**К ВОПРОСУ** **СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРЫЖКОВ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА**

**Беккер Александр Александрович**

Вице-президент федерации прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России, ведущий специалист ЦСП сборных команд РФ, кандидат физико-математических наук

Добрый день, уважаемые коллеги!

Мое выступление посвящено такому олимпийскому виду спорта как прыжки на лыжах с трамплина. При этом тема моего выступления звучит довольно занудно и наукообразно – поэтому, чтобы привлечь ваше внимание и несколько вас взбодрить я начну свое выступление с небольшого, но очень эффектного видео.

Впечатляет, не правда ли? Ну, а теперь, с вашего позволения, я вернусь к менее эффектным, но более прагматичным вещам.

Как вы видели на представленном видео – прыжок/полет на лыжах с трамплина представляют собой сложную последовательность движений.

В современной научно-спортивной литературе в соответствии с биомеханическим анализом прыжок с трамплина условно разделяется на пять основных фаз: фаза разгона, фаза отталкивания, фаза начальной стадии полета или взлета, фаза стабильного полета и фаза приземление.

Безусловно, правильность выполнения каждой из перечисленных фаз оказывает влияние на конечный результат и все эти фазы связаны между собой, но при этом большинство современных исследователей, тренеров и специалистов сходятся во мнении, что решающее значение для выполнения прыжка имеет фаза отталкивания.

С этой точки зрения важнейшей практической задачей для спортсменов и тренеров является возможность объективного (количественного) контроля биомеханических характеристик техники выполнения отталкивания прыгуна на лыжах с трамплина. Естественно, практический интерес представляют и кинематические и динамические характеристики движения спортсмена при отталкивании.

Сложность этой задачи заключается в том, что эффективность отталкивания зависит,

* во-первых, от начальных условий, т.е. от «правильной» стойки разгона, оптимальное выполнение которой, в свою очередь, осложняется воздействием центробежных сил при прохождении криволинейного участка горы разгона,
* во-вторых, длящееся примерно 0,3 – 0,35 секунды отталкивание, выполняется на скорости порядка 90 км/час и поэтому «размазывается» на столе отрыва примерно на 6 – 7 м. Соответственно, в процессе отталкивания возможны различные варианты распределения усилия во времени,
* в-третьих, точность отталкивания, кинематика (угловые параметры) выполнения движения и упомянутые выше варианты распределения усилия оказывают определяющее влияние на результативность прыжка, в частности на аэродинамические характеристики системы «лыжник-лыжи» в фазе начальной стадии полета.

Таким образом, для получения полной биомеханической картины отталкивания, выполняемого прыгуном, желательно получить объективную «оцифрованную» информацию:

* о «характерных» углах (кинематика) в стойке разгона;
* о «расцентровке» прыгуна в стойке разгона (проекция центра масс должна проходить через середину стопы);
* об уровне и последовательности активации мышц, ответственных за формирование и удержание требуемой стойки разгона;
* о характерных углах (кинематика) при выполнении отталкивания;
* о симметричности усилия при выполнении отталкивания;
* о форме распределения усилия при выполнении отталкивания;
* об уровне и последовательности активации мышц, ответственных за выполнение отталкивания.

На сегодняшний день разработаны и довольно широко используются методы получения вышеуказанной информации.

Например, кинематические параметры (т.е. взаиморасположение звеньев двигательного аппарата прыгуна) и в стойке разгона, непосредственно перед выполнением отталкивания, и при самом отталкивании с высокой долей точности определяется при анализе видео с использованием программного обеспечения Dartfish или других аналогичных программ.

«Расцентровка» веса спортсмена непосредственно перед отталкиванием и во время выполнения отталкивания достаточно хорошо определяется при использовании тензометрических стелек. Получая данные распределения давления на стопу – в зоне пальцев, в метатарзальной, медиальной, латеральной и пяточной зонах стопы, модно вносить необходимые поправки в тренировочный процесс для соответствующей корректировки техники выполнения отталкивания.

Несмотря на то, что при отталкивании на трамплине задействовано несколько групп мышц (больше десятка мышц):

* Большая ягодичная мышца (*m. gluteus maximus*),
* Мышца икроножная (m. gastrocnemius),
* Передняя большеберцовая мышца (*m. tibialis anterior*),
* Латеральная широкая мышца бедра (*m. vastus lateralis*),
* Медиальная широкая мышца бедра (*m. vastus medialis*),
* Промежуточная широкая мышца бедра (*m. vastus intermedius*),
* Прямая мышца бедра (*m. rectus femoris*),
* Двуглавая мышца бедра (*m. biceps femoris*),
* Полусухожильная мышца (*m. semitendinosus*),
* Полуперепончатая мышца (*m. semimembranosus*),
* Большая приводящая мышца (*m. adductor magnus*).

