

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт физической культуры, спорта и туризма
Кафедра медико-биологических основ физической культуры
и оздоровительных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ В.И. Колмаков

« ____ » _____ 20 ____ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

49.03.01 Физическая культура

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЛЕГКОАТЛЕТОВ-
СПРИНТЕРОВ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
РОБОТИЗИРОВАННОГО ТРЕНАЖЕРА
CON-TREX**

Научный
руководитель _____ доцент, канд. пед. наук А.И. Картавцева

Выпускник _____ А.Р. Шарипова

Нормоконтролер _____ О.В. Соломатова

Красноярск 2022

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа по теме «Использование роботизированного тренажера CON-TREX в тренировочном процессе легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства» содержит 52 страницы, 5 иллюстраций, 15 таблиц, 50 использованных источника.

ЛЕГКАЯ АТЛЕТИКА, СПРИНТ, ЭТАП СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОРТИВНОГО МАСТЕРСТВА, РОБОТИЗИРОВАННЫЙ ТРЕНАЖЕР CON-TREX С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ.

Актуальность. Использование роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX позволит выявить влияние на силовую подготовку российских спринтеров и повысит знания тренеров и спортсменов в области безопасного и эффективного тренировочного процесса.

Цель исследования: определение влияния роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX на совершенствование силовых качеств в тренировочном процессе легкоатлетов-спринтеров.

Объект исследования: тренировочный процесс легкоатлетов-спринтеров на этапе спортивного совершенствования.

Предмет исследования: силовые способности легкоатлетов-спринтеров на этапе спортивного совершенствования.

В ходе исследовательской работы была проанализирована научно-методическая литература по данной теме и сделан вывод о важности силовых способностей в спринтерском беге, а также возможности использования тренажера в тренировочном процессе. Был разработан и внедрен в тренировочный процесс на этапе спортивного совершенствования алгоритм упражнений с использованием роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX. Экспериментальным путем доказана эффективность разработанного алгоритма упражнений с использованием роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX в ходе тренировочного процесса легкоатлетов-спринтеров.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Анализ литературных источников по теме исследования.....	7
1.1 Силовая подготовка легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства	7
1.2 Традиционные средства и методы силовой подготовки легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства.....	10
1.3 Характеристика роботизированного тренажера CON-TREX с биологической обратной связью (модуль MJ – мультисуставный).....	14
1.4 Преимущества использования роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX в тренировочном процессе легкоатлетов-спринтеров на этапе высшего спортивного мастерства.....	17
1.5 Описательная характеристика рабочих режимов CON-TREX – изокINETический баллистический и СРМ	21
2 Организация и методы исследования	23
2.1 Организация исследования	23
2.2 Методы исследования.....	24
3 Результаты исследования и их обсуждение	29
3.1 Анализ медицинских карт, медицинский осмотр и наблюдение врача-травматолога.....	29
3.2 Проведение входного тестирования легкоатлетов-спринтеров с помощью роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX	30
3.3 Анализ и оценка результатов педагогического эксперимента.....	33
Заключение	44
Список использованных источников	48

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Спринт – это бег на короткие дистанции на предельных скоростях. У такого бега ярко выражена силовая направленность в процессе работы тела, в биохимических и физиологических процессах, которые происходят в организме бегуна: во время спринта мобилизуются мышцы всего тела спортсмена, активизируется работа связок, сердечной и дыхательной систем. Спринтерский бег требует идеальной подготовки во всём – в технике, в силе, в выносливости – строгой координации движения, виртуозного владения своим телом и быстрой ориентации в пространстве. Поэтому спринтерский бег – это разносторонняя и долгая спортивная подготовка. Спринтерский бег, в отличие от стайерского, активизирует анаэробные процессы в организме. Это требует большого акцента на силовую работу во время тренировки и большой доли специальных и имитирующих тренировок.

В настоящий момент в России уровень подготовки спринтеров ниже, чем в других странах, что говорит о недостаточных знаниях, средствах и методах построения тренировочного процесса российских легкоатлетов. Данное мнение основано на факте отсутствия российских спринтеров на Олимпийских играх. Например, для отбора на Олимпийские игры в 2020-2021 году использовались отборочные нормативы. В беге на 100 метров норматив у мужчин составлял 10.05 секунд, в то время как на чемпионате России в беге на 100 метров победил спортсмен с результатом 10.27 секунд. Аналогичная ситуация наблюдается у женщин. Отборочный норматив для попадания на Олимпийские игры в Токио в беге на 100 метров среди женщин – 11.15 секунд. На чемпионате России в той же дисциплине победила спортсменка с результатом 11.35 секунд.

Чтобы приблизиться к отборочным нормативам на различные зарубежные старты по легкой атлетике и результатам зарубежных спринтеров, мы предлагаем использовать в тренировочном процессе российских спринтеров

умную технику, которая позволит спортсменам контролировать свои движения, развивать максимальные усилия и даст возможность тренироваться без риска получения различной травмы. Использование роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX позволит выявить влияние на силовую подготовку российских спринтеров и повысит знания тренеров и спортсменов в области безопасного и эффективного тренировочного процесса.

Объект исследования – тренировочный процесс легкоатлеток-спринтеров на этапе спортивного совершенствования.

Предмет исследования – силовые способности легкоатлеток-спринтеров на этапе спортивного совершенствования.

Цель исследования – определение влияния роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX на совершенствование силовых качеств в тренировочном процессе легкоатлеток-спринтеров.

Задачи исследования:

1. Проанализировать научно-методическую литературу по данной теме.
2. Разработать и внедрить в тренировочный процесс легкоатлеток-спринтеров алгоритм упражнений с использованием роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX.
3. Проверить и обосновать эффективность разработанного алгоритма упражнений с использованием роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX.

Методы исследования:

1. Анализ и обобщение данных научно-методической литературы по данной теме.
2. Анализ медицинских карт, медицинский осмотр и наблюдение врача-травматолога.
3. Педагогическое тестирование.
4. Педагогический эксперимент.
5. Методы математической статистики.

Структура данной бакалаврской работы состоит из введения, содержания, выводов, списка использованных источников.

1 Анализ литературных источников по теме исследования

1.1 Силовая подготовка легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства

Спринт – это область легкой атлетики, которая охватывает все виды бега по прямой, бега с препятствиями и эстафет на дистанции до 400 м [6].

Силовая подготовка - важный компонент для спортсмена, который специализируется в беге на короткие дистанции. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что она играет важнейшую роль в течение различных периодов годичного макроцикла для подготовки спортсменов на этапе спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства [12].

Известные советские специалисты по спринту, такие как Коробов Г., Филин В., Кузнецов С. и другие считают, что главной преградой улучшения прироста его результатов является недостаточный уровень развития силы. Об этом свидетельствует то, что хорошая физическая подготовка, в частности силовая, будет способствовать спортсмену удерживать правильную технику бега.

В легкой атлетике спринт занимает особое положение в связи с тем, что определяет результаты многих других дисциплин, например, в горизонтальных прыжках — прыжках в длину и тройных прыжках, или в барьерном беге [40]. По этой причине спринт можно в большой мере считать основной дисциплиной легкой атлетики. Спринт, или скоростной бег, имеет определяющее значение при достижении высоких результатов не только в других легкоатлетических дисциплинах, но и во многих других видах спорта.

Каждое отдельное отталкивание в спринте связано с приложением определенного количества силы, особенно быстрой силы [40]. Однако важную роль быстрая сила и определяющая ее максимальная сила играют только в момент старта и во время первой фазы ускорения, когда приходится преодолевать значительное сопротивление, чтобы перейти от состояния покоя к ускорению. При увеличении скорости бега, поскольку опорная фаза

укорачивается, силовые возможности начинают очень быстро ослабевать, определяющими становятся координация и техника, или скоростные способности, определяемые характеристиками ЦНС. Однако в фазах развития высокой и максимальной скорости силовые качества еще необходимы для выполнения толканий и рывков, а также для преодоления тормозной силы в первой опорной фазе (амортизации приземления).

Во всех видах спринтерского бега задача улучшения силовых показателей связана с необходимостью развития ускорения тела при максимальной скорости в быстром цикле растяжения-укорочения и затем поддержания этой скорости [47]. Высокий потенциал силы подразумевает большую длину шага и благодаря этому большую скорость при неизменной частоте шагов, обусловленной в значительной степени генетическим фактором. Для спринтера важно, кроме того, в заданное время успеть реализовать максимальный силовой импульс [34]. В течение одного года тренировки в легкоатлетических видах спринта на базе основных силовых показателей всех мышц должен быть достигнут высокий уровень максимальной силы, а также и взрывной силы (как формы быстрой силы). После этого задачей является развитие реактивной силы и уже затем — специальной спринтерской силы (особый вид быстрой силы или в длинном спринте также скоростно-силовая выносливость).

Повышение силы мышц в первую очередь обусловлено улучшением внутримышечной координации, увеличением числа высоко пороговых двигательных единиц, вовлекаемых в напряжение, повышением частоты импульсации мотонейронов и её синхронизацией во времени [48]. Развитие быстрой или взрывной силы является необходимым компонентом для развития силы.

Взрывная сила определяет, например, высоту прыжка вверх с прямыми ногами или прыжка в длину с места, максимально возможную скорость бега на коротких отрезках [2]. В качестве показателей взрывной силы используются градиенты силы, т.е. скорость ее нарастания. Скорость нарастания силы определяется отношением максимально проявляемой силы к времени ее

достижения или временем достижения какого-нибудь выбранного уровня мышечной силы (абсолютный градиент) либо половины максимальной силы, либо какой-нибудь другой ее части (относительный градиент силы) [3]. Показатели взрывной силы мало зависят от максимальной произвольной изометрической силы. Поэтому изометрические упражнения, увеличивая статическую силу, незначительно изменяют взрывную силу, которая определяется по показателям градиента силы или по показателям прыгучести. Следовательно, физиологические механизмы, ответственные за взрывную силу, отличаются от механизмов, определяющих статическую силу. Важную роль в проявлении взрывной силы играет характер импульсации мотонейронов активных мышц – частота их импульсации в начале разряда и синхронизации импульсации разных мотонейронов. Чем выше начальная частота импульсации мотонейронов, тем быстрее нарастает мышечная сила.

Скоростные сократительные свойства мышц играют большую роль в проявлении взрывной силы [5]. Они зависят от соотношения быстрых и медленных волокон. У высококвалифицированных представителей спринтерского бега основную массу мышечных волокон составляют быстрые волокна. Во время тренировки эти волокна поддаются значительной гипертрофии (увеличению), чем медленные [4]. Поэтому у спринтеров быстрые волокна составляют основную массу мышц по сравнению с представителями других видов легкой атлетики, например бегунов на длинные дистанции, где преимущественно требуется проявление выносливости. По Ю.В.Верхошанскому взрывная сила характеризуется двумя компонентами: стартовой силой и ускоряющей силой. Стартовая сила характеризуется способностью мышц к быстрому развитию рабочего усилия в начальный момент их напряжения [4]. Способность мышц к быстрой наращиванию рабочего усилия в условиях их начавшегося сокращения относится к ускоряющей силе. Выделяют еще амортизационную силу, которая является способностью быстрее закончить движение при его осуществлении с максимальной скоростью (например, остановку после ускорения).

В данной главе была дана характеристика силовой подготовки легкоатлетов-спринтеров. Были рассмотрены основные понятия и особенности силовых способностей. Умение грамотно применять силовые упражнения с целью приблизить режим работы мышц в тренировке спринтера к функциональным параметрам моторики соревновательной деятельности позволит повысить силовые способности спортсмена и достичь наивысших спортивных результатов.

1.2 Традиционные средства и методы силовой подготовки легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства

Можно выделить следующие особенности силовой тренировки в спринте: общеразвивающая силовая тренировка, прыжки (малые, вертикальные, горизонтальные), тренировка максимальной силы, специальная скоростно-силовая тренировка.

Общеразвивающая силовая тренировка, или атлетическая тренировка, включает все вышеописанные базовые упражнения на развитие силы мышц туловища и живота, а также расширенные варианты их выполнения[4]. Также сюда относятся упражнения на укрепление мышц рук, ног, плеч и стоп, которые вместе с предыдущими составляют базовую силовую тренировку всего туловища. Хорошо себя зарекомендовавшие формы организации общеразвивающей силовой тренировки — это круговая форма и тренировочные блоки [8]. Отдельные блоки состоят из упражнений на укрепление всех мышц туловища и таза, а также всех групп мышц, играющих особую роль в спринте (мышцы ягодиц, бедер, коленей, мышцы-разгибатели, икроножные и мышцы голеностопного сустава), включая также упражнения на мышцы рук и плечевого пояса. В зависимости от общей физической подготовленности и возраста общеразвивающая силовая тренировка представляет собой длительный процесс, включающий комплексную тренировку мышц на тренажерах и с использованием спортивных снарядов, а также и тренировки с

отягощениями, включающие, например, такие упражнения со штангой, как подъем на грудь, рывок и приседания.

При общеразвивающей тренировке важно следить за тем, чтобы силовая тренировка не приняла какой-либо специфический характер, например силовой тренировки по спринту, и в первую очередь служила общему укреплению мышц, поддерживающих позу, и мышц, выполняющих движение [34]. Особое значение имеют мышцы туловища, тазобедренных суставов, плечевого пояса и стопы, т. к. в этих областях часто наблюдаются недостатки в развитии поддерживающих мышц и мышц стопы, которые на более поздних этапах тренировки нередко оказывают отрицательное влияние на спортивную работоспособность.

В тренировке спринтера, как правило, на всех стадиях используются прыжки различного вида. Поэтому прыжки подразделяются на несколько групп. В работе Killing (2008) изложена классификация прыжков в составе силовой тренировки. К ним относят прыжки с места, прыжки на мягком, пружинящем или поднимающемся вверх покрытии, запрыгивание на ступеньку, мелкие прыжки, прыжки с незначительной исходной скоростью, спрыгивание и запрыгивание вверх, прыжки на одной ноге после быстрого разбега. Также к силовой тренировке спринтера хорошо зарекомендовали себя прыжки на двух ногах с участием голеностопных суставов (прыжки со скакалкой), прыжки с выпадами, прыжки через препятствия [41]. Прыжки выполняются сериями, объем которых зависит от уровня подготовленности и тренировочной стадии. Общее количество может достигать при этом 600-800 прыжков в течение тренировки, если они выполняются в виде отдельного занятия. Они могут также использоваться в сочетании с другими упражнениями, если при этом их количество не превышает 60-120 (но не после специализированной спринтерской тренировки). Выполнение прыжков с целью развития скорости/ ускорения должно предусматривать перерывы достаточной продолжительности (1-2 мин после каждых 10 прыжков, 3-5 мин после каждых 30 прыжков).

Тренировка максимальной силы включает только специальные упражнения с весами или упражнения с использованием соответствующих снарядов или тренажеров прежде всего для укрепления мышц нижних конечностей [8]. Если в ходе соответствующих тренировок в течение длительного времени предпочтение отдавалось упражнениям на тренажерах, то при достижении уровня высшего спортивного мастерства происходит возврат к тренировке со свободными отягощениями в связи с более высокими координационными требованиями. При этом, однако, подразумевается, что в достаточной степени развиты мышцы туловища и таза.

Тренировка быстрой силы в спринте происходит при выполнении реактивных приседаний, прыжков с легкой или средней весовой нагрузкой, специальных прыжков незначительной дальности, прыжков через препятствия, спрыгиваний, а также включает специальную форму бега с тяговым устройством [12].

Разнообразие применяемых упражнений достигается использованием различных методов (повторный, динамический, ударный, максимальных усилий) и режимов их выполнения. В настоящее время используются также новые, нетрадиционные средства, но уже получившие признание специалистов (упражнения на различных тренажерных устройствах, электрическая и механическая стимуляция мышц).

Повторный метод характеризуется многократным выполнением упражнения через интервалы отдыха, в течение которых происходит достаточно полное восстановление работоспособности [20]. Применение этого метода обеспечивает тренирующее воздействие на организм не только во время выполнения упражнения, а также благодаря суммации утомления организма человека от каждого повторения задания [34]. Упражнения выполняются сериями. Число повторений упражнений в каждой серии невелико и ограничивается способностью занимающихся поддерживать заданную интенсивность (скорость передвижения, темп движений, величину внешнего сопротивления и др.) [19]. Интервалы отдыха зависят от длительности и

интенсивности нагрузки. Тем не менее они устанавливаются с таким расчетом, чтобы обеспечить восстановление работоспособности к очередному повторению упражнения.

Метод динамических усилий предполагает использование прыжков и прыжковых упражнений без отягощения и с отягощением, упражнений с набивными мячами, упражнений со штангой, гириями и гантелями [23]. Сущность данного метода заключается в повторе непредельных отягощений с максимально возможной скоростью или темпом. В зависимости от соотношения силовых и скоростных способностей, определяющих целевой результат в скоростно-силовых движениях, устанавливается величина применяемого отягощения.

Упражнения так называемого «ударного» типа предназначены для воздействия на реактивные свойства двигательного аппарата [24]. Отличительная черта этих упражнений — стимулирование мощности преодолевающих усилий с помощью инерционных сил, которые создаются в предшествующих фазах действия и вынуждают мышцы функционировать вначале в уступающем режиме, как, например, при выпрыгивании вверх после прыжка в глубину с внешним отягощением или при рывковом поднимании груза на блочных устройствах [31]. В амортизационной фазе таких упражнений энергия перемещаемой массы как бы передается мышцам, стимулируя быстроту и мощность преодолевающего усилия. Упражнения ударного типа предъявляют чрезвычайно высокие требования к механической прочности опорно-двигательного аппарата. Их применению должны предшествовать общая силовая подготовка и специально-подготовительные упражнения, избирательно направленные на укрепление соответствующих мышечных групп.

Метод максимальных усилий предусматривает выполнение упражнений, связанных с необходимостью преодоления максимального сопротивления (например, поднятие штанги предельного веса) [8]. Этот метод обеспечивает развитие способности к концентрации нервно-мышечных усилий, дает больший, по сравнению с другими методами, эффект в развитии абсолютной

силы. Он способствует приросту силы без значительного увеличения мышечной массы. Поднимание предельного и околопредельного веса совершенствует мобилизационные способности организма спортсмена и приводит к повышению его специальной работоспособности, выражающейся в умении развивать кратковременные концентрированные усилия большой мощности [27].

Для разработки методики специальной силовой подготовки важно учитывать, что тренирующий эффект возникает в результате систематического повторения комплекса средств, содержащееся в нем суммарное специфическое воздействие на организм спортсмена понимается как тренировочная нагрузка [25]. Существенными характеристиками тренировочной нагрузки являются: ее результат (качество и количество достигнутого уровня специальной работоспособности спортсмена), состав или содержание (комплекс применяемых средств), структура (соотношение средств во времени и между собой), объем (мера количественной оценки тренировочной работы) и интенсивность (мера напряженности тренировочной работы). Состав и структуру, объем и интенсивность следует рассматривать в качестве основных параметров управления тренировочной нагрузкой, результирующий эффект как целевую функцию управления, а отношение объема нагрузки к достигнутому тренировочному эффекту как критерий эффективности управления тренировочным процессом. Отсюда вытекает основная задача управления тренировочной нагрузкой, которая заключается в достижении высокого тренировочного эффекта за счет рациональной организации состава и структуры нагрузки при ее оптимальном объеме и интенсивности.

1.3 Характеристика роботизированного тренажера CON-TREX с биологической обратной связью (модуль MJ – мультисуставный)

В качестве аппаратных компонентов в организме человека есть пассивная и активная части опорно-двигательного аппарата. Пассивная часть опорно-двигательного аппарата состоит из костного скелета, соединенного суставами,

включая хрящи, связки и сухожилия. Активная часть опорно-двигательного аппарата строится из скелетной мускулатуры, преобразующей накопленную химическую энергию в механическое напряжение и работу [50]. Мышцы — это мотор для движения человека. Он создает напряжение, которое передается скелету через сухожилия. Для функции движения необходимо поступление энергии в мускулатуру.

Чтобы дать начало движению, требуется соответствующее «программное обеспечение» в качестве управляющего и контролирующего компонента системы. Наряду с функциональными процессами, которые обеспечивают оптимальное поступление энергии, эти процессы управления и контроля за выполняемыми движениями играют важнейшую роль в движении человека [50]. Они координируют, контролируют и корректируют процесс произвольных движений и, таким образом, определяют качество и количество выполняемых движений. Центральная нервная система выполняет задачу сенсомоторной координации опорно-двигательного аппарата и положения тела. Она контролирует выполнение запланированного движения. Организм обеспечивается базовым «системным программным обеспечением» в ходе развития моторики [50]. Обучение в процессе взросления представляет собой базовую структуру, влияющую и на выполнение движения, и на его силу. Благодаря постоянному обучению движениям в повседневной жизни, спорте и профессиональной деятельности и приобретению новых двигательных навыков, человеческое тело индивидуальным образом совершенствует процесс, расширяя и обновляя уровень своих способностей и навыков.

Тренажерная система CON-TREX предлагает широкий спектр возможностей для тренировок. Помимо тренировки обычных способностей, таких как сила, выносливость, энергия ускорения и гибкость, можно также оптимизировать процессы контроля движений человека. С одной стороны, внутримышечную и межмышечную координацию можно натренировать с помощью правильно подобранной нагрузки. С другой стороны, можно "воспроизвести" как стандартные, так и специфические движения из

повседневной жизни, профессиональной деятельности и досуга. При помощи таких аппаратов можно моделировать силовые и временные характеристики этих движений [50]. Таким образом, можно оказывать прямое воздействие на индивидуальные двигательные комбинации спортсменов. В зависимости от обстоятельств их можно откорректировать, улучшить или изучить заново.

CON-TREX открывает широкий спектр возможностей для тренировок, которые идеально дополняют классическую изокинетическую тренировку, предоставляя дополнительные возможности для тренировки контроля процессов повседневных и специфических двигательных комбинаций. Эти системы являются не только «изокинетическими аппаратами» (ведь изокинетический режим — лишь один из многих типов нагрузки), но и динамической системой для тестирования и тренировок.

CON-TREX – роботизированный биомеханический диагностический тренажерный комплекс с биологической обратной связью. Задачами данного комплекса является диагностика и объективная функциональная оценка состояния опорно-двигательного и нейromышечного аппаратов пациента или спортсмена на основе объема выполняемого движения, регистрируемого усилия пациента или спортсмена и определения оптимальных скоростных характеристик его движения.

CON-TREX – единственный комплекс в мире, который позволяет начинать тренировочные мероприятия на ранней стадии, благодаря уникальным технологиям: активная компенсация силы тяжести – позволяет тренировать пациентов, чье прилагаемое усилие даже меньше силы тяжести, действующей на конечность («тренировка в условиях невесомости»); баллистический режим - позволяет проводить тренировку с естественными скоростями по всей амплитуде движения даже для очень слабых пациентов. Комплекс разделен на несколько модулей и позволяет проводить диагностику и тренировку с биологической обратной связью для всех основных суставов верхних и нижних конечностей:

1. запястье, локтевой, плечевой, тазобедренный, коленный, голеностопный в изолированных и смешанных движениях;
2. комплексные движения нижних конечностей в унилатеральном, билатеральном или поочередном режимах; разгибание и сгибание туловища стоя;
3. мелкие моторные и комплексные повседневные движения.

На рисунке 1 указан роботизированный тренажер с обратной биологической связью CON-TREX.



Рисунок 1 – Роботизированный тренажер с обратной биологической связью CON-TREX

1.4 Преимущества использования роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX в тренировочном процессе легкоатлетов-спринтеров на этапе высшего спортивного мастерства

Роботизированный модульный комплекс CON-TREX предназначен для диагностики двигательных нарушений и последующих реабилитационных или оздоровительных тренировок. Помимо реабилитационных мероприятий, роботизированный тренажер с биологической обратной связью CON-TREX можно использовать в тренировочном процессе спортсменов различного уровня.

Умный физиотерапевтический инструмент, основанный на принципе биологической обратной связи, прямого биомеханического взаимодействия в реальном времени [50]. Система способна подстраиваться под возможности спортсмена или пациента и предлагать оптимальную нагрузку уже на ранних стадиях реабилитации или тренировок. А функция тренировок в баллистическом режиме позволяет подстроиться даже под самые ограниченные возможности пациента.

Инновационная система, превосходящая своей гибкостью, легкостью эксплуатации и надежностью текущие стандарты по работе с нейромышечными нарушениями в области: травматологии, ортопедии, спортивной медицины и неврологии [15].

Данный тренажер может применяться для:

1. диагностики и профилактики повреждений или деградации структуры скелетно-мышечного аппарата;
2. устранения нейромышечных нарушений с ранних стадий функциональной реабилитации, в том числе коррективками, совершенствование или переучивание привычных движений;
3. силовых тренировок высокой интенсивности;
4. оценки скорости и других параметров движения.

К его преимуществам относят:

1. Баллистический режим. Комплекс способен подстраиваться под возможности пациента в режиме реального времени, используя технологию биологической обратной связи.

2. Активная компенсация силы. Гибкая настройка нагрузки расширяет минимальные требования к возможностям пациента, в том числе возможны тренировки в режиме компенсации силы тяжести («условиях невесомости»).

3. Модульная структура. Использование подключаемых модулей позволяет охватить для тренировок все основные группы мышц верхних и нижних конечностей в разных режимах работы.

Термин «изокинетический» происходит от греческого (изо = постоянный; кинезис = движение), и его можно перевести как «постоянная скорость движения». Он обозначает процесс, при котором сегмент тела двигается по определенной амплитуде с предварительно заданной фиксированной скоростью. Сколько бы силы не прикладывал пациент, фиксированная скорость не будет превышена [50].

Сопротивление, ощущаемое спортсменом или пациентом во время движения — это тормозящее действие динамометра. Если скорость сегмента тела превысит предварительно зафиксированную скорость аппарата, электронный механизм управления начнет увеличивать сопротивление (действие) пропорционально мышечному усилию пациента (противодействие). Величина силы, приложенной пациентом, будет измеряться по оси вращения как вращающий момент (Нм) и представляться в числовом и графическом виде [14]. Эти кривые вращающего момента связаны с величиной мышечного усилия, антропометрическими данными сустава и его текущим положением. Международная единица измерения (единицы СИ) вращающего момента — ньютонметр (Нм). Также регистрируются другие параметры, такие как время и положение сегмента. Все остальные параметры, приводимые в протоколе, являются производными от этих трех основных параметров.

Концепцию изокинетики разработал инженер-биомеханик из Нью-Йорка Джеймс Перрин в конце 1960-х годов. Вместо традиционных изотонических аппаратов, где постоянный вес или сопротивление используются на разных скоростях, Перрин разработал новый аппарат, в котором задействованы динамическая предварительно заданная фиксированная скорость и полностью

приспособляемое сопротивление. Это позволяет измерить вращающий момент в суставе, создаваемый мышечным усилием, при всех различных углах. Эти параметры можно использовать для определения и контроля максимального функционального динамического мышечно-скелетного усилия.

Соотношение длины и напряжения в мышечной группе и биомеханические рычаги изменяются по мере того, как конечность перемещается по амплитуде движений. Изокинетические системы обеспечивают оптимальную нагрузку на мышцы, поскольку они автоматически регулируют сопротивление. Снижение прикладываемого усилия из-за боли, слабости или усталости приводит к немедленному снижению сопротивления, оказываемого аппаратом [50]. Такое полное приспособление сопротивления обеспечивает максимальную динамическую нагрузку по всей амплитуде движений и оптимальный тренировочный стимул для мышцы.

В сотнях статей, исследований и докладов на различных конференциях демонстрируется, что изокинетические аппараты нового поколения предоставляют объективные и достоверные данные, что показывает эффективность ранних динамических и функциональных программ реабилитации, а также оценок допустимой динамической и статической допустимой нагрузки на сустав. Изменение сопротивления дает практикующим врачам возможность определять возможную имеющуюся мышечную слабость и силовой дисбаланс как при профилактике, так и при последующем лечении. Такие аппараты доказали свою исключительно высокую эффективность в выявлении и реабилитации дисфункций суставов.

Стали доступны еще несколько режимов мышечного сопротивления. Это обеспечивает максимальную эффективность развития мышечной силы, мощности и выносливости, а также тренировки иннервации, координации и устойчивости.

Системы CON-TREX позволяют проводить диагностику и тренировку всех основных суставов человеческого тела. Широкий спектр скоростей и диапазон вращающих моментов позволяет выполнять упражнения на

функциональных скоростях. Доступны различные типы нагрузки, благодаря чему можно развивать максимальную силу, силу-выносливость и выносливость, тренировать иннервацию, координацию и устойчивость.

1.5 Описательная характеристика рабочих режимов CON-TREX – изокинетический баллистический и СРМ

В изокинетическом режиме контролируется (ограничивается) максимальная скорость. До тех пор пока скорость ниже заданной, она при работе в классическом режиме пропорциональна вращающему моменту/приложенному усилию и в баллистическом режиме зависит от текущего вращающего момента (или силы) и истории движения. Когда спортсмен или пациент старается превысить заданную скорость в концентрической части движения, динамометр создает равное противодействие, чтобы гарантировать, что заданная скорость не будет превышена. Во время эксцентрической части движения и пока есть соответствующая сила противодействия со стороны пациента, динамометр самостоятельно увеличивает скорость вплоть до установленного ограничения скорости и сохраняет скорость независимо от увеличения силы/вращающего момента со стороны пациента.

Заданное значение вращающего момента или усилия в данном случае является пределом безопасности и определяет максимальный противодействующий вращающий момент или силу противодействия, которые должен приложить исследуемый пациент (в концентрической части движения) или аппарат (в эксцентрической части движения). Если спортсмен или пациент превысит этот предел вращающего момента (силы) в концентрическом режиме работы, предустановленное ограничение скорости будет увеличено для остальной части текущего полуцикла движения. Если он это сделает в эксцентрическом режиме работы, динамометр прекратит движение, пока вращающий момент/сила снова не станет ниже установленного предела. Такая

реакция динамометра максимально защищает пациента от превышения установленного предела безопасности для вращающего момента/силы.

Главным различием между баллистическим и классическим изокинетическим режимом заключается в том, как выполняется ускорение при скорости ниже установленного предела. В баллистическом режиме скорость зависит не только от мгновенного вращающего момента, но и от истории движения, такого как бросание. Поэтому возможно достижение высоких скоростей даже при приложении малой силы. Благодаря этому баллистический режим идеально подходит для работы со слабыми пациентами/исследуемыми и с более высокими скоростями.

В режиме постоянного пассивного движения (CPM) консоль аппарата движется с постоянной скоростью по всей амплитуде движений спортсмена или пациента. Спортсмен или пациент может либо пассивно следовать движению аппарата, либо работать в том же направлении (концентрический режим) или против направления (эксцентрический режим) движения аппарата. Можно выполнить любую комбинацию концентрического сокращения, эксцентрического сокращения и движения без мышечного сокращения. Заданное значение вращающего момента или силы в этом случае является пределом безопасности и определяет максимальный противодействующий вращающий момент, или силу противодействия, которую будет прикладывать динамометр. Это правило действительно вплоть до точки, в которой достигается заданное значение предела вращающего момента/силы. Если спортсмен или пациент превысит этот предел вращающего момента (силы) в концентрическом режиме работы, предустановленное ограничение скорости будет увеличено для остальной части текущего полуцикла движения. Если он это сделает в эксцентрическом режиме работы, динамометр прекратит движение, пока вращающий момент/сила снова не станет ниже установленного предела. Такая реакция динамометра максимально защищает пациента от превышения установленного предела безопасности для вращающего момента/силы.

2 Организация и методы исследования

2.1 Организация исследования

Цель исследования - определить влияние роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX на совершенствование силовых качеств в тренировочном процессе легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства.

Исследования проводились с 24.02.2022 по 10.06.2022 года в составе команды студентов, преподавателя и врача-травматолога в лаборатории функциональной и двигательной деятельности человека института физической культуры, спорта и туризма на базе Центра восстановительной медицины ФСНКЦ ФМБА России.

В исследовании принимали участие 8 девушек, занимающиеся легкой атлетикой на протяжении 5-8 лет и специализирующиеся в спринтерском беге, в возрасте от 19 до 25 лет с одинаковым уровнем физической подготовленности. Были сформированы экспериментальная и контрольная группы, в каждой по 4 девушки. Все участницы исследования прошли медицинский осмотр и противопоказаний к тестированию и тренировочному процессу с использованием роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX не имели. Исследование состояло из трех этапов:

1 этап – февраль 2022 – изучалась научно-методическая литература по теме исследования.

2 этап – апрель 2022 – май 2022 – был проведен медицинский осмотр испытуемых, разработан и введен алгоритм упражнений, проведено контрольное тестирование всех испытуемых до начала педагогического эксперимента, проведен педагогический эксперимент с экспериментальной группой и проведено заключительное контрольное тестирование участниц исследования.

3 этап – июнь 2022 – была проведена обработка результатов, оформление бакалаврской работы, подведены итоги и сделаны выводы по окончании исследования.

2.2 Методы исследования

Для решения поставленных задач в работе, применялись следующие методы:

1. Анализ и обобщение данных научно-методической литературы по выбранной теме.
2. Анализ медицинских карт, медицинский осмотр и наблюдение врачом-травматолога.
3. Педагогическое тестирование.
4. Педагогический эксперимент.
5. Методы математической статистики.

Далее рассмотрим каждый метод детально.

Анализ и обобщение данных научно-методической литературы. Производились изучение и анализ научно-методической литературы, посвященной проблеме подготовки спринтеров. Были раскрыты основные понятия, рассмотрены особенности силовых способностей, изучены существующие средства и методы силовых способностей в спортивной подготовке спринтеров. Также изучалась российская и зарубежная научно-методическая литература по вопросам организации тренировочного процесса с использованием роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX и выявлены его преимущества. На основе изученной научно-методической литературы были сформулированы актуальность и цель исследования, определены задачи, подбор методов педагогического эксперимента.

Анализ медицинских карт, медицинский осмотр и наблюдение врачом-травматологом. Перед началом педагогического тестирования были проанализированы медицинские карты испытуемых обеих групп. Далее

проводился медицинский осмотр правой и левой конечностей врачом-травматологом, и на момент осмотра противопоказаний к тренировочным занятиям на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX у испытуемых не было. В последующем экспериментальная группа тренировалась под наблюдением врача-травматолога.

Педагогическое тестирование. Данный метод применялся до и после педагогического эксперимента в обеих группах. Тестирование осуществлялось на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX.

Изучив практический опыт российских и зарубежных специалистов, нами был разработан алгоритм упражнений, который использовался в ходе тестирования.

Перед проведением тестирования испытуемым давались четкие устные инструкции по технике выполнения сгибания и разгибания конечности, а также по технике безопасности. Кроме того, в ходе тестирования при помощи инструктирования проводилась корректировка выполнения движений, например, «расслабить конечность», «применить максимальное усилие», «удерживать темп выполнения движения в течение 60 секунд» и др.

Алгоритм тестирования:

1. измерение в режиме СРМ на скорости 30 град/с, время выполнения 60 сек, отдых – 60 сек, 1 подход («разминка»);
2. измерение в изокинетическом баллистическом режиме, в концентрическом/концентрическом движении (кон/кон), на скорости 30 град/с, время выполнения – 60 сек, отдых - 60 сек, 2 подхода;
3. измерение в изокинетическом баллистическом режиме, в концентрическом/концентрическом движении (кон/кон), на скорости 60 град/с, время выполнения – 60 сек, отдых - 60 сек, 2 подхода;
4. измерение в изокинетическом баллистическом режиме, в концентрическом/концентрическом движении (кон/кон), на скорости 90 град/с, время выполнения – 60 сек, отдых - 60 сек, 2 подхода;

5. измерение в режиме СРМ на скорости 30 град/с, время выполнения - 60 сек, 1 подход («заминка»).

