивающая программа, улучшение показателей.*

Введение

По данным ВОЗ В мире насчитывается не менее 2,2 миллиарда случаев нарушения зрения или слепоты, причем более 1 миллиарда из них являются следствием отсутствия профилактики или лечения, из них 19 миллионов детей имеют нарушения зрения.

Для 1,4 миллиона детей, имеющих необратимую слепоту на всю оставшуюся жизнь, необходимы мероприятия по зрительной реабилитации для их полного психологического и личного развития.

У лиц с нарушениями зрения возникают специфические особенности деятельности, общения и психофизического развития. Эти особенности проявляются в отставании, нарушении и своеобразии развития двигательной сферы, пространственной ориентации, формировании представлений и понятий, в способах практической деятельности, в особенностях эмоционально-волевой сферы, социальной коммуникации, интеграции в общество, адаптации к труду[1].

Методы

На первом этапе были обоснованы цель и задача исследования, проведены анализ и обработка данных научно-методической литературы[2], тестирование уровня развития равновесия и функционального состояния у детей 9-10 лет с нарушениями зрения.

На втором этапе была разработана и апробирована, предложенная нами коррекционно-развивающая программа, направленная на развитие равновесия у детей с нарушениями зрения.

На третьем этапе проводилась обработка и оценка динамики прироста показателей, характеризующих развитие равновесия у детей 9-10 лет с нарушениями зрения.

Исследование проводилось на базе ГУО «Спец. общеобразовательной школа № 188 для детей с нарушением зрения г. Минска» в течение 40 дней. Под наблюдением находилось 16 детей (мальчиков) в возрасте 9-10 лет с нарушениями зрения. Для проведения исследования дети были разделены на 2 группы: экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ) по 8 человек каждая (рис. 1).

В экспериментальной группе применялась коррекционно-развивающая программа (КРП), направленная на развитие равновесия у детей 9-10 лет с нарушениями зрения. Занятия АФВ проводились 2 раза в неделю по 45 минут. Дополнительные занятия у детей ЭГ проводились 2 раза в неделю по 30 минут.

Занятие ФВ условно делилось на 3 части. 1. Вводная (подготовительная) часть длилась 10 минут. Цель – обеспечить общую функциональную готовность организма занимающихся к активной мышечной деятельности и нагрузке в основной части занятия. Вводная часть включала: ходьбу; бег в умеренном темпе; общеразвивающие упражнения.

2. Основная часть длилась 15 минут. Цель – развитие равновесия.

Использовались следующие средства: Элементы игры в голбол (способы ловли мяча, способы передачи мяча, способы броска мяча), внутри командные двухсторонние игры. Способы ловли мяча: ловля катящихся мячей двумя руками снизу, ловля мяча в падении без фазы полета. Способы передачи мяча: катание, прокатывание, скатывание. Способы броска мяча: бросок согнутой рукой сверху в опорном положении, бросок мяча с разворотом на 360 градусов. По мере усвоения, упражнения выполнялись в маске для глаз, пропускающей солнечный свет.

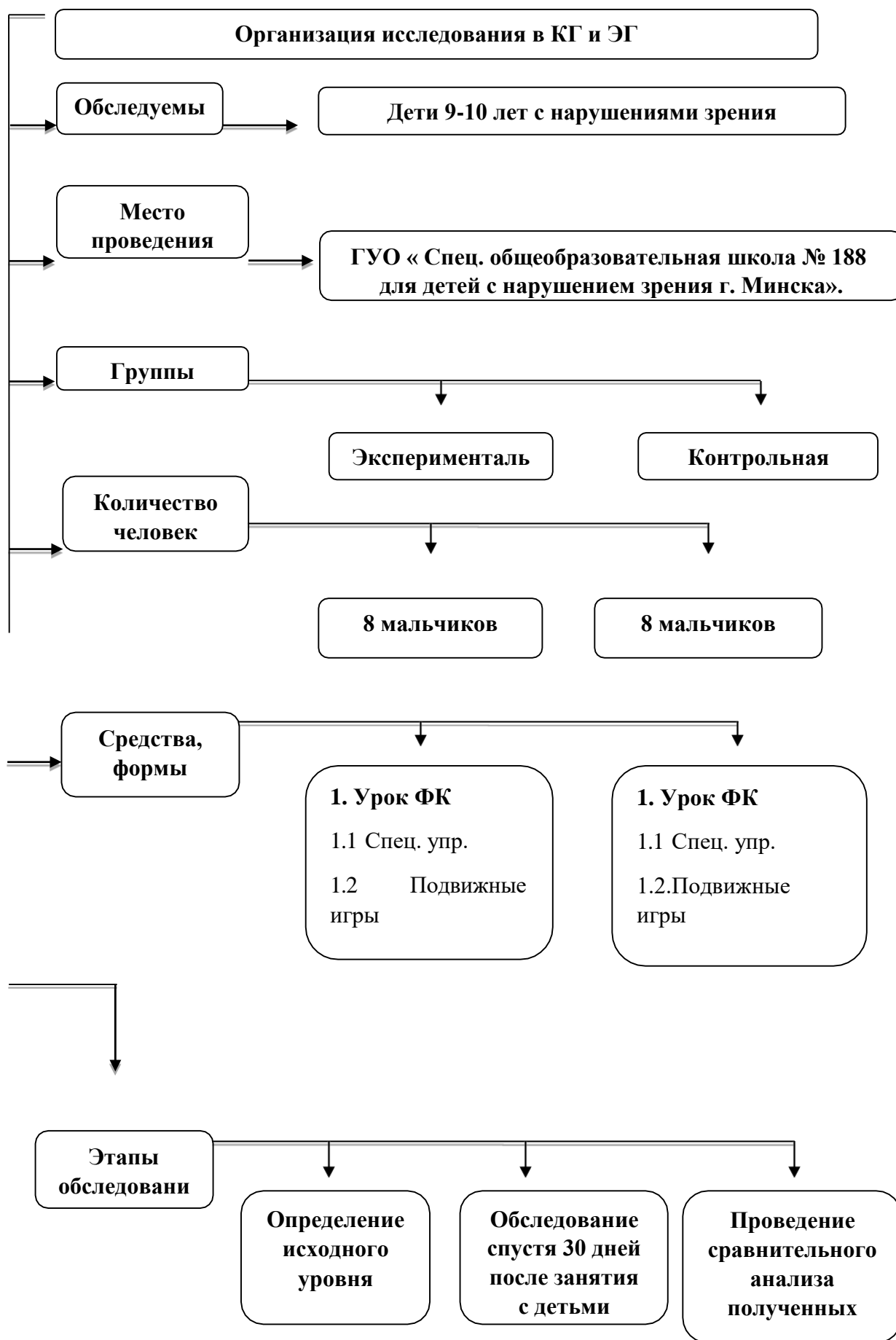


Рисунок 1 - Организация исследования

3. Заключительная часть продолжалась 5 минут. Цель – снижение уровня функционирования систем организма до близкого к среднему. Это достигалась выполнением медленной ходьбы, упражнений на расслабление, дыхательных упражнений.

Контрольная группа занималась по стандартной программе, существующей в учебном дошкольном учреждении.

Для оценки эффективности нами были использованы следующие пробы и тесты: «Проба Ромберга (пяточно-носочная)», Проба Ромберга («Аист»), Проба Яроцкого, «Стойка на носках», «Ходьба по гимнастической скамье», «Челночный бег 4*9»

Результаты

Результаты педагогического тестирования представлены на рисунках 2-3.

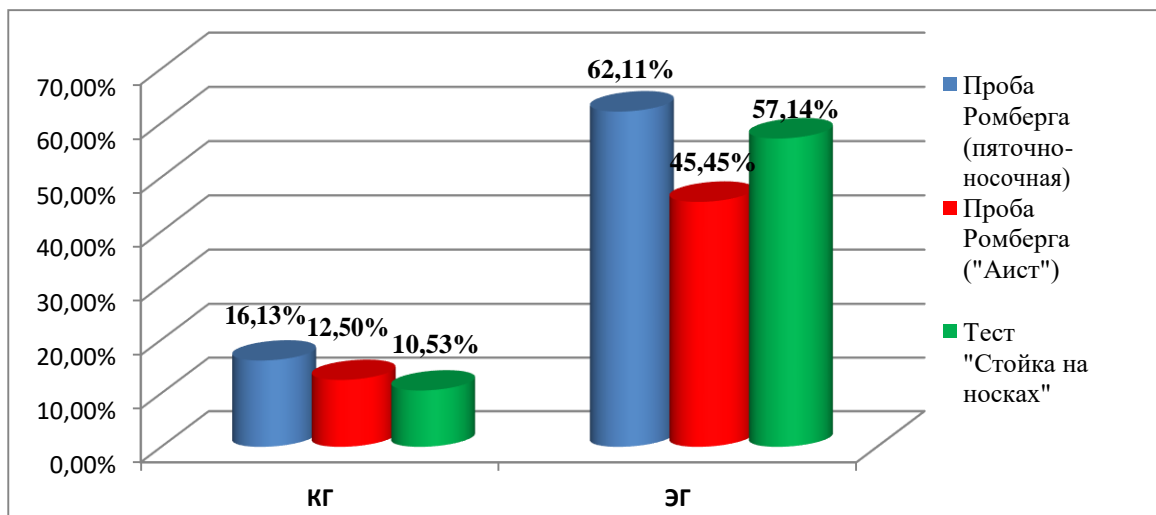
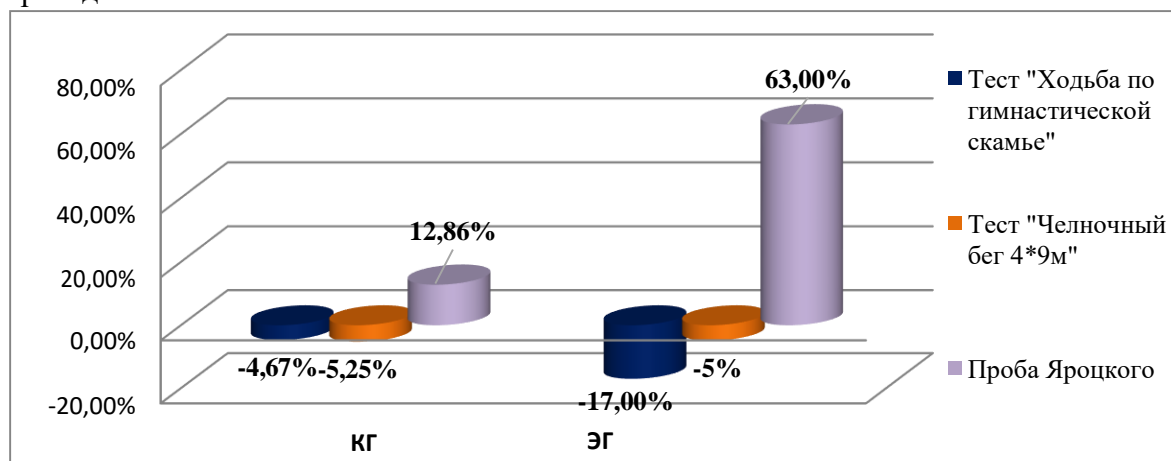


Рисунок 2 - Показатели прироста (в %) развития статического равновесия в КГ и ЭГ после проведения КРП



Р
и
с

Обсуждение результатов

У Как видно из графиков на рисунках 2-3, у детей ЭГ отмечается достоверное улучшение показателей, характеризующих уровень развития равновесия, по сравнению с детьми КГ. Это свидетельствует о том, что разработанная нами коррекционно-развивающая программа влияет на развитие равновесия детей с нарушениями зрения.