Наибольший вклад, по мнению большинства исследователей, вносят:

* Большая ягодичная мышца (m. gluteus maximus),
* Икроножная мышца (m. gastrocnemius),
* Передняя большеберцовая мышца (m. tibialis anterior),
* Латеральная широкая мышца бедра (m. vastus lateralis)

Использование методов электромиографии совместно с методами анализа распределения плантарного давления позволяет установить корреляцию между уровнем активации мышц и «расцентровкой» спортсмена непосредственно перед началом фазы отталкивания, и последовательностью и уровнем активации мышц при выполнении отталкивания.

Наконец использование тензоплатформы, установленной непосредственно под лыжней разгона позволяет получить информацию о пространственном распределении усилия при выполнении отталкивания.

Все перечисленные методы достаточно информативны, однако гораздо более эффективно можно было бы использовать получаемую таким образом информацию, если бы все перечисленные методы были объединены в единую синхронизированную систему.

Участники ФЭП по Пермскому краю – Министерство физической культуры и спорта Пермского края, Федерация прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья России, Чайковский государственный институт физкультуры, московский и санкт-петербургский научно-исследовательские институты физкультуры, Олимпийская академия Прикамья совместно со своими внешними контрагентами озадачились идеей создания системы телеметрического контроля (СТК) для оценки биомеханических характеристик при выполнении прыжков с трамплина.

Такая СТК должна представлять собой совокупность нескольких синхронизированных подсистем:

1. система компьютерного видеоанализа двигательных действий прыгуна;
2. тензометрическая система контроля распределения усилия при выполнении отталкивания на столе отрыва;
3. тензометрическая система контроля плантарного давления;
4. электромиографическая система оценки уровня активации мышц.

Помимо необходимости получения качественного, воспроизводимого сигнала от соответствующих датчиков основной технической сложностью при создании такой СТК является синхронизация данных, поступающих по разным каналам связи – со стационарных подсистем по проводным линям, с носимых подсистем – по Bluetooth.

Что удалось сделать на сегодня, что еще нет и почему?

Сотрудники **СПбНИИФК** провели видеосъемку и провели анализ стадии отталкивания спортсменами высокого уровня во время проведения этапа Континентального кубка по лыжному двоеборью в Нижнем Тагиле. Из представленных данных видно, что даже при видеосъемке с невысокой частотой (50 Гц) получаемая картинка позволяет уверенно и надежно обрабатывать ее.

Сотрудники **ЧГИФК**, используя тензоплатформу, смонтированную непосредственно под лыжней на столе отрыва трамплина К-95 в Чайковском, получают соответствующие тензограммы. На слайде данные, полученные чуть более месяца назад при тренировке сборной России по лыжному двоеборью.

Сотрудниками **общероссийской Федерации** прыжков на лыжах с трамплина и лыжного двоеборья совместно со специалистами центра инновационных спортивных технологий Москомспорта протестирована возможность использования тонкопленочных сенсорных стелек и соответствующего регистратора (даталоггер) для сбора, сохранения и последующей передачи данных о плантарном давлении при выполнении прыжков с трамплина. Результаты эксперимента показали, что для практического использования достаточно получать данные о давлении в 5 зонах (зона пальцев, метатарзальная, медиальная, латеральная и пяточная зоны) или даже 3 зонах (зона пальцев, метатарзальная и пяточная зоны) стопы.

Сотрудники **Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского** провели эксперимент по использованию электромиографических методов оценки уровня активации мышц непосредственно при выполнении прыжка на лыжах с трамплина. Несмотря на то, что как указывалось выше, основной вклад в выполнение отталкивания вносят 4 мышцы (большая ягодичная мышца, икроножная мышца, передняя большеберцовая мышца, латеральная широкая мышца) принимая во внимание необходимость учета влияния межмышечной координации (реципрокная иннервация и коактивация) хотелось бы методами электромиографии «прощупать» работу других мышц – и агонистов, и антагонистов.

Сотрудники ФНЦ ВНИИФК – А.В. Воронов и его коллеги показали возможность синхронизации видеоизображения и сигналов от носимой электромиографической подсистемы при выполнении прыгуном фазы отталкивания.

Таким образом, участниками ФЭП и их контрагентами проведены подготовительные работы, дающие основания полагать, что создание СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРЫЖКОВ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА абсолютно реальная и выполнимая задача. Вопрос за малым – финансирование.

В рассматриваемой в настоящее время Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации до 2030 года в качестве одного из приоритетных направлений в области развития сферы физической культуры и спорта является создание системы комплексного межотраслевого обеспечения физической культуры и спорта в целях опережающего научно-технологического развития спорта высших достижений и ускоренного внедрения инноваций в подготовку спортсменов высокого класса и спортивную подготовку.

Реализация представленные выше наработок полностью соответствует указанным в Стратегии целям опережающего научно-технологического развития спорта высших достижений.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ.