

Министерство спорта Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ  
И СПОРТА» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК)

Совершенствование подготовки спортсменов высокого класса  
в скоростно-силовых видах спорта  
Методические рекомендации

Совершенствование подготовки спортсменов высокого класса в скоростно-силовых видах спорта. Методические рекомендации. М.:ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, 2014. - 44 с.

Составители: канд.биол.наук Арансон М.В.; канд.пед.наук, доцент Озолин Э.С.; д-р пед.наук, профессор Шустин Б.Н.

В методических рекомендациях содержится анализ публикаций по наиболее актуальным направлениям спортивной подготовки в сильнейших спортивных зарубежных странах - полноформатных научных статей, рефератов и публикаций в сети Интернет. Выявлены направления исследований, которые могут представлять интерес для планирования подготовки спортсменов к крупнейшим международным соревнованиям.

Рекомендации составлены по результатам НИР «Разработка научно-методических и образовательных материалов по различным аспектам подготовки спортсменов высокого класса в скоростно-силовых видах спорта за рубежом (по материалам зарубежной печати)», выполненной в соответствии с Приказом Минспорта России от 24 декабря 2012 года № 513 «Об утверждении Федерального государственному бюджетному учреждению «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) на 2013 год и на плановый период 2014 и 2015 годов».

Для тренеров, научных работников и других специалистов в области спортивной подготовки.

В технике олимпийских тяжелоатлетических дисциплин – рывка и толчка – присутствует начальный подъем штанги с пола на уровень пояса, т.е. тяга. Исследователи, изучавшие работу суставов нижних конечностей у тяжелоатлетов, отмечали, что наиболее часто для выполнения тяги используется сгибание обоих коленей, с динамическим взаимодействием между бедром, коленом и лодыжкой. Успешное выполнение упражнения прежде всего зависит от правильного выполнения этих фаз. Однако немногочисленные исследования, посвященные данному вопросу, не принимают во внимание независимый характер многочисленных степеней свободы в суставах. Межуниверситетская группа совместно с Федерацией тяжелой атлетики США изучала кинематику нижних конечностей и кинетические синергии при выполнении упражнений тяжелой атлетики; сравнивались выявленные синергии для разных суставов и нагрузок. Использовали многовариантный метод анализа основных компонентов в приложении к тяговой фазе подъема на грудь и сравнивали их изменения в различных суставах (тазобедренный, коленный, голеностопный) при широком диапазоне изменения нагрузок. Испытуемые – тяжелоатлеты университетского уровня. Показано, что все кинематические и две из четырех кинетических синергий различаются только между суставами и не зависят от величины внешней нагрузки. Они включают общие разгибательные и разгибательно-сгибательно-разгибательные движения, характерные для тяжелой атлетики и меняются в зависимости от суставов нижней конечности в соответствии со спецификой упражнения. Только одна синергия демонстрирует более сложное поведение; различие наблюдается по разным суставам и при изменении нагрузки. Кинематические и кинетические синергии отражают все общие биомеханические характеристики и обеспечивают возможность изучения функций суставов нижних конечностей в упражнениях тяжелой атлетики при различных внешних нагрузках. Существенные кинематические и кинетические синергии в тяговой фазе подъема на грудь представляют собой сгибание-разгибание и момент силы разгибания. Влияние синергий на разгибательное движение и момент силы

наиболее выражено в первой тяговой фазе. Вероятно, общая синергия разгибательных движений может зависеть от опыта или физического состояния спортсмена. Величина чистого разгибательного момента силы, отображаемого наиболее явной синергией, демонстрирует четкую иерархию суставов, и максимальна в тазобедренном суставе; среднее значение наблюдается для лодыжки, минимальное – для колена. При анализе также выявили синергию разгибания-сгибания-разгибания, присутствующую в последней части данных по времени, как кинетических так и кинематических. Обнаружена четкая иерархия углов – колено, лодыжка, бедро. Аналогично, кинетическая синергия разгибания-сгибания-разгибания выше в коленном суставе, нежели в лодыжке. Все синергии разгибания-сгибания-разгибания отражают сгибание колена, происходящее между первой и второй тяговой фазой при подъеме на грудь. Хотя присутствие такой синергии в кинетических и кинематических данных позволяет считать важным наличие второго сгибания колена, эта синергия все же относительно мало влияет на общую вариативность серий данных. Многие исследователи и тренеры считают второе сгибание колена важным элементом техники со сгибанием обеих ног. Из серий данных были получены две дополнительные кинетические синергии. Первая включает момент силы на пике разгибания. Наиболее четко выраженный в финальной части движения, а вторая – смещение времени достижения пика момента силы в конце упражнения. Логично предположить, что в данной синергии отражаются скорее различия между испытуемыми (т.е. индивидуальные вариации в технике). С другой стороны, расширение этой синергии может быть побочным продуктом процедуры нормализации данных по времени, поскольку такая нормализация может вносить ошибку в структуру одной из синергий. Полученные авторами данные могут быть полезны тренерам и ученым при организации тренировки или в исследовательской работе.

Точное отслеживание тренировочных нагрузок может помочь тренерам в улучшении подготовки спортсменов. Использование видеозаписей оказалось полезным для обнаружения и исправления ошибок в тяжелоатлетической

технике. Часто используется несколько камер, так что тренер может наблюдать за спортсменом под разными углами. Исследователи из Греции использовали оптический датчик Kinect, для отслеживания положения суставов при выполнении тяжелоатлетических упражнений. Датчик позволяет обнаружить 20 суставов – голова\шея, плечи, локти, запястья, предплечья, позвоночник, центр бедра, колено, лодыжка и стопа, определить их положение и ориентацию. Каждому суставу соотносится точка в трехмерном пространстве, соответствующая положению датчика. Ортонормальная матрица задает соотношение между локальными координатами (с центром в тазобедренном суставе) и глобальными координатами. Разработана программа, обеспечивающая тренерам по тяжелой атлетике возможность отслеживать тренировки спортсменов и помогать им в лучшей организации тренировочного процесса. Соответственно, интерфейс пользователя сделан максимально простым и понятным. Программа выполняет следующие функции: а) автоматический и ручной контроль и запись видеофайлов; б) загрузка уже записанных видеофайлов; в) построение двухмерных графиков время-скорость для штанги; г) построение двухмерных графиков время-угол для штанги; д) расчет значений начального угла в колене  $\varphi$ ; е) трехмерные графики траектории штанги, с цветовой маркировкой в зависимости от скорости; ж) рабочие кнопки для других целей. С помощью этой программы тренер может получать необходимую информацию о движении (скорость, углы и др.), и анализировать ее в реальном времени. Кроме того, имеется возможность записи всех данных о попытках и вывода их для сравнения.

Рывок – одно из двух соревновательных движений в тяжелой атлетике. Штанга поднимается с помоста в одно движение, состоящее из 6 фаз: стартовая позиция перед отрывом, первая тяга, переход, вторая тяга, удержание, завершение (переход к стартовой позиции). Основных видов траекторий штанги насчитывается три; из них вариант В происходит без пересечения штангой вертикальной референсной линии после отрыва. Показано, что такая траектория наблюдалась примерно в 42% попыток у чемпионов мира и

Олимпийских игр на международных соревнованиях.. Этот способ также известен как «подбрасывание штанги бедрами», и считается причиной высокой частоты неудачных попыток. Однако траектория типа В может рассматриваться другими специалистами как положительная, поскольку при ней развивается большее усилие в момент тяги кверху.

В работе американских ученых проведен перекрестный анализ трех самых успешных попыток ведущих тяжелоатлетов в каждой весовой категории на Национальном чемпионате США. Сравнивали двумерное положение тела и характеристики техники подъема штанги в группах спортсменов, смешавшихся кпереди, не смещавшихся и смещавшихся назад при подрыве штанги. Изучались углы в суставе и горизонтальное расстояние от плеча до пятки в верхней точке подъема, предполагая что смещение кзади вызвано «подбрасыванием штанги бедрами». В работе приняли участие 24 тяжелоатлета мужского пола. По массе тела, массе штанги и углам в бедре различий между группами не выявлено. У группы со смещением кзади существенно выше расстояние между плечом и пяткой (S-H) в конце тяги. Самый сильный эффект между группами со смещением кпереди и кзади (0,82), что соответствует различию от умеренного до большого. По сравнению с группой со смещением кпереди, группа без смещения имеет умеренный эффект (0,50), тогда как по сравнению с группой, имеющей смещение кзади, эффект мал (0,17). Аналогичный анализ проведен в отношении сравнения расстояний S-H между группами. У группы со смещением кпереди по сравнению с группой без смещения эффект от малого до умеренного (0,51), а со смещением кзади – 0,55. Различие между группами со смещением кзади и без смещения незначимо (0,05). Видимо, полученные данные подтверждают, что смещение кзади в фазе подседа под штангу в рывке не ухудшает результативность и судя по всему является предпочтительным у тяжелоатлетов национального уровня в США. Кроме того, что смещение кзади часто встречается у спортсменов мирового уровня, эта техника видимо широко распространена на соревнованиях. Хотя ряд спортсменов естественно использует траектории типа В, им также обучают

многие тренеры. Соответственно, указанная техника может считаться общепринятым результативным вариантом и может рекомендоваться при обучении рывку для повышения результативности.

Китайские исследователи предложили метод отбора тяжелоатлетов в команду на чемпионат мира. Проанализированы результаты чемпионатов мира 2006 и 2007 годов с использованием описательной статистики. Для каждой весовой категории сгенерирована полиномиальная регрессия, с помощью которых определялись тенденции изменения результатов.

Поскольку простой расчет процентов не оптимален для отбора в команду, предлагается гибридный метод, соединяющий рейтинг и проценты. Основным критерий для отбора спортсмена в команду на чемпионат мира – его возможный ранг. Таким образом предлагается 5 квалификационных групп: 1-5 место, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25 места. Суммы для 1,5,10,15, 20 и 25 мест на чемпионате мира используются для разделения групп. Спортсмен, имеющий суммарно место выше 5, участвует в 1 группе; занявший выше 10 - во второй, и так далее. Если в первой группе участвуют менее 8 спортсменов, все они отбираются на чемпионат мира. Остальные вакансии заполняются спортсменами второй группы. При наличии свободных вакансий их можно по порядку заполнить спортсменами нижележащих групп. Если в первой группе квалифицируются более 8 мужчин или 7 женщин, генерируется вторичный рейтинг. Результаты спортсменов первой группы выражаются в виде % от результата 1 места на чемпионате мира 2007 года, и отбираются спортсмены с самым высоким показателем, т.е. те, кто имеет наибольший шанс занять высокие места. Вторичный рейтинг может также применяться к группам 2-5, с использованием суммы, позволяющей войти в более высокую группу. Как в примере выше, 3 мужчины квалифицируются в первой группе, 3 во второй и 5 в третьей. Первые 6 членов команды отбираются из двух первых групп. На две оставшиеся позиции выбирают спортсменов с самым высоким процентным соотношением личного результата к результату 10 места на чемпионате мира 2007 года. Если на первых 5 уровнях не набирается по 8 мужчин или 7 женщин,

выбирают дополнительных участников из числа занявших до 25 места на чемпионате мира 2007 года. Хотя маловероятно, что эти спортсмены принесут команде очки на чемпионате мира, однако не попав в команду, они однозначно ничего ей не дадут. Необходимо отметить, что метод отбора в команду разработан для получения максимального количества очков, а не выявления лучшего тяжелоатлета. Различная направленность метода простых процентных соотношений и гибридного метода приводит к различным результатам, что может быть благоприятно для одних спортсменов и неблагоприятно для других. При отборе в команду лучший тяжелоатлет может быть оставлен в пользу спортсмена, который способен получить больше очков. Тренеры и чиновники должны определить приоритеты на текущие соревнования, такие как чемпионат мира. Если первичной задачей является отбор на чемпионат мира, для отбора лучшего спортсмена может быть адекватна простая процентная система. Однако если задача состоит в наборе максимального количества очков, а следовательно, олимпийских путевок, нужно предпочесть гибридный метод, учитывающий как индивидуальную результативность, так и возможное количество участников.

Биомеханические характеристики олимпийских видов тяжелой атлетики (рывок и толчок) хорошо описаны в литературе с точки зрения техники. В большинстве исследований, анализировали скорость и траекторию штанги, а также производимую механическую работу и выделяемую мощность. Однако сообщалось о трудностях предсказания успеха или неудачи в попытке на основе этих переменных. Анализ ускорения штанги в тяжелой атлетике ограничен несколькими исследованиями. Для валидации получаемых данных по ускорению штанги в сравнении с данными видеозаписи использовали коммерчески доступный акселерометр. Связь между рядами данных устанавливалась корреляционным анализом. Участники – 7 спортсменов высокой квалификации. Результаты анализа показали высокую положительную связь между сырыми данными акселерометрии и данными кинематического анализа (по видео). Коэффициенты корреляции составили от 0,94 до 0,99 для



всех испытуемых в 2 испытаниях. Все связи между сырыми данными акселерометрии и соответствующими данными, полученными кинематическим анализом, статистически значимы ( $r = 0.87$ ,  $p < 0.01$ ). Поскольку уровень опыта испытуемых в тяжелой атлетике был различен, можно считать, что профиль кривой ускорения каждого спортсмена зависит от его силы и техники. Результаты исследования подтверждают, что данные по ускорению с акселерометра, в сравнении с данными видеоанализа высокоскоростной записи, практически идентичны, и между двумя наборами есть существенная взаимосвязь. Таким образом, коммерчески доступный недорогой акселерометр является источником валидных данных по ускорению штанги в фазе высокой тяги. Прибор легко крепится к штанге. Компьютер, необходимый для обработки данных, можно расположить так, чтобы он не мешал спортсменам работать. Никаких кабелей между оборудованием нет. Время, необходимое для установки и настройки оборудования и программного обеспечения, минимально. Результаты получаются почти мгновенно и дают отклик на работу спортсмена в реальном времени. Использование акселерометра имеет некоторые ограничения. Во-первых, между сенсором и приемником должна быть прямая видимость. В работе расстояние между акселерометром и компьютером примерно 3 метра, максимальное - примерно 30 метров; таким образом, именно дальность не является серьезным препятствием. Второе ограничение – прочность акселерометра: прибор должен быть способен давать точные данные во время реального подъема штанги, однако не предназначен для перегрузок во время падения штанги с высоты вытянутых рук на помост. Следует предусмотреть дополнительную защиту акселерометра от сотрясения.

Присед со штангой на спине – очень распространенное упражнение силовой подготовки, влияющее на мышцы нижних конечностей и. Однако оно, как известно, может приводить к травмам колена и нижней части спины. Тяжелоатлетам очень рекомендуется надевать на тренировки и соревнования специальную обувь. Сравнивалась кинематика приседа при ношении специальной тяжелоатлетической и беговой обуви. Независимые переменные:

вид обуви. Зависимые переменные: угол в стопе; сочетание смещения штанги кпереди и бедра кзади; пиковый угол сгибания в бедре. Участвовали 25 спортсменов университетского уровня. Для определения параметров движений использовали видеосъемку. Обнаружено существенно меньшее значение смещения корпуса при ношении тяжелоатлетической обуви по сравнению с беговой ( $p < 0.05$ ). Разница по группе составляет в среднем 22 мм. По пиковому сгибанию сегмента бедра, Существенного различия между ношением тяжелоатлетической и беговой обуви не обнаружено ( $p = 0.37$ ). Средние значения в обоих случаях составляют примерно  $20^\circ$  к горизонтали. По данным статистического анализа, ношение тяжелоатлетической обуви увеличивает угол сгибания стопы по сравнению с беговой обувью ( $p < 0.05$ ). Различие составляет в среднем примерно  $3,5^\circ$ . Показано, что тяжелоатлетическая обувь может обеспечивать больший угол в стопе ( $38,8^\circ$ ), вследствие несжимаемости и подъема пятки по сравнению с беговой обувью ( $35,3^\circ$ ). Хотя некоторые типы беговой обуви также имеют поднятую пятку, она может входить в каблук и таким образом быть ближе к земле, особенно под нагрузкой. Значение группового различия  $3,5^\circ$  при эффекте 0,72 подтверждает, что обувь для тяжелой атлетики формирует большее плоскостное сгибание, позволяя голени находиться в вертикальном положении во время начальной фазы приседа. Таким образом, больший угол в стопе при ношении специальной обуви может быть полезен для тех, кому нужно увеличить силу разгибателей колена. Исследование также подтвердило гипотезу о том, что при выполнении приседаний в тяжелоатлетической обуви корпус меньше наклоняется, чем при приседании в беговой обуви. На самом деле, во время приседа всегда имеется небольшое отклонение штанги кпереди, совмещенное с отклонением бедер кзади, что приводит к наклону корпуса. Соответственно, цель – уменьшить эти смещения для сведения наклона к минимуму. За счет этого, ношение специальной обуви снижает риск травмы, как указано во введении. Результаты исследования могут помочь начинающим и не очень квалифицированным тяжелоатлетам преодолеть наклон кпереди. В пилотном исследовании для

многих испытуемых начальный угол наклона корпуса был отличен от 0. Некоторые таким образом начинали приседать с корпусом, наклоненным вперед, а другие – с перераспряженным. Кроме того, сочетание смещения штанги кпереди и бедер кзади мало коррелирует со сгибанием корпуса ( $r = 0.22$ ), то есть эти переменные не связаны. Это способствовало выбору сочетания смещений штанги кпереди и бедер кзади. Ученые и тренеры считают основной составляющей техники приседа опускание до расположения бедер как минимум параллельно полу. Еще одной целью работы было изучение возможности для тяжелоатлетов легче достигать параллельного положения к полу с использованием специальной обуви. Показано, что специальная обувь не обязательно помогает достичь параллели. Хотя углы в стопе и смещения корпуса были различны, угол в бедре не отличался в обеих группах. Интенсивность в 60% максимальной на 1 повторение считается низкой, и кинематические данные могут измениться, если интенсивность возрастет для привычного испытуемым тренировочного уровня (75-85%). Большинство испытуемых (20 из 25) были мужского пола; следовательно, данные валидны для молодых мужчин. Увеличение угла в стопе и уменьшение наклона корпуса кпереди при ношении тяжелоатлетической обуви может способствовать повышению активности мышц вокруг колена и уменьшению сдвигового напряжения в нижней части спины.

У большинства тяжелоатлетов, тренирующихся три раза в неделю, период восстановления длится от конца предыдущей тренировки до начала следующей. Оптимальное время восстановления позволяет спортсменам использовать большие веса к началу соревнований или к следующей тренировке. Наоборот, недостаток восстановления ведет к накоплению утомления и снижению результативности. Разработка неинвазивных маркеров может помочь тренерам отслеживать статус восстановления у тяжелоатлетов при подготовке к соревнованиям или планировании тренировочных нагрузок. Китайские ученые исследовали вариабельность сердечного ритма у тяжелоатлетов в течение 72-часового периода восстановления. В работе

участвовало 7 спортсменов национального и международного уровня. Определяли также основные биохимические показатели организма.

Через 3 часа после завершения тренировки результативность (максимальный вес в 3 попытках) упала существенно ниже исходного, и постепенно восстанавливалась в течение 72 часов. Результаты в приседе со штангой на спине, жиме сидя и становой тяге превысили исходные и достигли максимума через 72 часа. Субъективное ощущение боли через 24 часа усиливалось примерно в 4 раза и оставалось сильным до 72 ч без существенного снижения. Уровень креатинкиназы в плазме как показатель повреждения мышц повысился от  $132 \pm 6$  до  $485 \pm 103$  Ед/л в первые 3 часа после нагрузки и снизился до  $254 \pm 115$  Ед/л через 72 часа. Уровень дегидроэпиандростерона сульфата существенно снизился – с  $3,0 \pm 0,4$  до  $2,0 \pm 0,4$  мкг/мл и вернулся к норме через 48 часов. Значения вариабельности сердечного ритма для низкой частоты, сверхнизкой частоты и средняя вариация существенно снизились в течение 24 часов после нагрузки и вернулись к базовому значению через 72 часа. Низкочастотные значения в нормализованных единицах (В) достигли максимума в течение 24 часов и вернулись к норме через 48 часов. Полученные данные подтверждают, что повышение парасимпатической нервной активности может отражать восстановление работоспособности у тяжелоатлетов. Кроме того, вариабельность сердечного ритма (общая вариативность HF) не подвержена воздействию мышечной боли. Показано, что оптимальное время восстановления после нагрузки составляет более 48 часов. Связь восстановления с болевыми ощущениями не установлена, так же как с уровнями креатинкиназы. Эти данные могут использоваться при планировании тренировочного процесса тяжелоатлетов.

Ученые из США исследовали взаимосвязь между антропометрическими параметрами и горизонтальным смещением штанги в фазе тяги рывка у высококвалифицированных тяжелоатлетов. Описывали также антропометрические характеристики, смещения штанги, и результативности, а

также результаты выступлений. В работе участвовали 36 женщин, соревнующихся на Панамериканском чемпионате 2009 года. Измеряли длину тела, длину верхних конечностей, корпуса, бедра и голени; участницы заполняли опросник посвященный опыту тренировок и соревнований. Горизонтальное смещение от отрыва до максимальной фазы первой тяги (Dx1), а также от максимума первой тяги до максимума второй тяги (Dx2) определяли в максимальной успешной попытке с помощью двумерного видеоанализа. Обнаружены существенные корреляции ( $p < 0.05$ ) между длиной бедра, нижней конечности и Dx2 у спортсменок в категории до 53 кг; между длиной нижней конечности и Dx1 у спортсменок категории до 75 кг; между смещением по горизонтали и соотношением сегментов тела, включая верхние и нижние конечности, в нескольких весовых категориях. Корреляции между антропометрическими характеристиками и Dx1 также была достоверной у спортсменов при группировке по типам траектории штанги. Длины сегментов тела, кроме корпуса и бедра, в различных весовых категориях различались ( $p < 0.05$ ). В категории до 48 кг наблюдалось существенное отличие пропорций тела по сравнению с остальными. Множественные параметры размеров бедра и корпуса сильно коррелируют с результативностью. Значения горизонтального смещения сходны с приведенными в предыдущих работах. Имеется несколько существенных связей между смещением и результативностью, но для опыта соревнований таких связей не найдено. Понимание взаимосвязи между антропометрией и траекторией штанги может помочь оптимизации техники рывка.

Целью исследования греческих ученых было сравнение воздействия Олимпийской тяжелой атлетики и традиционной силовой тренировки на совместную активацию мышц вокруг коленного сустава при тесте на прыжок в высоту. 26 человек мужского пола были случайным образом разделены на 3 группы: олимпийская (9 чел), традиционная (9 чел) и контрольная (8 чел). Экспериментальные группы тренировались 3 раза в неделю в течение 8 недель. Во время прыжка вразножку, прыжка с противопоставлением ног и прыжка из

приседа регистрировали электромиографию прямой и двуглавой мышц бедра, кинематику в сагиттальной плоскости, жесткость в вертикальном направлении, максимальную высоту прыжка и мощность, до и после тренировки. Индекс совместной активации мышц рассчитывали для разных фаз каждого движения путем деления электромиографической активности антагонистов и агонистов. Анализ вариаций показал, что индекс совместной активации в фазе преактивации и эксцентрического сокращения при всех прыжках возрастал у спортсменов обеих групп. В группе олимпийской тяжелой атлетики наблюдалась большая жесткость и адаптация высоты прыжка, чем у занимающихся силовой тренировкой ( $p < 0.05$ ). Более того, в олимпийской группе индекс, записанный в фазе пропульсии прыжка с противопоставлением и с приседом, оставался неизменным или снижался, тогда как при силовой тренировке он повышался ( $p < 0.05$ ). Результаты исследования показывают, что изменение активации мышц колена совместно с жесткостью ног различны при разных программах тренировок. Олимпийская тяжелая атлетика повышает высоту прыжка при неизменном индексе совместной активации, тогда как традиционная силовая тренировка повышает этот индекс, вероятно для увеличения стабильности в суставах.

Группой исследователей разных университетов выполнен обзор текущих направлений исследований в тяжелоатлетической литературе, посвященных пониманию техники и ее роли в успешном выполнении рывка. Данные по мировым рекордам в рывке с 1960 г по настоящее время показывают, что во всех весовых категориях прогресс мал. Требуется понять роль техники в улучшении результата в рывке хотя бы на небольшую долю. Методы сбора данных для анализа техники включают в основном двумерную кинематику штанги и суставов. Хотя основные параметры, играющие роль в успешном выполнении рывка, усиленно изучались, лишь в немногих исследованиях проводится совместный анализ параметров как штанги, так и спортсмена. Следовательно, необходим более детализированный подход, с рассмотрением данных как по штанге, так и по спортсмену, для понимания механики

успешного подъема веса. В настоящее время с использованием современных технологий анализа движений, сбора данных, расчетных методов можно добиться более точной интерпретации движений спортсмена. Улучшение понимания ключевых характеристик техники рывка может дать возможность более эффективной обратной связи между тренером и спортсменом, что в свою очередь будет способствовать улучшению результата на соревнованиях.

Пути активируемой митогеном протеинкиназы (МАПК) - внеклеточная регулируемая сигналом протеинкиназа (ERK 1/2), p38 и c-Jun NH2-концевая киназа (JNK) – представляют собой внутриклеточные механизмы передачи, частично регулирующие изменение скелетных мышц под воздействием тренировок. Они сильно реагируют на нагрузку, но их отклик на многосуставную тренировку высокой мощности пока не исследован. Девять человек, занимающихся тяжелой атлетикой, выполняли 15 подходов по 3 повторения динамической тяги с весом 85% от максимума. Биопсия *Vastus lateralis* проводилась до тренировки, на 8-м подходе и после 15-го подхода. Трех нетренирующимся людям (контрольная группа) также делали биопсию. Отношение фосфорилированной МАПК к общей существенно выросло для p38 (3.0 раз,  $p < 0.05$ ) и JNK (2.4 раза,  $p < 0.05$ ) к середине упражнения. Фосфорилирование ERK  $\frac{1}{2}$  изменялось аналогично (2.3 раза,  $p = 0.052$ ). Отношение фосфорилированной МАПК к общей с середины по конец упражнения не изменялось. В контрольной группе фосфорилирование по всем трем путям не изменялось ( $p > 0.05$ ), то есть сам процесс биопсии не отвечает за его повышение в ходе тренировки. Данные свидетельствуют, что пути связанные с МАПК рано активируются и остаются более активными в течение всего цикла нагрузки с высокой мощностью. Эти результаты помогают понять механизмы, частично ответственные за длительную адаптацию к высокоинтенсивным силовым нагрузкам с высокой мощностью у людей.

Цель работы турецких ученых – исследовать воздействие повышения веса штанги и кинематику тела при рывке 60, 80 и 100% максимума на 1 повторение, а также оценить биомеханику техники упражнения. Исследование проводили

на 7 мужчинах – тяжелоатлетах высокой квалификации из национальной сборной Турции. Для записи использовали четыре камеры со скоростью 50 кадров/с. Точки на теле и штанге оцифровывали с использованием программы Ariel Performance Analysis System. Отмечены существенные различия между значениями вертикальной работы ( $p < 0.05$ ). Значения мощности при трех разных весах также существенно различались ( $p < 0.05$ ). Еще одно существенное различие ( $p < 0.05$ ) отмечено между максимальными значениями вертикального смещения штанги, максимальной вертикальной скорости штанги, максимального вертикального смещения центра масс, вертикальной скорости центра масс при подседе под штангу. Результаты показывают, что вертикальная и горизонтальная кинематика штанги и тела снижается в фазе тяги рывка при повышении веса. Выброс мощности во второй фазе тяги увеличивается, хотя проделанная работа не меняется, тогда как в первой фазе тяги мощность и работа увеличиваются с повышением веса штанги. Предполагается, что подсед под штангу и удержание нужно выполнять быстрее, поскольку с ростом веса штанги снижаются вертикальные кинематические показатели.

Испанские исследователи сравнивали прыжок из глубокого приседа, с прыжком из приседа и прыжком с противопоставлением ног, как средства контроля в силовой тренировке (на силу и мощность). 48 испытуемых мужского пола (21 тяжелоатлет, 12 триатлонистов, 15 студентов по физической культуре) выполнили три теста с указанными видами прыжков с отдыхом между тестами 1 минута. Для тяжелоатлетов собирали данные по результатам в рывке и толчке на чемпионате Испании 2004 года и чемпионате Европейского союза 2007 года, для изучения связи между высотой прыжка и результативностью в тяжелой атлетике. Одномерный анализ вариаций (ANOVA) показал существенные различия между группами в вертикальном прыжке, причем наибольшие значения наблюдались у тяжелоатлетов, а минимальные – у триатлонистов. ANOVA с повторными измерениями (по типу прыжка) показал, что лучшие результаты наблюдаются в прыжке с глубоким



приседом и с противопоставлением для всех групп. Для определения связи между тяжелоатлетической тренировкой и высотой прыжка выполняли анализ методом линейной регрессии. Кроме того, рассчитывали корреляции между результативностью в тяжелой атлетике и вертикальном прыжке методом Пирсона. Результаты показали, что прыжки с противопоставлением и из глубокого приседа сильно коррелируют с результатом в тяжелой атлетике. Таким образом, оба теста могут использоваться тренерами в качестве метода тестирования силовых способностей при контроле и планировании тренировок тяжелоатлетов.

Ранее считалось, что силовая тренировка опасна и неэффективна для детей. Цель работы американских ученых – оценить травматизм при силовой тренировке, ставший причиной обращения в травмопункты клиник США, по возрасту пострадавшего, типу и механизму травмы. Авторы предположили, что с увеличением возраста возрастает процент вывихов суставов и растяжений мышц, тогда как более молодые спортсмены относительно более склонны к переломам. Проведен обзор Национальной электронной системы регистрации травм с 2002 до 2006 года по ключевому слову «тяжелая атлетика». Субъекты в возрасте от 8 до 30 лет разделены по возрастным категориям: 8-13 лет (начальная и средняя школа), 14-18 (старшие классы), 19-22 (колледж) и 23-30 (взрослые). Общее количество случаев составило 4111. В первых трех группах количество случайных травм снижалось ( $p < 0.05$ ), в четвертой осталось неизменным:  $8 - 13 > 14 - 18 > 19 - 22 = 23 - 30$ . Наоборот, процент растяжений и вывихов постепенно возрастал с повышением возраста ( $p < 0.05$ ). Оценка только неслучайных травм ( $n = 2,565$ ) показала, что в старших категориях (19-22 и 23-30 лет) наблюдалось большее процентное соотношение растяжений и вывихов, чем в младших ( $p < 0.001$ ). Две трети травм в возрасте 8-13 лет составляли повреждения рук и ног, преимущественно за счет падения и защемления, а также процент переломов был больше в этой группе чем в старших ( $p < 0.001$ ). Результаты исследования показывают, что у детей меньше риск получить повреждения мышц и суставов при занятиях тяжелой атлетикой,

чем у взрослых. Большинство травм в этом возрасте относится к случайным, их можно предотвратить при надлежащем наблюдении и четком инструктаже по технике безопасности.

Американские исследователи пытались одновременно проанализировать движения обоих концов штанги у 19 тяжелоатлетов (возраст  $18,0 \pm 3,2$  года, масса тела  $84,0 \pm 14,2$  кг, длина тела  $167,3 \pm 8,7$  см) на соревнованиях по тяжелой атлетике и определить, есть ли асимметрия в кинематике и кинетике левой и правой сторон штанги. Вторая цель – сравнить классификации траекторий штанги в рывке и толчке справа и слева. Данные по кинематике и кинетике штанги снимали с двух систем анализа тяжелоатлетической техники VS-120 (Lipman Electronic Engineering Ltd, Ramat Nahayal, Israel). Для каждого подъема штанги проанализированы типы траектории (А, В и С) правой и левой сторон. Существенных различий в классификации траекторий справа и слева не обнаружено. Частотный анализ выявил, что в обоих видах программы преимущественно наблюдаются траектории типа С. При сравнении движения правой и левой сторон штанги в рывке и толчке существенных различий кинематических и кинетических переменных не найдено. Примененная система видимым образом облегчает анализ кинематики, кинетики и траекторий штанги во время соревнований по тяжелой атлетике, независимо от того, какая сторона штанги рассматривается.

Расчет силы контакта в бедренно-надколенниковом суставе с использованием трехмерного моделирования требует описание геометрии костей и мышц нижней конечности. В работе исследователей из двух учебных заведений Великобритании проведено изучение влияния сложности модели мышц на двух моделях – Делп и Хорсман. Обе используются для расчета сил в бедренно-надколенниковом суставе при стоянии, прыжках вверх и упражнениях олимпийской тяжелой атлетике. Силы в суставе. Рассчитанные методом Хорсман, существенно ниже, чем по модели Делп, при всех видах деятельности и дают более реалистичную оценку по сравнению с предыдущими работами. Как выяснилось, это вызвано меньшей степенью избыточности в

модели Делп, которая требует задания большего уровня активации мышц для получения подходящего результата. Большая сложность модели Хорсмана приводит к повышению избыточности, а следовательно, снижению уровня активации мышц нижней конечности, и сил в бедренно-надколенниковом суставе. Результаты работы показывают, что успешно применяемая модель мышц должна иметь достаточный уровень сложности для обеспечения соответствующей независимости, вариативности и количества рычагов моментов; все указанное позволяет достичь избыточности задач распределения сил мышц и надлежащим образом их решить.

Исследователи международной научной группы проанализировали записи рекордов для ветеранских соревнований в плавании, велоспорте, троеборье, гребле и тяжелой атлетике; результаты сравнивались с ранее опубликованными данными по ветеранам в беге, ходьбе и прыжках. Рекорды нормализовались с использованием данных 30-летних спортсменов в качестве исходных; возраст участников достигал 90 лет. Для основного числа сравнений снова использовалась криволинейная математическая модель  $y = 1 - \exp(-(T - T_0)/\tau)$ , а для изменений крутизны по всем возрастным группам – модель  $y = \alpha(T - T_0)$ . Результаты во всех видах снижаются с возрастом, причем степень снижения меньше всего в гребле. Работоспособность в беге, плавании и ходьбе относительно хорошо сохранялась; для велоспорта, троеборья и прыжков обнаружена наибольшая степень снижения. Самая большая скорость падения результатов с возрастом обнаружена в тяжелой атлетике. Относительные результаты для женщин по сравнению с мужчинами на тех же ветеранских соревнованиях составили в среднем 80-85%: в прыжках 73%, в тяжелой атлетике 52%. По сравнению с зарегистрированными рекордами мира они составляют примерно 90% (в тяжелой атлетике 75%). Результаты показывают, что в видах спорта на выносливость снижение результатов с возрастом выражено не сильнее, чем в скоростно-силовых, а наибольшее падение наблюдается в силовых видах – прыжках и тяжелой атлетике. В данных видах имеются существенные физиологические различия, однако могут быть и другие

объяснения – например, особенности тренировок, соревнований или меньшее число участников.

Исследовано влияние техники дыхания при силовой тренировке на частоту сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление (АД). После заполнения опросника по здоровью, 30 испытуемых (16 мужчин:  $21.25 \pm 1.21$  года,  $180.26 \pm 2.36$  см,  $84.31 \pm 19.32$  кг; 14 женщин:  $21.29 \pm 2.37$  года,  $170.08 \pm 2.15$  см,  $137.36 \pm 62.31$  кг) ознакомили с техникой проведения теста на максимальный вес в жиме от груди и жиме ногами. Тест проводили с использованием двух типов дыхания – задержка и контролируемое дыхание. Техника подъема изучалась на двух видах упражнений с разными типами дыхания в различные дни, 1 подход на 10 повторений. Данные собирались в жимовой фазе, среднее число 3,75 за подход, а также через 1 и 5 минут после подхода. Измеряли давление и ЧСС во время покоя, среднее и пиковое во время упражнения, через 1 минуту и 5 минут после упражнения с помощью неинвазивной системы NIBP100A (Colson Systems, Inc), при каждом виде дыхания. При задержке дыхания наблюдалось более сильное, но статистически недостоверное повышение систолического ( $p = 0.420$ ) и диастолического АД ( $p = 0.531$ ), а также ЧСС ( $p = 0.713$ ), чем при контролируемом дыхании. Таким образом, задержка дыхания не сильно повышает ЧСС и АД, следовательно ее можно считать безопасной при жиме от груди и жиме ногами при умеренных нагрузках. Обучение правильной технике упражнений способствует снижению риска для здоровья.

На протяжении последних 60 лет ИААФ сократила угол сектора приземления в метании молота и изменила требования к дизайну оградительной сетки. Основная цель заключалась в том, чтобы повысить безопасность спортсменов и судей в опасной зоне, в которой может приземлиться молот, не летящий в нужном направлении. Однако недавние изменения привели к целому ряду проблем, самой важной из которых стало значительное уменьшение сектора приземления, что отрицательно сказалось как на технике лучших метателей, так и на развитии вида. Японские исследователи [19] на основе изучения траектории полета головки молота

после выпуска из правой руки метателя в отдельных случаях при разном дизайне сетки, доказали существование мертвой зоны приблизительно  $6^\circ$  внутри сектора приземления. Они объясняют расчеты, которые использовались для получения данных по результатам биомеханических исследовательских проектов, которые проводились на Чемпионате мира по легкой атлетике в Токио в 1991 году и в Осаке в 2007 году. Для устранения мертвой зоны предлагается расширить зону выпуска и/или подвинуть ее ближе к кругу. Может быть, возникнут определенные затруднения, такие как усиление конструкции заградительной сетки, что увеличит ее стоимость. В статье сделана лишь попытка начать дискуссию с целью решения существующей проблемы. Желательно выявить мнения спортсменов, тренеров и других специалистов по данному вопросу и только после этого приступить к изготовлению нового инвентаря. Авторы надеются, что их идеи приведут к диалогу, который привлечет внимание тренеров, спортсменов и других специалистов.

В метании молота создание силы, необходимой для увеличения горизонтальной скорости движения снаряда происходит, в основном, когда в процессе поворота спортсмен находится на двойной опоре. По мнению испанского специалиста, тренеры должны довести до максимума время нахождения на двойной опоре и уменьшить, по возможности, периоды нахождения в одноопорном состоянии, когда предполагается, что спортсмен готовится к выполнению следующей двойной опоры. Однако современные взгляды на технику метания молота все еще противоречивы. Известно, что горизонтальная скорость снаряда возрастает в процессе вращений или на ранних стадиях метания, когда спортсмен еще не передвигается или вращается очень медленно и наблюдаемое приращение горизонтальной скорости во время поворотов не обеспечивается горизонтальным перемещением, а увеличивается в связи с добавлением вертикальной скорости и сокращением радиуса вращения снаряда. Поэтому многие делают неверное предположение о важности двухопорной фазы. Автор считает, что в метании молота еще не все

до конца разработано, относительно техники разгона снаряда и в своей статье предлагает рассмотреть в деталях моменты метания и предложить некоторые рекомендации для тренеров: 1) в процессе предварительных вращений при двойной опоре достигается максимальная эффективность увеличения горизонтальной скорости; 2) в процессе одиночной опоры спортсмен может увеличивать вертикальную скорость; 3) в двухопорной фазе метатели также увеличивают вертикальную скорость движения снаряда.

Специалист из США подробно проанализировал победный результат Рииси Хоффа в толкании ядра у мужчин на Чемпионате мира по легкой атлетике 2007 года в Осака. Хотя Р.Хоффа, который использует вращательную технику, в течение нескольких лет был стабильным спортсменом высокого уровня, ему не хватает роста, как у большинства элитных метателей, а это является недостатком при выпуске снаряда. Его победный толчок в Осака 22.04 м был проанализирован с точки зрения биомеханики, и результаты были опубликованы в журнале *New studies in athletics* в 2008 году. Используя результаты исследования, автор внимательно рассматривает результат с точки зрения тренера, чтобы увидеть, что можно почерпнуть для себя в отношении того, как было выполнено метание, и какие практические уроки можно взять на вооружение. Он подробно детализирует фазы толкания, делая упор на специфические черты стиля Р.Хоффа, включая уникальную работу ног, осанку и выпуск снаряда. Также обсуждаются некоторые основные параметры исследования, такие как скорость выпуска снаряда, траекторию его полета и время разгона ядра. Статья завершается утверждением того, что Р.Хоффа мог победить в тот день именно из-за великолепного линейного и углового импульса. В статье приводятся рекомендации тренерам молодых спортсменов. Тренеры должны замечать позитивные моменты биомеханики движений этого атлета при тренировке своих учеников. Например:

– Молодые атлеты очень напряжены и агрессивны в начальной стадии метания, но на кинограмме видно каким образом должен атлет готовиться к началу движения;

- Многие атлеты не могут достигнуть такого же положения как Хоффа, поэтому желательно показывать им все движения чемпиона мира;
- следует более часто использовать видеоматериалы.

Стабильность верхней части тела является важной в предотвращении травм позвоночника у легкоатлетов. В работе американских авторов] рассмотрены вопросы, связанные с мышцами этой области. Современные исследования показывают, что одна четверть полученных травм у спортсменов высокого класса фиксируется в верхней части тела или бедер, что определяет важность изучения стабильности положения верхней части тела, которая определяется уровнем развития определенных мышечных групп (external obliques, rectus abdominis и the erector spinae). Таким образом, совершенствование развития силы этих мышц должно являться основой программ тренировки и восстановления после травм. Авторы предлагают тренировочные программы, которые необходимо использовать в повседневной практике. С целью предотвращения травм необходимо совершенствовать силу мышц, подвижность в суставах и гибкость. Поясничный отдел позвоночника должен находиться в оптимальном положении, чтобы работать наиболее эффективно и выдерживать различные нагрузки. Не существует одного наилучшего решения для всех функциональных задач и деятельности, и они будут отличаться для каждого спортсмена. Хорошее функциональное решение состоит,

как правило, в том, что список всех возможных движений в поясничном отделе должен быть оптимальным и спортсмен должен знать, как обрести и сохранить основные параметры стабильности положения позвоночника. Для спортсмена необходимо постоянно увеличивать свои знания о функциональных возможностях позвоночника и правилах нормальной осанки при сидении и стоянии. Для этого необходимо регулярно выполнять специальный комплекс упражнений по совершенствованию силы, гибкости и статической выносливости отдельных мышечных групп. Предотвращение травм позвоночника должно основываться на знаниях, которые определяют

причины получения травм. Основным принципом в данном случае является избегание постоянного стресса и использование специфических упражнений, направленных на гармоничное развитие мышечных групп позвоночника.

Считается, что способность к проявлению большой мощности лежит в основе успешного выполнения различных двигательных действий, таких как прыжки, метания и изменение направления движения. Для развития силовых способностей спортсменов и связанного с ними повышения спортивных результатов были предложены различные виды тренировочных воздействий. В обзоре представлен краткий анализ факторов, лежащих в основе силовых способностей и методов их развития. На основании анализа литературных источников автор утверждает, что применение методов тренировки, направленных либо на развитие силы, либо на развитие выносливости, недостаточно эффективно для развития этих качеств и повышения спортивного результата. Поэтому для тренировки мощности необходима комплексная методика. Использование комплексной методики тренировки мощности обеспечивает наибольший прирост мощности благодаря положительному переносу проработанных участков зависимости силы и скорости. Одним из способов реализации комплексного подхода к тренировочной работе является использование в тренировке разного отягощения. Еще один подход к тренировке мощности предполагает применение силовых упражнений разного типа, направленных на развитие мощности работы в усложнённых условиях: классических упражнений для закачивания мышц, двигательных действий, выполняемых в усложнённых условиях, выпрыгиваний из приседа и т. п. Следует также учитывать периодизацию тренировок.

Результативность в метании диска связана с различиями в технике. Однако это взаимодействие исследовано мало. Исследователи в процессе соревнований записывали на видео по три броска 18 мужчин и 15 женщин. Данные трехмерных координат оцифровывали вручную и переводили в координаты по отношению к опорным точкам тела. Рассчитывали 8 углов в суставах, и их значения нормализовали по 101 кадрам с начала броска. В



качестве показателя вариации рассчитывали средние стандартные отклонения по 101 броскам для 8 суставов. Результативность оценивали по официально зарегистрированному значению дальности броска из 3 попыток. У мужчин корреляция между вариативностью техники и результатом была значимой ( $P < 0.1$ ). Корреляция методом Пирсона показала, что результативность отрицательно коррелирует со средним углом между предплечьем и плечом ( $r = -0.63$ ,  $P < 0.01$ ), углом разводки бедра – плечо ( $r = -0.57$ ,  $P = 0.02$ ), углом сгибания левого бедра ( $r = -0.5$ ,  $P = 0.03$ ), и углом наклона корпуса кпереди-кзади ( $r = -0.57$ ,  $P = 0.02$ ). У женщин, все корреляции были незначимыми ( $P > 0.1$ ). У мужчин, добившихся лучших результатов, вариативность техники была меньше. Соответственно, для улучшения результативности, необходимо снижать вариативность техники.

Знание работы мышц плеча в фазах метания диска необходимо для построения программы силовой подготовки метателей. Угол равновесия верхней конечности (равновесия между центростремительными, гравитационными и силами реакции плеча), рассчитанный согласно модели вращения верхней конечности вокруг вертикальной оси, сравнивали с реальным углом в плече для обсуждения активности приводящих и отводящих мышц (двуглавая плеча, передняя и средняя дельтовидные, большая грудная, широчайшая спины, верхняя трапецевидная) по данным электромиографии у семи метателей высокой квалификации. Одновременно снимали трехмерную видеозапись для получения кинематических данных, с маркерами закрепленными на диске, кисти, локте и плече. Активные в последней фазе мышцы (большая грудная, двуглавая, передняя дельтовидная) в первых фазах были неактивны, в противоположность средней дельтовидной, активной во время подготовки и начала входа, но не работающей при выпуске. Расчетный угол был больше реального в начале, безопорной фазе и большей части выпуска. Отведение плеча вероятнее всего обусловлено инерцией и ограничивается широчайшей мышцей. Функция средней дельты в основном не отведение, а приспособление. Самая сильная электромиографическая

активность отмечалась в фазе выпуска, для мышц, развивающих наибольшую мощность в пределах оптимальной траектории.

Цель исследования – определить взаимосвязь между результатом в метании и следующими параметрами: разделение между бедром и плечом, между плечом и предплечьем, отклонение корпуса вперед-назад, угол подъема рабочей руки, абсолютная и относительная длительность фаз метания. Во время крупных соревнований получали видеозаписи выступлений метателей (51 мужчина, 53 женщины). Для каждого метателя во время лучшего броска получали трехмерные координаты 21 опорных точек тела с помощью прямой линейной трансформации. Технические параметры выводили из трехмерных координат в 6 критических моментах во время метания. Для определения относительного влияния линейных комбинаций технических параметров на результат выполняли анализ методом ступенчатой множественной иерархической регрессии. Специфические технические приемы, связанные с линейной комбинацией определенных параметров, выявлялись методом канонических корреляций. Анализ для мужчин и женщин проводился раздельно. Сформулированы рекомендации для контроля высоты выпуска и вертикальной компоненты скорости выпуска с помощью эффективной техники.

Метание копья – технически сложное упражнение. Последовательность движений верхних и нижних конечностей важна для результативности. Цель работы – определить общую структуру движений конечностей у метателей высокой квалификации, мужчин и женщин. Собирали трехмерные кинематические данные для метателей высокой квалификации (32 женщины, 30 мужчин) в ходе соревнований. Выясняли углы сегментов и суставов плеча, локтя, запястья, бедра, колена, нижней и верхней половин торса в лучшей попытке у каждого спортсмена. Определяли также время начала угловых движений 6 сегментов и суставов верхних конечностей и 10 нижних. Последовательность движений верхних и нижних конечностей определяли статистическим анализом. Порядок начала движения конечностей у высококвалифицированных спортсменов обоего пола имеет четкую

закономерность ( $P < 0.050$ ). Движения верхней конечности у всех спортсменов не соответствуют последовательности «ближний-дальний», как предполагалось в опубликованных работах. Последовательности движения верхних и нижних конечностей у метателей, как мужчин так и женщин, видимым образом различны ( $P < 0.001$ ). Для определения влияния последовательности движения конечностей на результат в метаниях требуются дополнительные исследования.

Хотя повреждения коллатеральной локтевой связки чаще всего наблюдаются у бейсболистов (в основном питчеров), они также встречаются в других видах спорта, где присутствуют броски предмета – водном поло, метании копья, теннисе, волейболе. В работе ученых из США обсуждается патофизиология данной травмы, функциональная анатомия и биомеханика движений, приводящих к повреждению связки в ходе броска предмета над головой. В статье рассматриваются методы оценки тяжести травмы, в том числе сбор истории, а также диагностические методы и принципы лечения.

В работе китайских исследователей представлен обзор литературы, интервью с экспертами, опросников и статистических исследований по изучению техники вращательного толкания ядра лицом назад в университетах физической культуры Китая. Поданным эксперимента, в технике толкания ядер весом 2 кг и 3 кг имеются существенны различия, но в общем результат значительно выше, чем при использовании техники с отклонением назад. Это подтверждает эффективность применения указанной техники и ее биомеханические преимущества. Данная работа дает основания для формирования учебного курса по толканию ядра и тренировки спортсменов в институтах физической культуры.

Ученые из Франции провели ретроспективное исследование 121 французского спортсмена высокой квалификации, выступавших в метаниях на чемпионате Франции 2009 года. Данные по спортсменам и травматизму среди них получены с помощью опросника. Адекватно заполнено 24 опросника (20%). У 75% спортсменов в течение спортивной карьеры была одна или более травм, в 40% потеря времени составила 28 дней или более. Частота травм

составила 0,36 на 1000 часов занятий. Наиболее часто травмировалось плечо (70%). Хотя полученные результаты следует интерпретировать с осторожностью вследствие методологических ограничений, очевидно, что травмы рабочей руки имеют существенное значение для метателей; из вышесказанного вытекает необходимость контроля травматизма и разработки методики его профилактики. Более детальное понимание физиологической адаптации к нагрузкам в метаниях и ошибок, ведущих к травмам и заболеваниям плеча, которое также необходимо для создания стратегии профилактики, требует расширенных проспективных исследований.

Натяжение троса молота при метании имеет существенное значение для дальности броска. Представлен метод, с помощью которого можно прямо измерить силу натяжения троса в реальном времени, и поскольку он не искажает технику, можно получить немедленный отклик для спортсмена и тренера во время тренировки. Датчик натяжения монтировали на кабелях трех молотов; с каждым из них мужчины-метатели выполняли по три броска. Данные с датчика принимались устройством сбора данных, закрепленным на поясице метателя. Движение также снималось тремя высокоскоростными камерами, и запись далее оцифровывалась вручную для определения положения головки молота. В работе использовались данные 5 лучших бросков. Сила, действующая на головку, рассчитывалась в соответствии со вторым законом Ньютона и сравнивалась с показаниями датчика. Качественно, характер изменения силы во времени был одинаков, однако результат измерений давал более точную картину колебаний кривой сила-время. Количественно, средняя разница между расчетными и приборными данными составила 76 Н, что при натяжении троса в 2000 Н дает относительную величину 3,8%.

Метание молота, один из традиционных видов легкоатлетических соревнований, в Китае начал развиваться сравнительно недавно. Китайский спортсмен Шизу Вон победил на открытом чемпионате Китая по метаниям в 2013 году, но его результат был существенно ниже мировых рекордов. Для

улучшения техники китайских метателей, четкого определения существенных факторов технического мастерства и подготовленности, получения теоретических знаний и формирования рекомендаций по тренировке мужчин в метаниях, китайские ученые записали в трехмерном формате выступления трех сильнейших китайских спортсменов (Шизу Вон, Дакай Ци, Сиван Цзян) на Открытом чемпионате 2013 года. Кинематические данные получены путем трехмерного анализа записей. Параметры отечественных спортсменов сравнивались с данными для иностранных метателей высокой квалификации. Показано, что по сравнению с иностранными чемпионами, у китайских спортсменов длительность фазы предварительного разворота больше, а скорость снаряда в этой фазе повышается медленнее; общее время вращения больше, время перехода от одноопорного положения к двухопорному распределяется нерационально. Кроме того, изменение углов в колене и наклона корпуса слишком мало. Скорость молота максимальна у Шизу Вона – 24,87 м/с, тогда как у всемирно известного спортсмена Седых она достигает 30,7 м/с; время выполнения упражнения также велико, что отрицательно влияет на результат.

В работе исследователей из Хорватии проанализировано движение системы спортсмен-молот в пространстве, включая особенности, влияющие на развитие скорости вращения. Характер траекторий головки молота и различных фрагментов тела спортсмена оценивали с точки зрения отдельных поворотов, одноопорной и двухопорной фаз, выпуска снаряда. Для каждого броска исследовали тангенциальные и нормальные компоненты ускорения, а также силы действующие в процессе движения. Определено, что на повышение скорости головки молота действуют следующие положительные факторы: 1) быстрая работа ног, причем ступни постоянно меняют положение так чтобы им ничего не мешало, и не задерживаются в статическом положении двойной опоры; 2) постепенное сокращение одноопорной фазы, так чтобы в течение двух последовательных оборотов ее длительность была такой же, как у двухопорной; 3) вращение корпуса по отношению к тазу, со смещением к

линии, соединяющей центр плечевого пояса с правым тазобедренным суставом; 4) поворот линии плеч перед линией молота; 5) вертикальный сдвиг тазобедренных суставов противоположно вертикальной оси смещения хвата и головки молота; 6) тупой угол (более  $110^\circ$ ) между осями плеч и осью молота, причем позиция входа располагается как можно выше, от 1,6 до 2,0 м в начале фазы выпуска.

Определялось воздействие кинематических параметров на успешность метания копья высококвалифицированными молодыми спортсменами на Чемпионате Европы среди юниоров в г. Нови Сад. Набор из 17 кинематических параметров применялся к расчету для 16 спортсменов; те же параметры регистрировались во время соревнований чемпионата. Критерии оценки: результат в метании копья. Изучали 113 успешных броска. Результаты корреляционного анализа для параметров выявили существование значимой корреляции между изучаемыми параметрами. На основе данных корреляционного анализа сделан вывод, что наиболее значимым параметром является скорость копья при выпуске, на втором месте – быстрая постановка передней ноги. Результаты ожидаемы и логичны; их можно использовать для кинезиологической практики, особенно в процессе изучения молодыми спортсменами техники метания, а также развития двигательных качеств, важных для успешного освоения данной дисциплины.

Время реакции имеет свою ценность, хотя и очень маленькую, но может дифференцировать общий результат выступления в спринте, где граница победы часто измеряется в тысячных долях секунды. Изучали время реакции для спортсменок, соревнующихся в спринте и барьерном беге на Олимпийских играх 2004 года в Афинах и определяли различия между видами и соревновательном уровне спортсменок. Из списка участниц были выбраны 250 спортсменок и разделены по видам и по тому, насколько они прогрессировали в процессе соревнований (квалификация, полуфиналы, финал). Результаты подтвердили предыдущие исследования о различии времени стартовой реакции в разных дисциплинах. Хотя статистически не было обнаружено

значительных различий между соревновательным уровнем в большинстве видов, определенные отличия проявились на дистанциях 100 м, 400 м и 100 метров с барьерами. На дистанциях 100 м и 400 м различия показали негативную динамику, в то время как 100 м с барьерами показали положительную динамику. Основываясь на этих данных, время реакции можно рассматривать как одно из возможных ограничений качества спортсменов. Результаты свидетельствуют о том, что по мере возрастания длины дистанции время реакции увеличивается. Однако статистически достоверных различий между барьерными дистанциями и гладким спринтом (100 м/100 м с барьерами и 400 м/400 м с барьерами) обнаружено не было. В Олимпийских играх принимали участие спортсмены высокой спортивной квалификации и можно было ожидать, что в большинстве видов спринта и барьерного бега будет заметна тенденция сокращения времени стартовой реакции по мере приближения к финальной части соревнований. Однако такая тенденция наблюдалась не всегда. Например, в беге на 100 и 400 метров не отмечено прогрессивного улучшения времени стартовой реакции, в то время как в барьерном беге на 100 метров спортсменки последовательно показывали лучшее время стартовой реакции по мере продвижения к финальной части соревнований.

Цель исследования хорватских ученых, второго в проекте, изучающего спринт и барьерный бег на Олимпийских играх 2004 года в Афинах, заключалась в том, чтобы определить различия во времени реакции между мужчинами и женщинами. Испытуемыми являлись участники Олимпийских игр 2004 года в Афинах 360 мужчин и 250 женщин. Статистический анализ показал, что среднее время стартовой реакции у мужчин меньше, чем у женщин. Лучшие показатели времени стартовой реакции были в коротких дистанциях спринта и барьерного бега как у мужчин, так и у женщин. При возрастании длины дистанции время стартовой реакции увеличивалось. Определено, что время стартовой реакции различно в разных дисциплинах спринта и бега с барьерами. У женщин статистически значимые различия

получены в дистанциях спринта и барьерного бега и аналогичных дисциплинах семиборья, у мужчин не определены различия в большинстве дисциплин спринта и барьерного бега, в том числе и в десятиборье. Можно предположить, что специализация в определенном виде не отражается на времени стартовой реакции. Стартовая реакция женщин в процессе соревнований соответствует определенной позитивной динамике; у мужчин такой динамики не выявлено. В исследовании показано, что время стартовой реакции у мужчин лучше в следующих трех видах: 100 метров, 110 метров с барьерами и 400 метров с барьерами. Изучение времени реакции в процессе протекания соревнований в отдельных видах спринта и барьерного бега показало различие в этом этапе исследований у мужчин и женщин. На коротких дистанциях (100 м, 100/110 метров с барьерами) время реакции у мужчин и женщин отличаются на первых кругах соревнований, а в длинном спринте и барьерах (400 метров, 400 м с барьерами) они отличаются в полуфиналах. В беге на 200 метров время стартовой реакции у мужчин и женщин не отличается во всех кругах соревнований. Результаты исследований также свидетельствуют, что у мужчин время стартовой реакции лучше на ранних кругах соревнований, в то время как финалисты, как мужчины, так и женщины существенно не отличаются друг от друга.

Комплексная группа изучала нейробиомеханику спринта с максимальным усилием. Наиболее широко распространенная техническая модель бегового шага состоит из трех фаз: энергичного отталкивания, маха и подъема. Однако, используя эту модель и делая упор на развитие силы, чтобы выполнить задачу по приложению большей силы к поверхности, многие тренеры пренебрегают нейро-физиологическими аспектами техники спринта и могут ограничить результат своих спортсменов во время фазы максимальной скорости на 100 метров, известной как ключ к успеху в этом виде. Более современная модель, изучаемая в «Системе обучения и сертификации тренеров ИААФ» и демонстрируемая самыми быстрыми спринтерами мира, обеспечивает лучшее понимание высокоскоростной механики бега и показания для создания и



сохранения большей максимальной скорости. В соответствии с мнением авторов, эту модель можно развивать с использованием шести контрольных точек или фокусов: положение тела, механики маха, переходной фазы, фазы подготовки к опоре, наземной фазы и движений рук. Используя видео съемку выступления на соревнованиях бывшего мирового рекордсмена Асафы Пауэлла (Ямайка) для подтверждения их мнения, авторы в подробностях обсуждают каждый аспект. Они также разъясняют, как качество любой фазы в циклическом движении бегового шага определяется за счет качества фазы, которая непосредственно ей предшествует. Сделан вывод, что сохранение традиционной модели ограничивает результативный потенциал спортсмена.

Ускорение массы тела в горизонтальном направлении требуют от спринтера развивать максимально ориентированное усилие при опоре в направлении вперед (GRF). В соответствии с теоретическими посылками это утверждение было исследовано американскими специалистами на группах спринтеров высокой квалификации. Авторы проводили анализ движений на специально разработанном тредбане, фиксируя параметры взаимодействия с опорой (общее усилие, горизонтальный и вертикальный компонент) в группах новичков, спринтеров национального и международного уровня. Было определено, что горизонтальная составляющая отталкивания и общее усилие хорошо коррелируют с конечным результатом в беге на 100 метров. Особенно заметно влияние горизонтального усилия, что позволяет применять большее количество специальных упражнений на развитие этого компонента отталкивания. Данное исследование было отмечено специальным призом Европейских инноваций 2012 года. Полученные результаты позволяют разрабатывать методику тренировки, в которой основное направление силовой подготовки должно быть ориентировано на совершенствование горизонтального компонента параметра силы. Авторы считают, что возможны два пути решения этой задачи: 1) совершенствовать силу разгибателей (особенно *gluteus* и *hamstrings*) в положениях соответствующих максимальному приложению силы на каждом шаге разбега и 2) укреплять мышцы стопы

передающих усилие на опору. Последующие исследования будут направлены на разработку программ, которые будут опираться на результаты данных исследований. Упражнения, представленные в данных программах, будут направлены не на развитие общей силы, а на совершенствование техники и силы, определяющих наиболее эффективное продвижение вперед.

Тренерский подход к технике и технической подготовке являются очень важными для успеха спортсмена, и все тренеры сталкиваются с этой проблемой независимо от уровня способностей спортсмена или его результата. Автор из Германии, который воспитал двух олимпийских чемпионов, а также целый ряд других прыгунов высокого класса, а в настоящее время является директором Всемирного центра по прыжкам в высоту ИААФ в Кельне, Германии, начинает с дискуссии о важности понимания технической модели этого вида. Затем он описывает основные элементы подхода, который он разработал во время работы со спортсменами, которые обычно достаточно талантливы, но, может быть, недостаточно развиты с точки зрения тренировки или техники. Сюда входят две стратегии для технического развития: а) проверка личного стиля спортсмена; способствует ли он результату или мешает освоению технических элементов и б) развитие технической модели спортсмена, основанной на оценке его/ее реактивной силы, которая является самым важным фактором, влияющим на отталкивание в прыжке в высоту. Затем он кратко описывает четыре элемента технической подготовки программы, которую он использует: а) развитие общих качеств б) развитие специфических качеств в) развитие специфических навыков и д) техническая тренировка.

Плиометрическая тренировка является важным элементом тренировочной программы спортсменов, специализирующихся в прыжках, в том числе и прыгунов в высоту. Этот метод используется в подготовке в течение более полувека, но как свидетельствует современная литература, до сих пор еще не в полной мере оценен тренерами. Более того, некоторые упражнения выполняются неправильно, что снижает эффект их применения, а иногда приводит к травмам, в этой связи некоторые тренеры попросту избегают

применять этот эффективный способ развития физических качеств. Представлен обзор современных взгляды на этот метод с целью ознакомления тренеров с его содержанием, а также возможно начать дискуссию по характеру использования плиометрии в спортивной практике. Существенное внимание придается вопросу применения плиометрических методов в подготовке прыгунов в высоту. Показано, что если используются плиометрические упражнения в комбинации с силовой подготовкой (легкие веса, которые можно использовать и при баллистической тренировке), значение силового потенциала может существенно возрасти. В некоторых исследованиях показано, что использование баллистической тренировки может улучшить уровень мощности даже у подготовленных спортсменов. С целью развития силового потенциала необходимо использовать различные методы, применяя различные подходы на разных ступенях развития спортивной карьеры. Приступая к плиометрической тренировке необходимо обратить серьезное внимание к риску получения травмы, поскольку при использовании этого метода нагрузка на мышечную систему чрезвычайно высокая. Подобно упражнениям с сопротивлением, плиометрические упражнения выполняются под постоянным контролем. При выполнении плиометрических упражнений интенсивность соответствует типу применяемого упражнения. Упражнения выполняются в соответствии с программой от простых до наиболее сложных. Начинать необходимо с простых подпрыгиваний, которые менее сложны, чем многоскоки. Прыжки на двух ногах менее интенсивны, чем прыжки на одной ноге. Объем нагрузки выражается в количестве отталкиваний. Например, тройной прыжок с места оценивается в три контакта с поверхностью. Восстановление весьма важный фактор успешности применения плиометрических упражнений с целью развития мощности или мышечной выносливости. При развитии мощности необходимо восстанавливаться в течение 45-60 сек между сериями или многоскоками. Соотношение работы к отдыху 1:5 или 1:10 должно соблюдаться при выполнении плиометрических упражнений и многоскоков. Так при выполнении упражнения длительностью 10 сек требуется

восстановление в 50-100 секунд. Возможно сочетание плиометрики с другими типами нагрузки.

Тренер сборной команды по прыжкам Польши выделяет принципы планирования непосредственной подготовки к соревнованию и приводит типичную нагрузку для элитных прыгунов в высоту на основании соответствующей литературы и своего личного опыта. Время, выбранное для специальной подготовки к основному соревнованию года, например, к чемпионату Европы, мира или Олимпийским играм, является ключевым элементом существующей теории тренировки и известно под названием непосредственной подготовки к соревнованию. Должная тренировка в этот период может иметь положительное влияние на выполненные результаты. Однако, неправильная, то есть, чрезмерная, тренировка может привести к разочаровывающим результатам. Поэтому очень важно для тренера планировать соответствующую тренировочную нагрузку и выбирать соответствующие упражнения и другие тренировочные средства на этот период. Более того, программа должна быть индивидуализирована под спортсмена и обусловлена требованиями расписания соревнований и той степенью, до которой был выполнен ежегодный план тренировки. Подготовка на заключительном этапе должна быть направлена на достижение наилучшего результата в сезоне. Однако чрезмерные нагрузки в этот момент могут привести к разочарованию. Для тренера очень важно правильно планировать применение силовых и специальных упражнений, с учетом индивидуальных особенностей каждого спортсмена.

Анализ техники выдающихся спортсменов позволяет подбирать возможные варианты для индивидуальных особенностей спортсмена, что способствует повышению спортивного результата. Особенности выполнения легкоатлетических упражнений позволяют тренерам и спортсменам разрабатывать собственную стратегию подготовки. Проведен анализ биомеханических параметров прыгунов в длину мужчин и женщин в финалах Чемпионата мира в закрытых помещениях 2008 года в Валенсии. В

исследованиях принимали участие специалисты Университета Валенсии (департамент физической культуры и спорта), Института биомеханики Политехнического Университета Валенсии и Университета Гранада (департамент физической культуры и спорта). В анализе использовался метод 3D фотограммометрии. Результаты показывают, что спортсмены демонстрируют индивидуальные модели выполнения прыжка. Представлены результаты анализа техники сильнейших прыгунов мира проанализированы их временные и кинематические параметры. Отмечены индивидуальные различия в технике выполнения отталкивания, как у мужчин, так и женщин. Представленные модели выполнения отталкивания позволяют выявить различия между сильнейшими спортсменами мира и определенным спортсменом, стремящимся повысить свои достижения. Представленная информация поможет спортсменам и тренерам лучше понять биомеханические особенности прыжка в длину.

Виды прыжков делятся на горизонтальные (в длину, тройной) и вертикальные (прыжок в высоту и с шестом). В горизонтальных видах спортсмен выполняет три попытки, и девяти спортсменам с лучшими засчитанными результатами разрешаются три дополнительные попытки. Вертикальные прыжки «открыты», спортсмен может заявить любую высоту, и может пытаться повышать ее далее, до неудачи. Анализ результатов Олимпийских игр и чемпионатов мира (архив IAAF, [www.iaaf.org](http://www.iaaf.org)) показал, что прыгуны в высоту и с шестом в среднем выполняют  $9 \pm 2$  и  $8 \pm 1$  попыток, соответственно. Однако неизвестно, всегда ли адекватна длительность отдыха между попытками. Цель работы ученых Афинского университета - определить интервал между попытками на официальных соревнованиях в четырех прыжковых видах (длина, тройной, в высоту, с шестом). Данные собирались в ходе трех последовательных мероприятий в помещении (одно из них – чемпионат Греции). Всего в соревнованиях участвовали 63 мужчины и 61 женщина (горизонтальные виды) и 54 мужчины и 52 женщины (вертикальные виды). Для каждого спортсмена два наблюдателя регистрировали время с

окончания каждой попытки до начала следующей. Для прыжка в длину и тройного, длительность отдыха между первыми тремя попытками составила  $10.0 \pm 0.2$  мин, а между 3 и 4 прыжком возросла до  $12.5 \pm 0.5$  мин. Это вызвано изменением порядка выступлений спортсменов после третьей попытки, поскольку продолжали соревноваться только 8 человек. Перерыв между последними двумя попытками укоротился до  $6.85 \pm 0.2$  мин. Для прыжков в высоту и с шестом, между первыми двумя попытками проходило  $6.8 \pm 0.5$  мин, а далее интервал постепенно снижался ( $4.0 \pm 0.4$  к 6 попытке). Далее интервал лишь слегка снижался, в зависимости от количества оставшихся участников. Основной вывод настоящего исследования: в горизонтальных прыжках период между попытками существенно меньше, чем в вертикальных. Таким образом, в вертикальных прыжках у спортсменов есть примерно на 40% меньше времени для восстановления между попытками, пока возможно постепенно повышать заявляемую высоту. Это означает, что некоторые спортсмены могут быть метаболически не готовы выполнять максимально высокий прыжок ближе к концу соревнований. Данные исследования могут быть полезны для формирования специализированной программы тренировок с имитацией соревновательной деятельности, особенно в отношении прыгунов в высоту, а также определения соревновательной тактики.

В прыжках в высоту стоя существенное преимущество может быть достигнуто словесным внушением спортсмену, которое провоцирует внешнее сосредоточение, по сравнению с методиками внутреннего сосредоточения, в отношении развития сил отталкивания. Оценивали максимальную силу и результат прыжка при использовании внутренней и внешней фокусировки внимания. Испытуемых помещали в среду, имитирующую соревнования, и им давались словесные инструкции сосредоточиться на внешних или внутренних факторах. Все испытуемые выполняли по 5 прыжков в длину с места. Показано, что у тех, кому рекомендовали внешнее сосредоточение, прыгнули в среднем дальше ( $153.6 \pm 38.6$  см), чем те, кому советовали внутреннее сосредоточение ( $139.5 \pm 46.7$  см). В значениях максимальной силы существенного различия не

обнаружено ( $1429.8 \pm 289.1$  N и  $1453.7 \pm 299.7$  N, соответственно). Результаты еще раз подтверждают имеющийся массив доказательств в пользу фокусировки внимания на внешних факторах. Рекомендуется разработать стандартный набор инструкций, с рекомендацией сосредоточения на внешнем, чтобы добиться максимального результата в прыжках в длину.

Для улучшения ускорения в атлетике применяется множество протоколов силовой тренировки (например, спринт, упражнения с отягощениями, плиометрика, спринт с отягощением). Влияние этих протоколов на результативность ускорения и компоненты техники спринта описано не очень подробно. Исследовались 4 распространенных протокола, указанные выше, и их влияние на кинематику ускорения, мощность и силу у легкоатлетов. 35 мужчин разделены на 4 группы ( $n = 9$ ;  $n = 8$ ;  $n = 9$ ;  $n = 9$ ) в соответствии со скоростью на 10 м. Тренировка включала 2 сессии в неделю по 60 минут. После ее окончания парный t-тест обнаружил существенные ( $p < 0.05$ ) внутригрупповые различия. Во всех группах скорость на 5 и 10 м возросла на 9-10%. В группах тренировки с отягощениями и плиометрики прирост составил 10%. Длина шага у всех испытуемых для всех дистанций возросла. В группе спринта время безопорной фазы 0-5 м и частота шагов снизились для всех интервалов, а время контакта на 0-5 и 0-10 м увеличилось. Адаптация по силе и мощности чувствительна к протоколу. В группе спринта повысилась горизонтальная мощность по данным 5-прыжкового теста. В группах спринта, спринта с отягощениями и плиометрики улучшился индекс реактивной силы по данным прыжка с 40 см, что свидетельствует об улучшении способности мышц к сокращению-растяжению при выходе из приземления. В группе тренировки с отягощениями увеличилась абсолютная и относительная сила (по приседаниям на 3 раза – примерно 15%). Длина шага является основным лимитирующим показателем в спринте для всех обследованных спортсменов. Каждый протокол при правильном использовании может улучшить способности развивать ускорение. Для удлинения шага и лучшего ускорения, спортсмены-легкоатлеты должны развивать специфические горизонтальную и реактивную силы.

Проведена оценка координации мышц при выполнении специфических спринтерских упражнений с максимальной скоростью. Определение электромиографической активности каждой мышечной группы по отношению к субмаксимальной работе на велоэргометре (150 Вт и менее). Проверялась гипотеза о том, что в ходе спринта активность всех мышечных групп достигает максимума. 15 хорошо тренированных спортсменов выполняли субмаксимальные и спринтерские задания на велоэргометре, серию произвольных сокращений мышц в изокинетическом и изометрическом режиме для трех суставов нижних конечностей. Постоянно измерялись момент сокращения и поверхностная электромиографическая активность для 11 мышц нижней конечности. Показано, что спринт вызывает очень существенное повышение электромиографической активности сгибателей бедра (в 7-9 раз), сгибателей колена и разгибателей бедра (5-7 раз), в то время как сгибатели стопы и разгибатели колена активируются в меньшей степени (повышение в 2-3 раза). При спринте электромиографическая активность не достигает максимума в мышцах голени, *tibialis anterior*, *tensor fasciae latae*, и *gluteus maximus* (<70% - 80% от пиковой активности при произвольном сокращении,  $P < 0.05$  -  $P < 0.001$ ). Индивидуальный характер электромиографии демонстрирует раннее начало и/или позднее окончание активации для большинства мышц ( $P < 0.01$  to  $P < 0.001$ ). Четко продемонстрировано изменение относительного вклада различных мышц в выработку мощности при субмаксимальной и максимальной спринтерской работе; представлены доказательства того, что электромиографическая активность не постоянно максимальна в ходе выполнения циклической работы максимального характера. Удлинение периода активности мышц при спринте представляет интересные возможности для улучшения координации мышечных групп с целью повышения результативности работы.

Определялась валидность индекса утомления для определения работоспособности по данным теста с повторным спринтом. Обсуждаются различные методы определения утомления; объясняются причины



значительного разброса получаемых данных. Показано, что методики, основанные на обнаружении начала утомления по малому падению результата, всегда дают практические неприменимые выводы. Следовательно, использование индекса утомляемости, рассчитываемого по падению результата, или % этого падения как меры работоспособности в спринте имеет сомнительную ценность.

В специальных исследованиях показано, что статическая растяжка может снизить пиковый выброс силы в цикле сокращение-растяжение, в то время как динамическая растяжка в тех же видах деятельности способна повысить результативность. Исследователи пытались выяснить, может ли отрицательный эффект статической растяжки нейтрализовать положительный эффект динамической. Спортсмены-легкоатлеты национального уровня, 11 мужчин и 11 женщин, выполняли динамическую растяжку, а затем – статическую или отдыхали. После завершения разминки испытуемые выполняли по 3 40-метровых спринта для оценки влияния статической разминки на результат. Регистрировалось время на отметке 0,20 и 40 м. Тесты проводили в течение 2 дней с периодом между ними 1 неделя. Для нейтрализации возможного влияния последовательности, ее меняли в случайном порядке. Если статическую растяжку заменяли отдыхом, спортсмены проходили дистанцию существенно быстрее – время на 20 м составило 2,38 с против 2,41 с,  $P < 0.05$ , а на 40 м -  $5.6 \pm 0.4$  с против  $5.7 \pm 0.4$  с. Таким образом, статическая растяжка после динамической действительно снижает результат в спринте.

Ученые из Франции обернули концепцию эффективности приложения силы в механике педалирования для расчета соотношения сил в спринте, и проверили следующую гипотезу: результативность в спринтерском беге зависит от технической возможности генерировать суммарно положительную горизонтальную силу. Эта способность определяет, насколько эффективно общая сила нижних конечностей прилагается к поверхности, несмотря на возрастание скорости в фазе ускорения. 12 спортсменов (в том числе 2 спринтера) выполняли 8-секундный спринт на валидированном тредбане и 100-

м спринт на беговой дорожке. В фазе ускорения определяли среднюю горизонтальную, суммарную вертикальную и полную силу реакции опоры для каждого шага, из которых рассчитывали соотношение сил (горизонтальная/реакции опоры) и индекс приложения силы (наклон прямой сила реакции-скорость от начала и до достижения максимальной скорости). Проверялись корреляции между указанными механическими переменными и параметрами результативности в спринте, измеренными радаром: средняя и максимальная скорости на 100 м, дистанция проходимая за 4 секунды. Подучена существенная корреляция ( $r > 0.731$ ;  $P < 0.01$ ) между индексом приложения силы и результатами на 100 м (средняя и максимальная скорости на 100 м, дистанция проходимая за 4 секунды). Кроме того, горизонтальная сила существенно ( $P < 0.05$ ) коррелирует с результатом на 100 м, но реакции опоры и вертикальная сила не коррелируют. Техника приложения силы является определяющим фактором результативности в спринте на 100 м по беговой дорожке, однако общая сила, прилагаемая к опоре, таковым не является. Видимо, направление общей силы, прилагаемой к опоре при ускорении, более важно для результата, чем ее общая величина.

Не существует единого мнения насчет идеального сочетания факторов, необходимого для оптимизации постактивационного усиления после тренировочного процесса. Проведен мета-анализ с целью оценки влияния тренировочного режима, объема нагрузок, длительности отдыха, типа нагрузок, пола на усиление мощности в постактивационном периоде. Получен всего 141 размер эффекта для мощности мышц из 32 первичных исследований, которые соответствовали критерию изучения воздействия напряженной предварительной подготовки с рандомизированным контингентом людей. Средний эффект для мощности составил 0,38 после подготовительной деятельности ( $p < 0.05$ ). Обнаружены существенные различия между эффектами при умеренной интенсивности (60–84%) - 1.06 и высокой интенсивности (>85%) - 0.31 ( $p < 0.05$ ). В общем, также имеются существенные различия между тренировкой на 1 подход - 0.24 и на несколько подходов - 0.66

( $p < 0.05$ ). Отдых 7-10 минут после подготовки дает больший размер эффекта (0.7), чем период 3-7 минут (0.54), а также более 10 минут (0.02; все  $p < 0.05$ ). Существенны различия между нетренированными людьми (0.14) и спортсменами (0.81), а также между тренированными (0,29) и спортсменами. Основной вывод исследования: тренировка повышает мощность, однако ее влияние возрастает с увеличением опыта тренировок, и существенно не зависит от пола. Более того, усиление эффекта значительнее при использовании нескольких подходов, умеренной интенсивности и средних периодов отдыха (7-10 минут).

Использование шага назад для старта вперед может увеличивать силу и мощность отталкивания, а также улучшать результат в спринте. Однако непонятно, обусловлено ли такое парадоксальное влияние воздействием на кинетику шага вперед. Двадцать семь мужчин-спортсменов выполняли максимальный спринт на 5 метров из стандартного положения стоя и использовали в начале движения шаг вперед (параллельная стойка или вразножку) и шаг назад (ложный). Каждый старт начинался по звуковому сигналу, который также запускал таймер. Выполнялось по 3 попытки, в которых регистрировали время начала, прохождения 2,5 и 5 м. Силовой датчик на нулевой отметке регистрировал кинетические и временные характеристики первого шага. При параллельной стойке время на 2,5 и 5 м было больше ( $p < 0.05$ ). В нормализованных максимальных силах (вертикальной и горизонтальной) и вертикальном импульсе различий между стартами не найдено, однако средняя вертикальная сила была на 11% и 12% выше для ложного старта и вразножки, соответственно. Удивительно, что импульс при параллельном старте был существенно выше, чем при ложном (24%) и вразножку (22%), что следует из большего времени контакта с опорой. Время контакта с опорой, время достижения максимальной силы и время от достижения максимальной силы до отрыва стопы (вертикальные и горизонтальные) были существенно больше при параллельном старте. Эти временные переменные также лучше коррелировали с результатом в спринте,

чем любые кинетические параметры ( $0.42 < r < 0.75$ ). Видимо, ложный старт имеет преимущество на малых дистанциях за счет улучшения отталкивания и временных характеристик первого шага.

Проведен мета-анализ исследований с целью создать четкую картину того, насколько можно улучшить результаты в спринте с помощью постоянной плиометрической тренировки, а также выявить факторы, влияющие на ее эффективность. В анализ включались исследования с использованием плиометрики, отвечающие критерию наличия необходимых данных для расчета размера эффекта. Всего рассмотрено 26 работ, рассчитано 56 размеров эффекта. Анализ показал, что стратегии, которые видимым образом существенно (при  $p < 0.05$ ) повышают результативность, включают в себя: длительность тренировок менее 10 недель; минимум 15 тренировочных сессий; высокоинтенсивную программу с количеством комбинированных прыжков за тренировку более 80. Для получения максимального воздействия, рекомендуется сочетать разные типы плиометрики, использовать методы с большей долей горизонтальных ускорений (например, специфические для спринта плиометрические упражнения, прыжки с горизонтальным смещением), а не какой-то один тип тренировочных нагрузок ( $p < 0.05$ ). Показано, что выполнение плиометрических упражнений с отягощениями не дает дополнительных преимуществ. Параметры нагрузок, выявленные в данной работе, следует учитывать тренерам и спортсменам при выборе наилучшей стратегии использования плиометрики в тренировочном процессе.