3

-

П
о
к

Выводы

После применения КРП, развитие статического и динамического равновесия улучшилось по сравнению с исходным в среднем на 35 – 65%.

Разработанная нами коррекционно-развивающая программа является более эффективной, чем программа используемая в школе №188 для детей с нарушениями зрения, и может быть рекомендована для применения коррекции равновесия.

Список литературы

1. Литош, Н.Л. Адаптивная физическая культура. Психолого-педагогическая характеристика детей с нарушениями в развитии / Н.Л. Литош. — М.: СпортАкадемПресс, 2002. — 140 с.
2. Частные методики адаптивной физической культуры: учебник / Под общ.ред. Л.В. Шапковой. — М.: Советский спорт, 2007. — 458 с.

Спортивный отбор и педагогические особенности школьников и студентов

Яковлев А.Н., канд. пед. наук, доцент, Yak-33-c1957@mail.ru

УО «Полесский государственный университет», Пинск, Беларусь

Аннотация. В статье рассматриваются особенности спортивного отбора на всех этапах, где необходимо учитывать методологию и биологические закономерности развития организма. Актуальность проблемы, отражающей сложный процесс спортивного отбора, обуславливается недостаточностью исследований значимости этих показателей для эффективной коррекции и углубленной специализации.

Ключевые слова: спортивный отбор, учащиеся и студенческая молодежь, уровень развития физических качеств, особенности телосложения.

Введение

В ходе исследовательской деятельности по заявленной проблеме необходимо выявить особенности организма к точности и скорости реагирования, на условия той или иной созданной ситуации или действия других спортсменов [1, 5, 8, 13, 14, 15, 17, 22, 24].

Одним из самых важных качеств, является способность быстро выполнять циклические и ациклические движения, взрывные ускорения в них [3, 7, 9, 16, 19, 21].

Однако практика подтверждает, что в процессе систематической многолетней тренировки спортсмен может развить качество быстроты в очень большой мере [2, 6, 15, 25], так ранее выявление скоростно-силовых способностей дает надежду на оптимальное повышение спортивного мастерства [1, 3, 11].

Методы

Всего было обследовано 136 юных волейболистов с 10 до 14 лет, занимающихся в ЦФК ФКиС Полесского государственного университета и ДЮСШ г. Пинска.

Первый этап – поисковый, в ходе которого изучалась специальная отечественная и иностранная научная литература, учебные программы по виду спорта, проводился их анализ и обобщение. Определялся предмет исследования, формулировалась цель, гипотеза и дальнейший ход исследования.

Второй этап – экспериментальный, в рамках которого проводился констатирующий эксперимент.

Третий этап – обобщающий, связанный с обработкой, систематизацией и анализом полученных результатов.

Результаты

В возрасте 10-12 лет гормональные изменения сопровождаются заметными ускорениями в росте скелетной мускулатуры, причем аэробные возможности организма близки к своему предельно возможному значению [17].

В представленных таблицах 1-2 приводятся эти данные.

Таблица 1. Скоростно-силовые показатели юных волейболистов

Признаки	Возраст, лет	M+m	ë	V
1. Прыжок в длину с места, см	10-11	181,0+2,21	9,53	5,30
	11-12	189,1+9,82	9,21	2,64
	12-13	205,5+3,52	10,9	5,34
	13-14	218,9+3,74	15,1	7,04
2. Прыжок вверх с места, см.	10-11	29,0+0,92	3,94	13,1
	11-12	31,9+0,96	4,09	13,8
	12-13	36,7+0,91	4,28	11,3
	13-14	42,8+1,06	4,38	10,2
3. Тройной прыжок с места, см	10-11	540,8+1,06	2,76	4,94
	11-12	574,3+9,00	3,96	6,80
	12-13	610,3+7,17	3,04	5,57
	13-14	645,9+10,3	4,08	6,59
4. Метание набивного мяча вперед, см.	10-11	8,29+0,20	0,87	10,4
	11-12	9,33+0,31	1,28	13,1
	12-13	10,6+0,44	1,34	12,6
	13-14	11,9+0,48	2,01	16,3
5. Метание набивного мяча назад, см.	10-11	9,70+0,21	1,18	12,0
	11-12	10,9+0,31	1,24	12,7
	12-13	12,6+0,38	1,71	13,2
	13-14	14,2+0,34	1,83	12,1
6. Бег 30м с высокого старта, сек.	10-11	5,43+0,06	0,26	4,74
	11-12	5,37+0,05	0,21	3,89
	12-13	5,04+0,03	0,16	2,81
	13-14	4,91+0,06	0,22	2,87
7. Бег 60 м с высокого старта, сек.	10-11	10,1+0,20	0,39	4,81
	11-12	9,71+0,10	0,44	4,41
	12-13	9,56+0,09	0,40	4,62
	13-14	9,10+0,12	0,49	5,31
8. Метание теннисного мяча, м.	10-11	35,9+1,40	2,71	4,11
	11-12	37,2+0,68	2,89	7,77
	12-13	41,2+0,91	4,13	10,1
	13-14	-	-	-
9. Прыжок в высоту с разбега, см.	10-11	113,1+1,50	6,67	6,90
	11-12	117,3+1,46	6,24	5,31
	12-13	138,7+2,31	9,78	7,68
	13-14	-	-	-
10. Прыжок в длину с разбега, см.	10-11	335,0+7,04	3,01	8,97
	11-12	312,5+6,48	2,78	7,16
	12-13	388,4+7,96	4,13	8,26
	13-14	-	-	-

Изучение ранговой корреляции по Спирмену [4], между степенью биологической зрелости юных волейболистов и показателями морфологических признаков показало, что достоверных коэффициентов корреляции не обнаружено (табл. 2).

Таблица 2. Корреляционная связь между морфологическими показателями и биологическим возрастом юных волейболистов

Признаки	этапы исследования			
	I 10 - 11	II 11 -12	III 12 -13	IV 13 - 14
1. Длина тела	0,06	0,20	0,63**	0,18
2. Длина руки	0,12	0,08	0,60**	0,11
3. Длина ноги	0,06	0,08	0,28	0,07
4. Длина плеча	-0,04	-0,13	0,19	-0,7
5. Длина предплечья	0,07	0,11	0,31	0,36
6. Длина кисти	0,33	0,31	0,40	0,08
7. Длина бедра	-0,09	0,20	0,31	-0,04
8. Длина голени	-	-0,20	-0,10	0,24
9. Длина туловища	-0,26	0,17	0,50*	0,21
10. Обхват плеча	-0,20	0,30	0,68**	0,47
11. Обхват бедра	-0,01	0,32	0,40	0,21
12. Обхват голени	-0,20	-0,15	0,68**	0,30
13. Масса тела	-0,09	0,28	0,63**	0,46
14. Экскурсия грудной клетки	-0,34	0,12	0,37	0,13
15. Длина тела с вытянутыми вверх руками	-	0,28	0,56*	0,38
16. Обхват грудной клетки	-0,20	0,13	0,55*	0,34

* - достоверные коэффициенты корреляции при $P < 0,05$

** - достоверные коэффициенты корреляции при $P = < 0,01$

Появление достоверной и достаточно высокой корреляционной взаимосвязи можно объяснить вступление части волейболистов (биологически более зрелых) в период полового созревания, значительно улучшило их позиции по сравнению со сверстниками в развитии морфологических признаков [10, 12, 23].

Полученные данные (табл.1) указывают на то, что высокие показатели имеют мальчики с ускоренными темпами биологического созревания (акселеранты). Перечисленные показатели не могут служить надежным критерием долгосрочного прогнозирования потенциальных возможностей юных волейболистов. Необходимо установить, у кого из юных волейболистов высокие показатели имеют временный характер (за счет ускоренных темпов биологического созревания), а кто из них сохранит свои преимущества и в дальнейшем.

Сопоставление показателей скоростно-силовых качеств и морфологических признаков, с учетом индивидуальных темпов биологического созревания, индивидуальными возможностями изучаемых характеристик и особенностей, связанных с креативностью характера и особенностями физкультурно-спортивной деятельности в системе интеграционного образовательного пространства Республики Беларусь и Российской Федерации дает большой объем научного материала для дальнейших исследований [5, 18, 21, 22, 24].

Обсуждение результатов

Установить индивидуальный «поток» возможностей очень трудно. Для двигательных качеств в настоящее время невозможно, ведь показателем в развитии данного признака может служить длина тела их родителей.

Насколько точно длина тела родителей характеризует потенциальные возможности роста тела в длину юных волейболистов, позволяет судить корреляционная взаимосвязь, выявленная

между ними. Проведен корреляционный анализ между показателями длины тела юных волейболистов и их родителей. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3. Корреляционная связь между длиной тела юных волейболистов и их родителей

юных волейболистов	Длина тела		
	отца	матери	средняя (отца и матери)
9 лет (n=12)	0,740**	0,138	0,616*
10 лет (n=14)	0,450	0,087	0,276
11 лет (n=18)	0,364	-0,095	0,173
12 лет (n=13)	0,140	0,095	-0,023
13 лет (n=14)	0,048	-0,061	0,084

* - достоверный коэффициент корреляции при $P=0,05$

** - достоверный коэффициент корреляции при $P=0,01$

Анализ таблицы 3 показал, что достоверные коэффициенты корреляции между показателями длины тела юных волейболистов и их родителей обнаружены только в 9 лет в паре «отец – сын» (0,740) и средняя длина тела «родители – сын» (0,616). При этом теснота связи с возрастом уменьшается. Вместе с тем, у этих мальчиков нами были отмечена различная степень биологической зрелости.

Корреляционный анализ между длиной тела родителей и этим же антропометрическим показателем юных волейболистов с учетом их биологического возраста. Для этого была взята длина тела мальчиков в предпубертатный период, независимо от их календарного возраста. Критерием, определяющим длину тела, явился пубертатный скачек. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4. Корреляционная связь между длиной тела юных волейболистов и их родителей

юных волейболистов	Длина тела		
	отца	матери	средняя (отца и матери)
9 лет (n=12)	0,740**	0,138	0,616*
10 лет (n=14)	0,450	0,087	0,276
11 лет (n=18)	0,364	-0,095	0,173
12 лет (n=13)	0,140	0,095	-0,023
13 лет (n=14)	0,048	-0,061	0,084

* - достоверный коэффициент корреляции при $P=0,05$

** - достоверный коэффициент корреляции при $P=0,01$

Анализ таблицы 4 показал, что полученные коэффициенты корреляции достаточно высоки и статистически достоверны. Однако, коэффициенты корреляции в паре «отец – сын» значительно выше, чем в паре «мать – сын», а между показателями средней длины тела родителей-сын корреляционная связь наиболее тесная.

Длина тела является стабильным антропометрическим показателем [6, 9] для более глубокого суждения о потенциальных возможностях роста тела мальчиков в длину в пубертатный период вместе с длиной тела родителей учли длину тела юных волейболистов в 9 лет. Юные волейболисты с относительно низкими показателями длины тела родителей и собственной длины тела в 9 лет вследствие ускоренных темпов биологического созревания получают временные преимущества в период полового созревания.

Дифференцирование юных волейболистов с высокими потенциальными возможностями от лиц, имеющих период (в 13 лет): приведенная на модели длина тела может опосредовано

использоваться и для показателей физической подготовленности в связи с тем, что последние достоверно коррелируют с морфологическими характеристиками. Сопоставление индивидуальных показателей длины тела родителей с индивидуальными показателями этого же антропометрического признака юных волейболистов (13 лет), взятых с учетом степени биологического созревания, натолкнуло нас на предположение, что дети низкорослых родителей имеют более ранние сроки биологического созревания. Вследствие последнего, они раньше достигают дефинитивной длины тела и имеют меньшие окончательные размеры по сравнению со сверстниками - детьми высокорослых родителей, на промежуточном этапе, особенно с вступлением в период полового созревания, обладают высокими показателями длины тела.

Выводы

Полученные нами закономерности роста в длину у юных волейболистов, отобранных в 8-9 лет по примерно, одинаковым показателям длины тела, трактуется как сходная интенсивность «детского роста», но разная скорость полового созревания.

Однако, мальчики, отобранные нами, были высокорослыми (14 лет длина тела была не ниже 145 см), что отражает возрастную динамику развития этого антропометрического показателя на более высоком уровне. Сопоставление показателей длины тела юных волейболистов, взятых с учетом биологической зрелости, с показателями средней длины тела их родителей, позволяет:

- вскрыть причины высокого уровня перечисленных показателей (большие потенциальные возможности или ускоренные темпы биологического созревания);
- определить доступный критерий (средняя длина тела отца и матери) для прогнозирования окончательной длины тела этого антропометрического признака на промежуточных этапах подготовки юных волейболистов.

Этот же критерий может быть использован при прогнозировании индивидуальных темпов биологического созревания при условии, что волейболисты были отобраны, по примерно, одинаковым высоким показателям длины тела в возрасте 9 лет.

Изучены морфологические, скоростно-силовые показатели волейболистов 9-13 лет, которые показали, что для занятий волейболом необходимо отбирать детей с высокими потенциальными возможностями роста тела в длину.

Выявлено, что надежным и доступным критерием прогнозирования длины тела юных волейболистов, начиная с 9 лет, являются высокие показатели длины тела детей (145,0 см и выше) и родителей (усредненная длина тела не ниже 164,0-173,9 см). Эти показатели могут быть использованы в прогнозе темпов биологического созревания юных волейболистов. Юные волейболисты с ускоренными темпами биологического созревания при вступлении в пубертатный период (12-13 лет) получают преимущества в уровне развития отдельных показателей морфологических признаков.

Список литературы

1. Анпилогов И. Е., Врублевский Е. П. Методика специальной скоростно-силовой подготовки юношей-спринтеров на основе применения средств локально-избирательного воздействия // Теория и практика физической культуры. - 2011. - № 4. - С. 72.
2. Врублевский Е. П., Козьмин Р. К. В помощь тренеру // Легкая атлетика. - 1983. - № 12. - С. 13.
3. Врублевский Е. П., Костюченко В. Ф. Морфофункциональные аспекты отбора и тренировки спортсменов в скоростно-силовых видах легкой атлетики // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2009. – №. 4 (50). – С. 33–38.
4. Врублевский Е. П., Лихачев О. Е., Врублевская Л. Г. Выпускная квалификационная работа. Подготовка, Оформление, Защита. - М.: Физкультура и спорт, 2006. - 228 с.
5. Врублевский Е.П., Севдалев С.В., Шеренда С.В. Анализ общей физической подготовленности хоккеистов 11-12 лет в подготовительном периоде годичного макроцикла //

Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики: сб. науч. статей 1-й междунар. науч.-практ. конф. - Воронеж: Научная книга, 2018. - С. 69-72.

6. Гейчук И. Н., Врублевский Е. П., Лазарев П. М., Лебедь Т. Л., Власова С. В. Анализ полиморфизма генов ассоциированных с выносливостью у юных спортсменов-футболистов. // Физическая культура и спорт в современном обществе: сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. - Смоленск: СГАФКСТ, 2010. - С. 205-209.

7. Гусинец Е. В., Костюченко В. Ф., Врублевский Е. П. Управление тренировочным процессом квалифицированных бегунов на короткие дистанции на основе миоэлектрических показателей мышечной системы // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2012. - №. 5 (87). - С. 30-34.

8. Давыдов В. Ю., Яковлев А. Н. Физкультурно-спортивная деятельность: теоретико-методологический подход // Актуальные проблемы совершенствования физического воспитания в учебных заведениях: сб. науч. статей II Междунар. науч.-практ. конф. - Гродно: ГГАУ, 2018. - С. 253-258.

9. Давыдов В. Ю., Журавский А. Ю., Яковлев А. Н. Совершенствование дифференцированного подхода к развитию физических качеств спортсменов // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2013. – Вып. 3. – С. 95-103.

10. Логвина Т. Ю., Врублевский Е. П., Костюченко В. Ф. Организационно-методическая направленность процесса сохранения здоровья детей средствами физической культуры // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 8 (138). – С. 116-121.

11. Маркова И. А., Врублевский Е. П., Севдалев С. А. Основы двигательного режима младших школьников // Современные технологии воспитания культуры здоровья участников образовательного процесса: сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. - Липецк: ЛГПУ, 2015. – С. 69-71.

12. Масловский Е. А., Яковлев А. Н. Базовые телесно-ориентированные упражнения как инструментальная основа оздоровительных технологий физкультурно-спортивной деятельности // Адаптивная физическая культура и адаптивный спорт в современных условиях: результаты, проблемы, приоритеты развития: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. Иркутск: ООО «Мегапринт», 2012. – Т. 1. – С. 41-47.

13. Мисюра А. А., Врублевский Е. П. Оценка уровня развития двигательных способностей младших школьников групп продленного дня // Актуальные проблемы физической культуры и спорта в системе высшего образования: сб. матер. II междунар. науч.-практ. конф. - Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2019. – С. 37-41.

14. Мирзоев О. М., Врублевский Е. П. Теоретические и методические основы индивидуализации тренировочного процесса легкоатлетов: метод. пособие. - М.: РГУФК, 2006. – 100 с.

15. Мирзоев О. М., Аванесов В. У., Врублевский Е. П. Психофизиологические и биохимические аспекты тренировочной и соревновательной деятельности легкоатлетов. Пути повышения спортивной работоспособности спринтеров и барьеристов: учеб.-метод. пособие. - М.: РГУФКСиТ, 2007. - 125 с.

16. Мирзоев О. М., Маслаков В. М., Врублевский Е. П. Научно-методические основы формирования специальной подготовленности легкоатлетов. Спринтерский и барьерный бег. М.: РГУФКСиТ, 2007. - 352 с.

17. Нарский А. Г., Мельников С. В., Врублевский Е. П., Костюченко В. Ф., Орехов Е. Ф. Эффективность использования жизненной емкости легких у пловцов различной специализации // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. - №2(132). - С.135-139.

18. Семенов В. Г., Врублевский Е. П., Заенчковский Э. М., Костюченков В. Н., Хорунжий А. Н. Физическая культура и массовый спорт в системе современного социума //

Инновационные решения актуальных проблем физической культуры и спортивной тренировки: сб. научных статей. – Смоленск: СГАФКСТ, 2009. - С. 14-18.

19. Скорина А. А., Врублевский Е. П., Врублевская Л. Г. Организация подготовки юных дзюдоистов с учетом данных генетического анализа // Наука и спорт: современные тенденции. - 2015. - Т. 6. - № 1. - С. 56–60.

20. Яковлев А. Н. Характеристика физического развития школьников 12–15 лет средней полосы России // Известия Сочинского государственного университета: научный журнал. - 2014. - № 3 (31). - С. 275-278.

21. Яковлев А. Н., Масловский Е. А. Нормирование тренировочных нагрузок силовой направленности на занятиях по физическому воспитанию с учетом соматотипа // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта: научно-теоретический журнал. - 2014. - № 4 (110). - С. 203-209.

22. Яковлев А. Н., Давыдов В. Ю. Спортивный отбор в аспекте антропологических и генетических показателей школьников и студентов. Барановичи : БарГУ, 2017. - С. 43-47.

23. Яковлев А. Н., Яковлева М. А. Креативность характера и особенности физкультурно-спортивной деятельности в системе интеграционного образовательного пространства Республики Беларусь и Российской Федерации // Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2016. – №. 10 (140). – С. 274-277.

24. Яковлев А. Н., Врублевский Е. П., Стадник В. И., Кравчинин А. А., Яковлева М. А., Глушенко Н. А. Восприятие будущего в процессе занятий физкультурно-спортивной деятельностью: проблемы и перспективы // Теория и практика физической культуры. - 2020. - № 1. - С. 98-100.

25. Vrublevskiy E.P., Khorshid A.Kh., Albarkaii D.A. Focused strength and speed-strength trainings of sprinters // Teoriya i praktika fizicheskoy kultury. - 2019. – N 4. – P. 3-5.

Sports physiology and biochemistry

Sustaining Holistic Health Through Youth Sports & Physical Activity: Local to Global Perspectives

Chin Ming-Kai¹, Prof. Dr., chinmingkai@yahoo.com

¹ HOPSports Inc., USA

Physical Education and Health: Global Perspectives and Best Practice (Chin & Edginton, 2014)–involved 109 scholars of 67 universities & institutions from 40 countries contributing new directions for physical education and health in their respective countries. All authors without exception indicated that their countries have a childhood obesity problem, lack of physical activity and are requesting “changes” in youth sports and physical education programs. This presentation will report on global perspectives of “changes” found in the literature and from other discussions at international forums and conferences focusing on interactive technology, community networking, model schools, and best practice which are aligned with the promotion of holistic health and wellbeing.

The Foundation of Global Community Health (GCH), founded in 2017, serves as an illustration of the ways in which changes can occur. The mission of this foundation is “To Improve Community Health and Wellness Worldwide by Promoting Physical, Social and Emotional Health and Safety through Evidenced and Culturally Relevant School-Based Intervention Strategies.” The Online Streaming Brain Break (BB) project initiated by GCH has offered more than 300 BB videos to the world for free use. These BB videos can be accessed at home to enable individuals and groups to remain physically active. They are fun and can be used anytime, anywhere. The current coronavirus pandemic has caused a lockdown in many countries and as a result families are confined to their homes. Lack of physical activity has become a major concern and health professionals recommend that to maintain holistic health, regular physical activity is a basic requirement for each family member during this difficult time. The offering of the On-Line streaming BB is a very timely initiative to increase physical activity at home.

Future global directions aimed at the promotion of physical activity and health and the linking of the Active Model School ideal, Whole School, Whole Child and Whole Community (WSCC) and the 17 UN Sustainable Development Goals (UNSDG 17), especially “Goal 3, Health and Well-Being” will be emphasized. In addition, the presentation will highlight the integration of blockchain, artificial intelligence (AI) with wearable technology and Smart City applications and connecting the local to global in schools and community.

Bulgarian youth elite sport – the past, the present and the future

Daniela Dasheva, D.Sc.¹, *dashevadaniela@yahoo.com*

Lilya Doncheva¹, *lilyadoncheva11@gmail.com*

¹*National Sports Academy «V. Levski» - Sofia, Bulgaria*

Abstract. *The issue of management and development of Sport for youth system is a problem of everlasting importance. The organized youth sport in Bulgaria has a long history and traditions. As a result of the collaboration between Ministry of Education, Bulgarian Sport Union, and Ministry of Health the national network of sport schools was established. In the most successful Olympics Games in Seoul-88 the Bulgarian teams, in almost all sports, consisted of athletes from specialized sports schools. The democratic political transition after 1990 provoked changes in the system of sports for youth.*

The main purpose of this study was to reveal the main challenges and problems that have arisen in the last 30 years in the management of talent selection in sport, sports in Bulgaria, and the possible ways to overcome them.

A new vision based on new thinking, science and technology is necessary for creating a successful national youth athlete-oriented system as a strategic point for future development of high-performance sport.

This review focuses on a set of important factors associated with quality of the system for youth elite athletes: 1) clear mission and vision; 2) high expectations and positive social acceptance; 3) system parameters; 4) system organization; 5) system structure; 6) functions and interrelation; 7) human resources; 8) science and technology; 9) control and feed-back.

Key words: *sport talent system, youth elite athletes, new vision, athletes-oriented parameters/*

Introduction

The year 1962 set the beginning of the long march of Bulgarian sport to the peaks of the world and Olympic sport. As a result of the collaboration of the Ministry of Education and Bulgarian Sports Union the first sports school was created in the town of Pleven. Lately, due to the very successful collaboration among Ministry of Education, Bulgarian Sports Union, and Ministry of Health the national network of sports schools was created. In 1990 the number of sports schools were 36. Parallel selection criteria and uniform programs for the training process in different types of sports were developed and a unified system for improvement of the qualification of sports coaches was introduced. The sports associations (namely Bulgarian Union for Sport) were financed from the public funds, and sport facilities were maintained by the state financial sources. The main problems, emerging from this period, concerned the kind of education the young athletes got, primary detection and selection of athletes, sports agenda (calendar) and preparation of coaches. In the most successful Olympics Games in Seoul-88 the Olympic teams, in all sports, consisted of athletes from sports schools.

After 1990, despite the political declarations still emphasizing on the importance of sports, the talent management system, like many other subsystems of the Bulgarian sport, started to rust. The number of young athletes and coaches decreased radically. The number of sports schools in 1991 was reduced to 20 (almost 50%) and in 16 of them there was zero recruitment and they were left to declining (Table 1). A year later, they were 9 and the possibility for municipal sports schools with support of local government was open.

Table 1

Year	Number Sports schools	Number of athletes	Support
till 1990	36	8095	State
1991	20	7 022	State
1992	9	5 540	State and municipal
1993		6 233	State and municipal
1994		5 830	-
2004	17	-	State and municipal
2008	21 +20	-	State and municipal
2009	21 +20	-	State and municipal
2013/2014 (in 21 state regions)	6 state and 18 municipals	6900	State and municipal

The main purpose of this study was to reveal the main challenges and problems that have arisen in the last 30 years in the management of talent selection in sport, sports in Bulgaria, and the possible ways to overcome them.

Discussion

Logically, the question arises - Why did this well-functioning system collapse?
The picture of the old system of youth sport in Bulgaria is presented in figure 1.

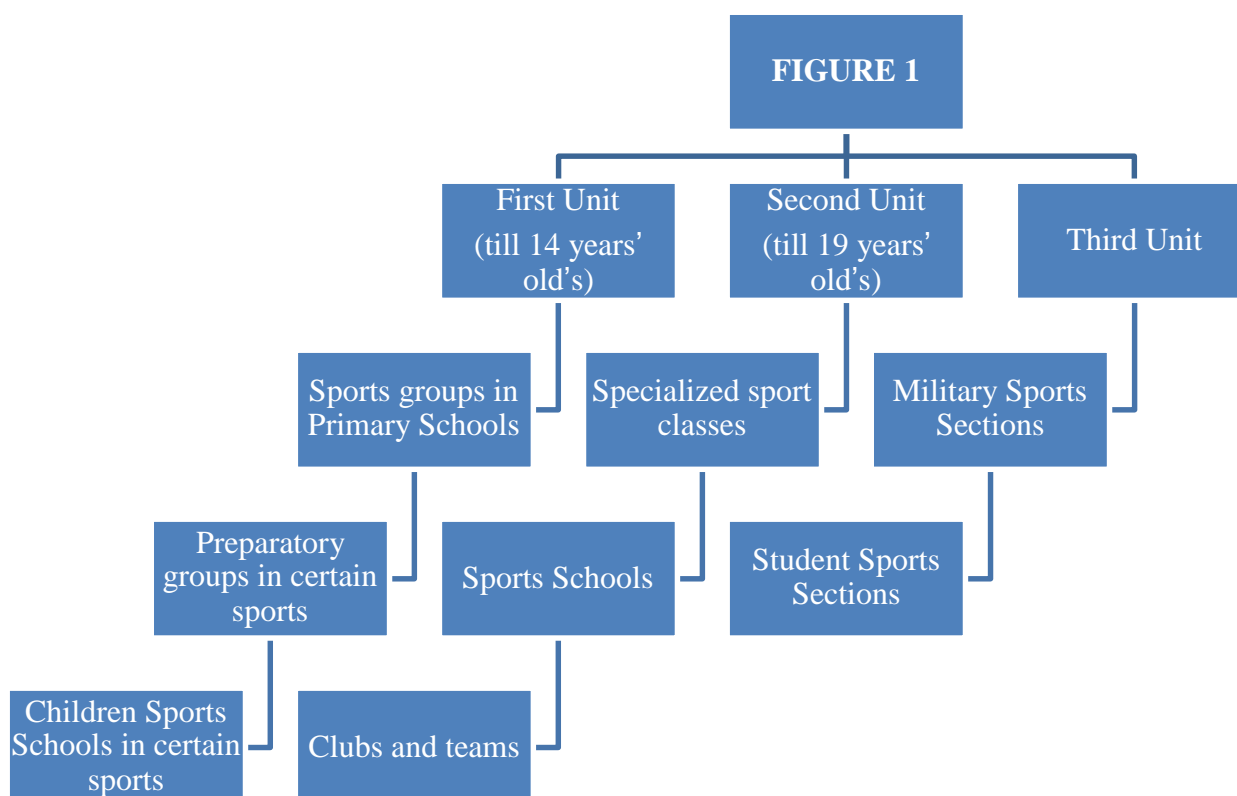


Figure 2 illustrates the dynamics in the number of active young talented athletes over a 7-year period before the transformation of the sports system in Bulgaria.

The reasons are of different nature and are numerous, but the most significant ones are the following:

1. The decrease in the birth rate and the drop in the number of children practicing sport actively.
2. The increase in the social inequalities due to the political and economic transition after 1989-1990.

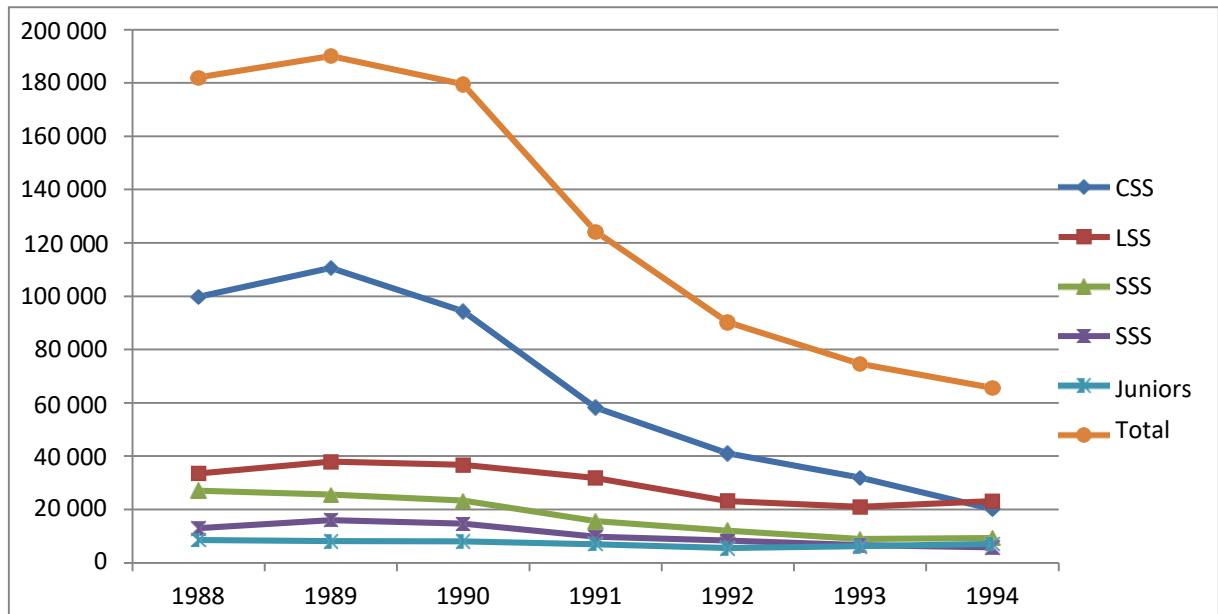


Figure 2 - Dynamics in the number of active young talented athletes over a 7-year period (CSS – Sports group in primary schools; LSS – preparatory sports groups; SSS- specialized sports sections; SSS – sports schools)

3. The decrease in the birth rate and the drop in the number of children practicing sport actively.
4. The increase in the social inequalities due to the political and economic transition after 1989-1990.
5. The cultural habits of the Bulgarian youth population in a new, very dynamically changing environment.
6. The lack of interest on behalf of the society and the lack of motivation for high level sport.
7. The Bulgarian young athlete system preparation and talent management has not been examined deeply on different level – macro-, meso- and micro-.
8. The talent management system has not been investigated by researchers and a decrement in quality of detection and selection is observed.
9. The system still operates on state-governed basis and the civil sphere makes only a small contribution.
10. The disintegration in the connection between the nature of the sports policy (sports structures, financial resources, athletes and their social environment, family, friends, coaches, sports facilities) and the success of the elite sport.
11. The lack of modern methods and means for organization and management of the process of improvement of young athletes, including all separate segments of the system - children, youth, and elite athletes.
12. The insufficient number of high-level athletes participating in the system for sports training.
13. The weaknesses in the scientific, resource and medical support.

To compare – in European context the vision of managing children and youth sports looks like that: “Investment in and promotion of training of young talented sportsmen and sportswomen in

proper conditions is crucial for a sustainable development of sport at all levels. The Commission stresses that training systems for talented young sportsmen and sportswomen should be open to all and must not lead to discrimination between EU citizens based on nationality.” [8] .

There are four models of education and sport in Europe [6] (Table 2):

Table 2

Member state intervention in sport and education	Member States
Maximum state regulation	Austria, Belgium, Denmark, France, Germany, Netherland, Poland, Bulgaria
Semi-regulation	Estonia, Finland, Greece, Lithuania, Luxemburg, Spain, Sweden, UK
Minimal state regulation	Cyprus, Czech Republic, Hungary, Italy, Ireland, Latvia, Portugal, Slovenia
Non	Malta

A. Direct state regulation of youth elite sport - the governments define and require anticipated outcome. This model is usually accompanied by strong institutional structures and strategic plan for sport, state funded centres for excellence and national programs for development of young athletes.

B. Semi state regulation of youth elite sport - the governments facilitate anticipated outcome. It is usually accompanied by more decentralised policy development decision-making structures for sport. There are significant activities carried out by non-governmental organizations together with the active commercial sports sector - providing facilities and services, including sports education and training centres.

C. Minimal state regulation of youth elite sport - characterized by a free market approach with slight regulation beyond basic - health and safety, child protection and qualification verification measures.

D. Non-state intervention.

Socio-demographic context, analysis, problems, and challenges

The challenges for the national system of organization of children and youth sports stem from the social and political changes that have taken place over the last two decades. The measures taken in the last 30 years of transition have been inadequate and non-functional.

The analysis of the main political and social factors at macro, meso and micro level has a decisive influence on constructing a new or restructuring the old system for management of young talents in sport, according to the new realities in Bulgaria.

The comprehensive socio-demographic review at macro level shows that Bulgaria is a relatively small country with a population of about 7.5 million. The negative characteristics of the demographic trend are more impressive than those of most Western countries. This fact seriously affects the selection of the future elite athletes. The observed differences among young children appear as limitations in the field of education, leisure, and cultural activities. The gap between the rich and the poor is deepening, the prestige of several sports and the systems of training and talent management is changing. The problems of globalization also reflect on the system of training and management of sport talents - free movement of athletes and coaches, advertising, multicultural sports

status, sponsors, agencies, fans, media, and others. The lack of modern information support for young athletes and elite sports also has its impact.

Despite the changes, however, Bulgarian sports policy continue to promote elite sports as a national priority and prestige.

In meso context, there is transformation of the sports policy structure, the system of sports organization, and the system for detecting talented young athletes. The changes in the value system of society are among the most important factors affecting the system of training and detection of talents in sports. A theoretical model has not been developed for the reorganization of the various segments of the sports system (Sports for all, Children and youth sports, High performance Sports, University sports, Sports for people with disabilities) and the decreased quality of sports facilities and infrastructure.

At micro level, the changes and challenges are related to the individual expectations about the importance of sports career, problems arising from early sports success, the number and qualifications of coaches who work with young athletes, deteriorating motivation, "burnout", physical and psychological saturation, injuries and more.

Need of reform

A new vision based on a new way of thinking, science and technologies is necessary for the creation of a national youth athlete-oriented system as a strategic point for development of high-performance sport. The main pillars of the new vision are the following:

- A. Setting a clear mission – complex scientific analysis of the impact of the major priority factors on the management of youth and elite sports system; building a strong partnership that can effectively collaborate in creating a clear mission; optimizing the management and development of youth sport as a very strong multistage systematic process; creating a technology and mechanisms for effective management and development of youth elite sport in Bulgaria for the period 2020-2028.
- B. High expectations and positive social acceptance – promotion and development of young athletes and quality of talent spotting and talent support programs.
- C. Structure and functions - establishing a complex centres for training and education of young talented athletes; combining centralized and decentralized sport preparation models reasonably; talent support; full-time athletes support; dual career support –link between school and clubs.
- D. Monitoring and feedback - the existence of evaluation system that allows the partial change or inclusion of innovative aspects. Every drastic change in the beginning does not always lead to efficiency but creates preconditions for reevaluation and optimization. In practical terms, control and evaluation allow to accumulate empirical data on the efficiency of the system and the efficient use of various resources - financial and human.

Conclusion

The system youth elite sports in Bulgaria must be built based on adequate reform, social importance, quality selection of sports talents, transformation of sports schools into modern and effective centres for training, rehabilitation, and technology! In this way, the "broken" link between children and youth sports and high-performance sport could be re-established.

References

1. Declaration on the specific characteristics of sport and its social function in Europe, of which account should be taken in implementing common policies. 2000 no 13948/00 DGJ.
2. European Commission. Education in elite sport in Europe. System Portrait. Summary, DG Education, and culture.2004
3. European Commission. Education of young sportspersons – Lot 1. Final report. DG Education and culture.2004
4. European Commission. Guidelines for the dual career of athletes. 2012.

5. Ganchev, St. On children's and youth sports - a spacious and bright road. VFK, issue 3, 1973.
6. Henry, I. Sport, the role of the European Union and the decline of the nation state? In B. Houlihan (Ed.), *Sport and Society*. London, Thousand Oaks, New Delhi: SAGE Publications.
7. National system for selection, initial training and sports orientation in the People's Republic of Bulgaria. BSFS, 1989.9.
8. The White Paper on Sport. EU, 2007, p.6
9. Zysko, J, M. Piatkowska. Model of Organization of Youth Elite Sport Training System in Europe. *Physical Culture and Sport Studies and Research*, Volume XLVII, 2009, pp 64-72.

Toward an understanding of stable and unstable power performance

Erika Zemková, Ph.D., erika.zemkova@uniba.sk

*Department of Biological and Medical Sciences, Faculty of Physical Education and Sports,
Comenius University in Bratislava, Slovakia*

*Sports Technology Institute, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak
University of Technology in Bratislava, Slovakia*

Annotation. *While high limbs and trunk muscle activation with less stress on joints and muscles during resistance exercises on unstable surfaces could be beneficial for musculoskeletal health, reduced force and power under unstable conditions may be detrimental to sports performance. This study deals with differential effects of stability and instability resistance exercises on neuromuscular performance.*

Key words: *chest press, muscle power, squat, unstable surface, weight lifted*

Introduction

Instability resistance improves proxies of muscle strength and balance in healthy sedentary people and recreational athletes (Oddsson et al., 2007; Zemková, Oddsson, 2016), whereas their effectiveness for improvement of performance in competitive athletes remains a matter of debate. The main argument against using these exercises in athlete training is that power output is compromised when resistance exercises are performed on unstable surfaces. However, this effect depends on the type of exercise (i.e. chest press versus squat) and the instability device used (i.e. the more compliant Swiss ball versus the stiffer BOSU ball providing different level of task difficulty), number of repetitions and sets, athlete expertise with exercises in unstable conditions and their training background (Zemková, 2017). Among others, the weight lifted and rate of loading are most important variables that determine the training stimuli and consequently load- and velocity-specific adaptations (Zemková, 2017).

The type of exercise and instability devices used

Our former studies tested hypothesis that there would be significantly different effects of stability and instability resistance exercises on neuromuscular performance (Zemková, 2013). Basic biomechanical parameters involved in the resistance exercises were monitored using the FiTRO Dyne Premium (Zemková et al., 2015). Indeed, findings revealed that reduction rates are approximately 10% for chest presses and 16% for squats on unstable compared to stable surfaces. In addition to the type of exercise, this may also be ascribed to the differing degree of instability of the devices utilized (Swiss ball versus BOSU ball).

Reduced concentric power performance during instability chest presses may be ascribed to the delayed amortization phase of the stretch-shortening cycle (SSC). It has been established that the activation of SSC enhances the power output while lifting a weight. The mechanism of power production using SSC employs the energy storage capabilities of a series of elastic components and the stimulation of the stretch reflex to facilitate muscle contraction over a minimal amount of time. If a concentric muscle action does not occur immediately following the eccentric one, the stored energy dissipates and is lost as heat, and also the potentiating stretch reflex is not fully activated. Instability resistance exercises, such as chest presses, may compromise all three phases of SSC, in particular the amortization phase. Around this turning point, where the eccentric phase changes into the concentric one, maximal force is produced. At the same time, subjects must stabilize their torso on an unstable surface in order to provide firm support for contracting muscles. This additional task may compromise

the contraction of muscles acting on the barbell. Their less intensive contraction not only prolongs the change of movement direction, but because of lower peak force negatively impairs accumulation of elastic energy. The consequence is lower velocity and power in the subsequent concentric phase of lifting (Figure 1).

RESISTANCE EXERCISES ON UNSTABLE SURFACES

↓

DELAYED AND PROLONGED PHASE
BETWEEN THE ECCENTRIC AND CONCENTRIC ACTION

&

LOWER PEAK FORCE PRODUCED AROUND THE TURNING POINT
BETWEEN THE ECCENTRIC AND CONCENTRIC PHASE

↓

LOWER POWER IN THE CONCENTRIC PHASE OF LIFTING
AS COMPARED TO THE EXERCISE ON A STABLE SURFACE

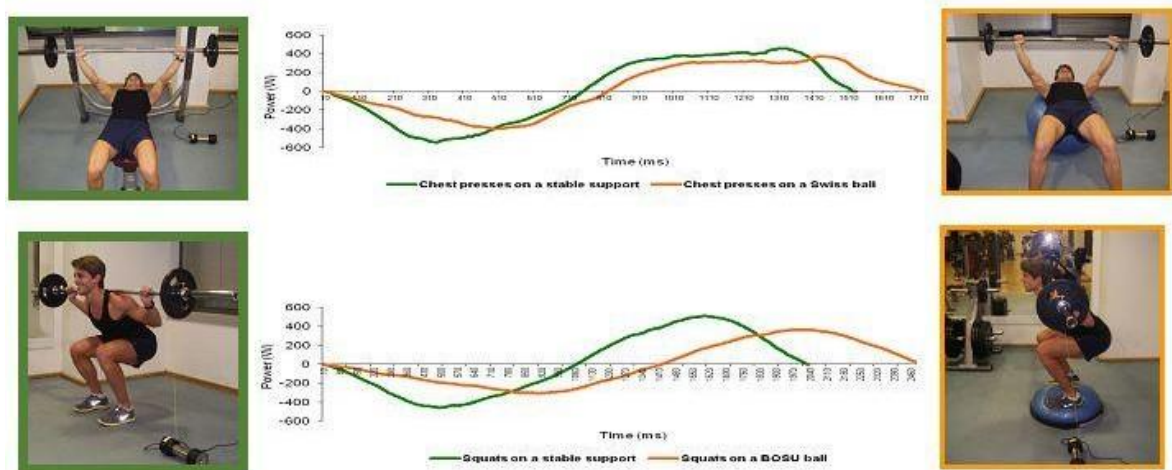


Figure 1 - The time-course of power output during chest presses on the bench and Swiss ball (above) and squats on a stable surface and BOSU ball (below)

The weight lifted and rate of loading

As shown, the ability to utilize elastic energy during countermovement (CM) chest presses is more profoundly compromised under unstable as compared to stable conditions when higher weights are lifted (Zemková, Hamar, 2013; Zemková et al., 2014b). On the other hand, there is similar enhancement of power in the concentric phase of CM squats on the stable and unstable support surface regardless of the weight lifted (Zemková, Hamar, 2013; Zemková et al., 2014b).

The load on the tendomuscular system is one of the most important factors that determines how much energy can be stored and then released during the SSC. Using optimal weight that allows maximal utilization of elastic energy provides conditions for the most effective development of explosive power. Usually, the better the ability to utilize elastic energy, the higher the difference between power obtained from countermovement and concentric-only resistance exercises (ΔP). The ΔP is significantly lower during chest presses performed on the Swiss ball when compared to those on the bench, but this is only evident for heavier weights (Zemková, Hamar, 2013). Taking into account no significant differences in power produced during half-range CM and full- and half-range

concentric-only chest presses and significantly lower values during full-range CM chest presses on the unstable than the stable surface, it is very likely that the ability to utilize elastic energy is compromised under unstable conditions when higher weights are lifted (Zemková et al., 2013).

With respect to lighter loads, the re-use of stored elastic energy in addition to elastic potential energy from the ball might facilitate the force production in the concentric phase of chest presses. This results in a steep and high increase of power over the initial concentric phase. This effect can be attributed to so-called rebound effect of the ball. It seems that subject can utilize elastic properties of the ball to accelerate the upward movement when lifting lighter weights.

With respect to heavier loads, the subject must generate a large muscle effort to overcome the resistance of the ball in order to allow the force to be produced over sufficient time for acceleration to occur. Analysis of barbell displacement revealed a sort of plateau between the eccentric and concentric phase when chest presses on the Swiss ball were performed with heavier weights. This period of time in which force is developed during the eccentric and amortization phases is most likely the primary contributor to differential power production in the concentric phase of stable and unstable chest presses.

Also the rate of loading has to be taken into account when interpreting these findings. The speed at which the ball is compressed or how hard it is pressed down by the force applied contributes to the acceleration of the upward movement of the barbell. Optimal conditions for potentiation of power performance during CM chest press exercises on an unstable surface are when its movement acts in the natural frequency with the ball. This effect is clearly apparent during repeated chest presses on the Swiss ball where the increased energy cost might be outweighed by restoring the force from the ball (Zemková et al., 2017).

Contrary to chest presses, the ΔP during squats performed on the BOSU ball and on the stable support base does not differ significantly across all weights lifted (Zemková, Hamar, 2013). Presumably, the mechanism of power production in the upper limbs is different from the lower limbs, in which some tension has to be continuously exerted to maintain standing posture on an unstable support base and where the body weight is used as the load. Moreover, performing squats on an unstable BOSU ball with heavier weights could lead to anxiety about falling and consequently affects the proper technique of movement.

In this context, the utmost importance should be given to the determination of the optimal load at which maximal potentiation of power occurs. We have found that this CM power enhancement is rather modest during chest presses at lower weights but becomes more pronounced with increasing weights, reaching a maximum at 57.1% 1RM on a stable and at 47.6% 1RM on an unstable surface (Zemková, Hamar, 2013; Zemková et al., 2014b). A similar trend was observed during squats with maximal enhancement of power in the concentric phase of lifting at about 80% 1RM under both conditions (Zemková, Hamar, 2013; Zemková et al., 2014b). However, one has to be also aware that maximal enhancement of peak power and mean power in the acceleration phase of lifting occurs at lower weights than mean power over the entire concentric phase during both bench presses and squats (Zemková et al., 2014a).

Provided that the weight lifted is the same during resistance exercises on the stable and unstable surface, the differing degree of instability of the devices used (Swiss ball versus BOSU ball) may play a role in more impaired power performance during upper than lower body resistance exercises. The Swiss ball imposes greater degree of instability resulting in higher task difficulty. The BOSU ball, by contrast, most likely does not provide a sufficient level of difficulty to induce significant changes in the neuromuscular system.

Number of repetitions and sets

Based on the findings above, one can assume that instability resistance exercises require a large amount of energy and can be much more demanding than those performed on a stable surface. This also suggests differential power production with repeated trials of resistance exercises under unstable and stable conditions.

Actually, fatigue in the final repetitions of a set of chest presses impairs the ability to produce power more profoundly when performed on the bench than on the Swiss ball in spite of greater values during initial trials (Zemková et al., 2017). This indicates that unstable conditions stimulate power potentiation mechanisms and consequently reduce power decline in fatigue. The bench press is a sport-specific skill learned by athletes in the autonomous stage of motor learning. Therefore only muscles involved in this specific movement are contracting, thus the power produced by them during initial trials is higher and fatigue of these muscles appears faster. If the chest press exercise on an unstable Swiss ball was not performed by athletes before, this motor skill is in the verbal-cognitive (or generalization) stage of motor learning. Therefore a lot of muscles are contracting during this exercise, though not all of them are involved in the chest press motion. Many other muscles are contracting to keep the body balanced on the unstable surface. This is a new skill and therefore the power during initial trials is smaller, but contraction of other muscles relieve the work of muscles involved in the chest press and their fatigue appears later than during the bench press. This suggestion is proved by higher oxygen consumption during and after chest presses on the Swiss ball with greater muscle involvement in work in comparison with bench presses. Nonetheless, the relatively small difference in blood lactate does not explain the additional energy needed for chest presses on the Swiss ball. It is therefore most likely the mechanical efficiency of unstable chest presses is greater than that of those performed on the stable surface. This may be attributed to the spring properties of the ball, though a lesser extent. Subjects are able to utilize so-called rebound effect of the ball, thereby produce greater power in the final repetitions of a set. Consequently, the fatigue index is significantly lower during chest presses on the Swiss ball than on the bench.

On the other hand, the power decline during repeated squats is similar on the stable support base and BOSU ball (Zemková et al., 2017). The squat on a stable surface is a sport specific skill learned by athletes in the autonomous stage of motor learning. Therefore only muscles involved in this specific movement are contracting, thus the power produced by them during initial trials is high and fatigue of these muscles appears fast. The squat on an unstable surface is not a new exercise. It is performed by athletes during movements on natural unstable surfaces (grass, sand etc.). Therefore the dynamic stereotype of squats on the BOSU ball is learned much better than chest presses on the Swiss ball. This can explain a similar decrease of power and consequently a lack of significant differences in fatigue resistance during squats on stable and unstable surfaces. This suggestion is also proved by insignificant differences in oxygen consumption during and after squats on the stable support base and BOSU ball.

Understanding power performance under unstable conditions and its underlying physiological mechanisms is necessary for designing conditioning programs in high-velocity sports. Athletes of these sports prefer exercises that best simulate movement rates achieved in actual competition. Therefore one must be aware that power output is reduced when resistance exercises (6 sets of 8 repetitions with 70% 1RM) are performed on the unstable as opposed to stable surface (Zemková et al., 2012). This effect is more evident for barbell chest presses on the Swiss ball (19.9% and 11.8% respectively) than barbell squats on the BOSU ball (11.4% and 9.6% respectively).

Instability chest presses also represent a more intensive stimulus for cardiorespiratory functions than those performed on the bench, whereas the cardiorespiratory response to squats is similar under both stable and unstable conditions (Zemková et al., 2010). The kinetics of most of the cardiorespiratory parameters revealed only slight changes during the active lifting period, compensated by a rather pronounced increase in the early phase of recovery. More specifically, oxygen uptake after resistance exercises increases, and only after about 30 to 40 s did a gradual decrease back to the resting level set in. On the other hand, the heart rate reaches the maximum at the end of exercising and begins to decline immediately in the recovery phase. The response of oxygen pulse is even more delayed, though it remains relatively unchanged during exercise, but begin to increase in recovery, reaching the maximum after approximately 40 to 50 s. These cardiorespiratory parameters gradually increase from the 1st to the 6th sets of both exercises on stable as well as unstable surfaces (about 10-20%). Also the blood lactate increases, however more markedly during unstable than stable chest presses and similarly during stable and unstable squats.

Athlete expertise with exercises in unstable conditions and their training background

The findings of the previous study (Zemková et al., 2017) indicate that repetition of chest press exercise on an unstable surface during training sessions very probably increases the muscle power and accelerates the fatigue appearance. Actually, we have found that subjects with experience in instability resistance training are able to produce greater power in the concentric phase of chest presses on the Swiss ball when compared to those practicing only conventional resistance exercises. These differences are mainly evident in peak power and mean power in the acceleration phase of lifting at weights $\geq 60\%$ 1RM. Also athletes who train on some kind of unstable surface (grass, sand etc.) are able to produce higher power during lower body resistance exercises, such as squats on the BOSU ball, when compared to those trained on a stable support base. Since chest presses on the Swiss ball and squats on the BOSU ball are very similar to those performed on a stable support base, the training in unstable conditions could lessen the proper bench press performance due to deranged dynamic stereotype of this movement on the stable surface. Therefore, the specific stages of motor learning have to be taken into account when instability resistance exercises are implemented into the training program, namely in young athletes (Zemková, Hamar, 2018). Because of the variable loading patterns under unstable conditions, it is necessary to quantify the optimal exercise load for each individual athlete.

Conclusions

- The power output is reduced when resistance exercises are performed on the unstable as opposed to stable surface, however only at higher weights lifted.
- This effect is more evident for barbell chest presses on the Swiss ball as opposed to barbell squats on the BOSU ball. Instability chest presses also represent a more intensive stimulus for cardiorespiratory functions than those performed on the bench, whereas the cardiorespiratory response to squats is similar under both stable and unstable conditions.
- The fatigue induced by repeated trials appears later during chest presses on the unstable than on the stable surface. However, this is accompanied by greater oxygen consumption under unstable than stable conditions. On the other hand, there is a lack of significant differences in fatigue resistance during squats on stable and unstable surfaces, which corresponds with insignificant differences in oxygen consumption between these conditions.
- Athletes with experience in instability resistance training are able to produce greater power in the concentric phase of chest presses and squats on unstable surfaces when compared to those practicing only conventional resistance exercises.

Acknowledgement: This work was supported by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic and the Slovak Academy of Sciences (No. 1/0089/20) and the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-15-0704.

References

- Oddsson LIE, Karlsson R, Konrad J, Ince S, Williams SR, Zemkova E. A rehabilitation tool for functional balance using altered gravity and virtual reality. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation* 2007; 4: 25. doi: 10.1186/1743-0003-4-25
- Zemková, E, Dzurenková, D, Ollé, G, Kováčiková, Z. Cardiorespiratory response to traditional and instability resistance exercises. *Serbian Journal of Sports Sciences* 2010; 4(4): 161–168.
- Zemková, E, Jeleň, M, Kováčiková, Z, Ollé, G, Vilman, T, Hamar, D. Power outputs in concentric phase of resistance exercises performed in interval mode on stable and unstable surface. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2012; 26(12): 3230–3236. doi: 10.1519/JSC.0b013e31824bc197

- Zemková E. Stable to unstable power performance. *Journal Sports Therapy* 2013; 6(1): 6.
- Zemková, E, Hamar, D. Utilization of elastic energy during weight exercises differs under stable and unstable conditions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2013; 53(2): 119–129.
- Zemková E, Jeleň M, Ollé G, Vilman T, Hamar D. Power production during chest presses with different ranges of motion on stable and unstable surface. *Human Movement* 2013; 14(4): 328–333.
- Zemková E, Jeleň M, Kováčiková Z, Ollé G, Vilman T, Hamar D. Enhancement of peak and mean power in concentric phase of resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2014a; 28(10): 2919–2926. doi: 10.1519/JSC.0000000000000517
- Zemková E, Jeleň M, Kováčiková Z, Ollé G, Vilman T, Hamar D. Weight lifted and countermovement potentiation of power in the concentric phase of unstable and traditional resistance exercises. *Journal of Applied Biomechanics* 2014b; 30(2): 213–220. doi: 10.1123/jab.2012-0229
- Zemková, E, Jeleň, M, Kováčiková, Z, Ollé, G, Vilman, T, Hamar, D. Reliability and methodological issues of power assessment during chest presses on unstable surface with different weights. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2015; 55(9): 922–930.
- Zemková E, Oddsson L. Effects of stable and unstable resistance training in an altered-G environment on muscle power. *International Journal of Sports Medicine* 2016; 37(4): 288-294. doi: 10.1055/s-0035-1559787
- Zemková E. Instability resistance training for health and performance. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 2017; 7(2): 245-250. doi: 10.1016/j.jtcme.2016.05.007
- Zemková, E, Jeleň, M, Radman, I, Svilar, L, Hamar, D. The effect of stable and unstable lifting conditions on muscle power and fatigue rate during resistance exercises. *Medicina dello Sport* 2017; 70(1): 36–49.
- Zemková E, Hamar D. Sport-specific assessment of the effectiveness of neuromuscular training in young athletes. *Frontiers in Physiology* 2018; 9: 264. doi: 10.3389/fphys.2018.00264

Mental Health and Physical Activities during the COVID – 19 Pandemic: Bulgarian Perspective

Zornitza P. Mladenova¹, PhD, mladenovaz@gmail.com

¹*The Foundation for Global Community Health, USA*

Abstract. *During the era of COVID – 19, pandemic, and unprecedented lock-down in the countries around the world maintaining physical and mental health becomes more important than ever. The global impact of the pandemic situation leads to an urgent need to create strategies for combating such pandemic. Based on this evidence the aim of the joint research study with Ohio State University, USA, entitled “Psychological Responses, Coping Strategies, and Physical Activity during the COVID – 19 Pandemic” has been proposed from the Bulgarian perspective as follows:*

1. *Investigate psychological responses, coping strategies, and physical activity during the COVID – 19 lock-down periods.*
2. *Examine the influence of physical activity as a coping strategy in psychological health and overall well-being during social isolation.*

Evidence suggests that regular participation in physical activity helps decrease overall levels of anxiety and depression as a reliable coping strategy to overcome the social isolation and, as a whole, the negative aspects of lockdown. The long-term goal of the study is to examine the differences in psychological responses, coping strategies, and physical activity across countries and to reveal the reliable coping strategies for creating a sustainable future for our society.

Keywords: *COVID-19, physical and mental health, coping strategies*

Introduction

The lock-down strategy against COVID-19 Pandemic was imposed in Bulgaria on the 13th of March. To ensure social distancing and limit the movement of the population, schools, public places, and businesses were shutdowns. Moreover, people could move away from their homes only to do essential work (healthcare and social care sectors, police, and armed forces, firefighting, water, and electricity supply) or perform essential activities (health visits, medicine purchases, or food supply). The worldwide spread of COVID-19 has upset the normality of daily life, forcing the population to social distancing and self-isolation. Since the containment precautions also concern sport-related activities, home workout remained the only possibility to play sports and stay active during the pandemic [1]. In particular, prolonged self-isolation has a negative impact on the psychological response, promoting post-traumatic stress symptoms, confusion, and anxiety [2].

During the COVID-19 pandemic the necessity of urgent psychological intervention is becoming much more critical [3]. The analysis of scientific publications shows a strong correlation between mental health and physical activity.

The benefits of physical activity—improving physical condition and fighting disease—have long been established. Physical activity is also considered vital for maintaining mental fitness and has been recognized as an effective coping strategy to deal with stress. Studies show that physical activity produces endorphins—a chemical in the brain that acts as natural painkillers—and also improves the ability to sleep, which in turn reduces stress. Evidence suggests that regular participation in physical activity helps decrease overall levels of tension, and makes one feel energized and healthy [4].

Regular physical activity is a cornerstone of chronic disease prevention and treatment. Engaging in an active lifestyle is associated with a number of important mental health outcomes. In contrast, physical inactivity is associated with poor mental health outcomes. These associations are

generally robust after controlling for variables that are known to confound the activity–mental health relationship [5].

To this point, we have discussed the potential detrimental impacts of the COVID-19 pandemic on PA behaviors and SB. It is important to note that we may also be at risk for a vicious cycle where current and potentially accelerated PI patterns and sedentary behaviors may worsen the impact of future pandemics [6].

According to the World Health Organization, regular physical activity can help give our days a routine and be a way to stay in contact with family and friends. It is also good for our mental health - reducing the risk of depression, cognitive decline, and delaying the onset of dementia - and improves overall feelings.

Methodology

This study was conducted as an online survey realized through the Google Forms web survey platform (Google LLC, Mountain View, CA, United States). The study was approved by the Risk Management Committee of the Joint Training Simulation & Analyzed Center of the Institute of ICT, Bulgarian Academy of Sciences, and it was conducted following the Declaration of Helsinki.

The survey was carried out in Bulgaria and 10 other countries over the period 10th of July-31st of August. The research was done among 952 Bulgarian citizens aged between 18 and 65+. The aim was to obtain information from all different age groups. The demographic information is provided in Table 1.

To fulfill the aim of the study we used the following complex of methods:

1. Sociodemographic information (age, sex, place of residence, employment status, etc.).
2. PROMIS Item Bank v 1.0 – Emotional Distress-Anxiety & Depression. This scale contains 10 items answered in Likert style from 1 (Never) to 5 (Always). <https://www.healthmeasures.net/search-view-measures?task=Search.search>
3. Herth Hope Index (HHI) [7]. The scale contains 12 subscales based on 3 factors answered from 1 (Strongly Disagree) to 4 (Strongly Agree). The higher the score the higher the level of hope.
4. Brief Resilient Coping Scale BRCS [8] . The short-scale contains 4 items answered on a 5 point Likert scale from 1 (Does not describe me at all) to 5 (Describes me very well).
5. Short-form of International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-SF) Participants reported the frequency and duration of different types of activities .

The statistical program SPSS 26.0 was used to process the initial data. We made descriptive analysis, correlation analysis, comparative analysis (1 way ANOVA, and Kruskal-Wallis test). Additionally were used Cohen’s conventions to interpret effect size.

Results & Analysis

The results obtained from the descriptive statistic regarding the sociodemographic characteristics of the participants of the survey are presented in Table 1. We analyzed the participants from different age groups, their marital status, degree of education, residency in Bulgarian cities and abroad - a total of 453 Female – 47.6% and 499 Male – 52.4%.

Table 1. Demographic description

Variables		Frequency	Valid Percent
City	Capital	638	67.0
	Other Bulgarian Cities	249	26.2
	Abroad	65	6.8
Gender	Female	453	47.6
	Male	499	52.4
Age	18 - 24	174	18.3
	25 - 34	180	18.9
	35 - 44	236	24.8
	45 - 54	188	19.7
	55 - 64	138	14.5
	+ 65	36	3.8
Degree	Secondary education	222	23.3
	College	40	4.2
	Bachelor's degree	210	22.1
	Master's degree	381	40.0
	Ph.D	99	10.4
Marital status	Single	342	35.9
	Married or in a domestic partnership	478	50.2
	Widowed	7	.7
	Divorced	102	10.7
	Separated	23	2.4

The questions of IPAQ-SF allowed to assess physical activity by providing information about the minutes per day or days per week, at any time of the day, spent doing activities during the COVID-19 Pandemic. Responses were converted to Metabolic Equivalent Task minutes per week (MET-min/week) through automatic scoring of the IPAQ-S. Based on the IPAQ recommendations for scoring protocol, participants of the study were classified in three groups of physical activity considering the MET-min/week of the sum of walking, moderate-intensity physical activities, and vigorous-intensity physical activities: low active (<600 MET-minutes/week); moderate active (≥ 600 MET-minutes/week) and high active (≥ 3000 MET-minutes/week) (<http://www.ipaq.ki.se>) [9].

The results obtained from the descriptive statistic regarding the psychological responses, coping strategies and levels of physical activities during COVID – 19 pandemic, of the participants of the survey are presented in Table 2.

Table 2. Psychological responses & Coping strategies & Levels of PA during COVID-19 Pandemic

Variables		Frequency	Valid Percent
Anxiety&Depression	low	373	39.2
	average	265	27.8
	high	314	33.0
HHI	low	343	36.0
	average	309	32.5
	high	300	31.5
BRIC	low	144	15.1
	average	527	55.4
	high	281	29.5
MET	low	179	19.2
	average	355	38.1
	high	397	42.6
Levels of PA	Increased	83	8.8
	Decreased	409	43.4
	Almost the same	365	38.7
	I don't know/Hard to tell	85	9.0

We made the comparison between the age groups regarding their psychological responses and levels of physical activity. The Kruskal Wallis test rejected the null hypothesis stating that the distribution of levels of anxiety was the same in the observed age groups $\chi^2 (5, N = 952) = 38.48, p < .0001$. The pairwise comparison test revealed significant differences between group 1(18 – 24) and the 3 of the observed 6 groups. The effect size was measured with the Mann Whitney test. A significant difference was revealed with the group 4 (45 – 54) (N = 362, 1 = 174, 4 = 188, 1.66 vs 1.41, $p < 0.0001$, Cohen's $d=.27$), group 2 (25 – 34) (N = 354, $p < 0.0001$, Cohen's $d=.24$), and group 3 (35 -44) (N = 410, $p < 0.0001$, Cohen's $d=.24$). The analysis revealed high levels of anxiety and depression among the youngest respondents in comparison with those among the groups aged 25 to 54.

The comparative analysis of the HHT (Herth Hope Index) along the factor age revealed significant differences $\chi^2 (5, N = 952) = 48.67, p < .0001$ between the group 6 (+65) and the other 5 observed groups. The biggest difference was found in the comparison with group 4 (45 – 54) (N=224, 4=188, 6=36, 3.1 vs.3.5, $p < 0.0001$, Cohen's $d=.28$).

The Kruskal Wallis test rejected the null hypothesis stating that the distribution of mean scores of BRIC was the same in the observed age groups $\chi^2(5, N = 952) = 23.75, p < .0001$. The analysis revealed significant differences between group 6 (65+) and the other 5 groups.

Analyzing the levels of physical activities among the observed groups with the Kruskal Wallis test, we rejected the null hypothesis stating that the distribution of MET was the same across the different age groups $\chi^2(5, N = 952) = 49.16, p < 0.0001$. The pairwise comparison revealed a statistical difference between group 6 (65+) and the other 5 observed groups. But the analysis showed a negative trend in the comparison of first two groups 18-24 and 24-34. ($N=354, 1(18-24) = 174, 2=180, 3314$ vs $3803, p < 0.05, \text{Cohen's } d=.17$). Regarding the founded difference we analyzed the levels of vigorous physical activities between the same groups ($N= 333, 18-24 = 163, 25-34 = 170, 1306$ vs $1641, p < 0.0001, \text{Cohen's } d=.37$) and the levels of moderate physical activities (607 vs $1076, p < 0.001, \text{Cohen's } d=.18$).

The comparative analysis of the different kinds of physical activities along factor age revealed significant differences between group 6 (+65) and the other groups. The analysis showed that the adults 65+ had the lowest levels of all physical activities, but also revealed the lowest levels in vigorous and moderate activities in the groups of youngest respondents in comparison with those of the other age groups (Table 3).

Table 3. Comparative analysis along with the factor age

Variable	Asymp. Sig.	df	Chi-Squared
Anxiety	.000	5	49.161
BRIC	.000	5	23.746
HHI	.000	5	38.487
MET	.000	5	48.672
Vigorous	.000	5	83.679
Moderate	.000	5	55.011
Walk	.000	5	73.417

a. Kruskal Wallis Test;

b. Grouping Variable: Age

The aim of that study was to explore the impact of the change of the levels of physical activity during the lock-down period, among mental health and wellbeing. The Kruskal Wallis test rejected the null hypothesis stating that the distribution of mean scores of BRIC was the same in the observed groups $\chi^2(3, N = 952) = 30.80, p < .0001$. The analysis showed a significant difference between the groups with increased and decreased levels of physical activities ($N= 492, \text{Increased} = 83, \text{Decreased} = 409, 4.2$ vs $3.9, p < 0.0001, \text{Cohen's } d=.20$).

The comparative analysis of the HHT (Herth Hope Index) along the factor age also revealed differences $\chi^2(3, N = 942) = 8.60, p < .03$ between the observed groups. The analysis presented slight differences between the groups with Increased and Decreased levels of physical activity (3.9 vs $3.3, p < 0.0001, \text{Cohen's } d=.12$).

The comparative analysis of the levels of Anxiety & Depression revealed no significant differences between the groups (Table 4).

Table 4. Comparative analysis along the factor levels of physical activity during the lock-down period

Variable	Asymp. Sig.	df	Chi-Squared
Anxiety	N.s.	3	7.248
BRIC	.000	3	30.802
HHI	.035	3	8.606

a. *Kruskal Wallis Test;* b. *Grouping Variable: PA levels*

The open-ended question “During the lockdown period, what are the top five things you did to cope with the difficulties in order to maintain positivity? “ was summarized to present the most used things for coping with the extraordinary situation. After mentioning “friends”, which presents some of the cultural features of the Bulgarian population, the respondents reported “Sport” as the second important thing as a coping strategy with the consequences of social isolation.

Discussion

The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic is having a profound effect on all aspects of society, including mental health and physical health. In the midst of this COVID-19 crisis, the discussion is open about what we need to be preparing as citizens in an interconnected world against the incoming second wave of pandemic and the threats of any kind.

The main goal of the analysis was to examine the influence of physical activity as a coping strategy in psychological health and overall well-being. Regarding this perspective, we have summarized the following tendencies.

- 43.4% of the respondents have decreased levels of physical activities, besides 8.8% answered increased;
- The most affected groups of decreased levels of physical activities are the group (65+) followed by the youngest respondents (18-24);
- The group of the youngest has the highest levels of anxiety and depression;
- According to the change of the levels of physical activity during the lock-down period the respondents with the increased levels of PA presented significantly higher levels of coping with the pandemic situation in comparison with the persons with decreased levels of PA;
- “Sport” was answered as the second important tool as a coping strategy with the consequences of social isolation.

The lack of specific drugs and vaccines, which provides anxiety about the uncertainty of virus development, the lock-down orders, and the increased number of confirmed cases and deaths, could lead to negative health consequences long after overcoming the pandemic situation. The big issue is how to create coping strategies applicable to the whole society and how to encourage the groups with lower levels of physical activity to do exercises.

References

1. Maugeri, G., Castrogiovanni, P., Battaglia, G., Pippi, R., D'Agata, V., Palma, A., Di Rosa, M., & Musumeci, G. (2020). The impact of physical activity on psychological health during the Covid-19 pandemic in Italy. *Heliyon*, 6(6), e04315. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04315>
2. Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: a rapid review of the evidence. *Lancet (London, England)*, 395(10227), 912–920. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8)

3. Iancheva, T., Rogaleva, L., García-Mas, A., Olmedilla, A., (2020). Perfectionism, mood states, and coping strategies of sports students from Bulgaria and Russia during the pandemic COVID-19. *Journal of Applied Sports Sciences* 2020, Vol. 1, pp. 22-38. ISSN 2535-0145. <https://doi.org/10.37393/JASS.2020.01.2>
4. Lai, J., Ma, S., Wang, Y., Cai, Z., Hu, J., Wei, N., Wu, J., Du, H., Chen, T., Li, R., Tan, H., Kang, L., Yao, L., Huang, M., Wang, H., Wang, G., Liu, Z., & Hu, S. (2020). Factors Associated With Mental Health Outcomes Among Health Care Workers Exposed to Coronavirus Disease 2019. *JAMA network open*, 3(3), e203976. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.3976>
5. Duncan, G. E., Avery, A. R., Seto, E., & Tsang, S. (2020). Perceived change in physical activity levels and mental health during COVID-19: Findings among adult twin pairs. *PloS one*, 15(8), e0237695. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237695>
6. Hall, G., Laddu, D. R., Phillips, S. A., Lavie, C. J., & Arena, R. (2020). A tale of two pandemics: How will COVID-19 and global trends in physical inactivity and sedentary behavior affect one another?. *Progress in cardiovascular diseases*, S0033-0620(20)30077-3. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.04.005>
7. Herth K. (1992). Abbreviated instrument to measure hope: development and psychometric evaluation. *Journal of advanced nursing*, 17(10), 1251–1259. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.1992.tb01843.x>
8. Sinclair, V. G., & Wallston, K. A. (2004). The development and psychometric evaluation of the Brief Resilient Coping Scale. *Assessment*, 11(1), 94–101. <https://doi.org/10.1177/1073191103258144>
9. <http://www.ipaq.ki.se>, Retrived September 30, 2020

Партнеры Конференции



Департамент
спорта
города Москвы