Хронометраж тестирования 1 спортсменки составляет 60 минут: 15 минут подготовка оборудования, 15 минут измерение левой нижней конечности, 15 минут подготовка оборудования, 15 минут измерение правой нижней конечности.

В режиме постоянного пассивного движения (СРМ) консоль аппарата движется с постоянной скоростью по всей амплитуде движений спортсмена или пациента. Спортсмен или пациент может либо пассивно следовать движению аппарата, либо работать в том же направлении (концентрический режим) или против направления (эксцентрический режим) движения аппарата. Испытуемому предлагалась инструкция расслабить ногу, не применяя усилия.

Главным различием между баллистическим и классическим изокинетическим режимом заключается в том, как выполняется ускорение при скорости ниже установленного предела. В баллистическом режиме скорость зависит не только от мгновенного вращающего момента, но и от истории движения, такого как бросание. Поэтому возможно достижение высоких скоростей даже при приложении малой силы. В режиме «Кон./ Кон.» оба движения совершаются в направлении приложения спортсменом вращающего момента/силы. Динамометр поглощает энергию, производимую спортсменом.

Педагогический эксперимент. Эксперимент проводился с апреля 2022 по май 2022 с целью определить влияние и эффективность роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX на совершенствование силовых качеств в тренировочном процессе легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства.

Контрольная группа (4 человека) занималась по ранее известной тренировочной программе 5 раз в неделю, а в программу экспериментальной группы была включена методика тренировок на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX 2 раза в неделю вместо 8 классических тренировок.

В режиме тренировок основной упор ставится на возможность установки целей и границ тренировки. Оценка тренировки отвечает на вопрос «в какой мере и как долго сможет тестируемый находиться в рамках этих границ». Цель может быть определена либо как постоянное значение, либо как индивидуальная контрольная кривая.

Тренировка длилась 50-60 мин, во время которой применялись 2 режима дозирования нагрузки: вначале СРМ-режим (Continuous Passive Motion) – движения с заданной скоростью («непрерывное пассивное движение»), затем изокинетический режим мышечного сокращения, при котором сегмент тела двигается по определенной амплитуде с предварительно заданной фиксированной скоростью.

В режиме СРМ выполнялась разминка в течение 1 минуты, во время которой измерялся и регистрировался вращающий момент движения (сила). Далее проводились рабочие подходы на разных скоростях в изокинетическом баллистическом режиме. Завершалась тренировка в режиме СРМ – 1 минута.

Во время проведения тренировок так же, как и при тестировании, испытуемым повторно предъявлялась инструкция по технике выполнения движений.

Алгоритм тренировок:

1. тренировка в режиме СРМ на скорости 30 град/с, время выполнения 60 сек, отдых – 60 сек, 1 подход («разминка»);
2. тренировка в изокинетическом баллистическом режиме, в концентрическом/концентрическом движении (кон/кон), на скорости 30 град/с, время выполнения – 60 сек, отдых - 60 сек, 2 подхода;
3. тренировка в изокинетическом баллистическом режиме, в концентрическом/концентрическом движении (кон/кон), на скорости 60 град/с, время выполнения – 60 сек, отдых - 60 сек, 2 подхода;
4. тренировка в изокинетическом баллистическом режиме, в концентрическом/концентрическом движении (кон/кон), на скорости 90 град/с, время выполнения – 60 сек, отдых - 60 сек, 2 подхода;

5. тренировка в режиме СРМ на скорости 30 град/с, время выполнения - 60 сек, 1 подход («заминка»).

Методы математической статистики. Обработка результатов исследования проводилась по основным статистическим параметрам:

1. Вычисление средней арифметической величины (\bar{x}) – характеризует среднее значение выборочной совокупности, ее групповые свойства. Среднее арифметическое можно найти по формуле

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n},$$

где x_i – результат выборки, n – количество выборок.

2. Вычисление дисперсии (D) – средний квадрат отклонения значений признака от среднего арифметического. Вычисляется по формуле

$$D = \frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n-1},$$

где x_i – результат выборки, n – количество выборок.

3. Вычисление стандартного отклонения (σ) - корень квадратный из дисперсии, формула приведена ниже.

$$\sigma = \sqrt{D},$$

где D – дисперсия.

4. Вычисление стандартной ошибки среднего арифметического. Стандартная ошибка средней арифметической характеризует степень отклонения выборочной средней арифметической от средней арифметической генеральной совокупности.

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}},$$

где σ – стандартное отклонение, n – количество выборок.

5. Достоверность различий (p) определялась по t-критерию Стьюдента при уровне значимости 5%.

3 Результаты исследования и их обсуждение

3.1 Анализ медицинских карт, медицинский осмотр и наблюдение врача-травматолога

Перед началом педагогического тестирования были проанализированы медицинские карты испытуемых обеих групп.

Таблица 1 – Результаты анализа медицинских карт контрольной и экспериментальной групп

№ п/п	Левая нижняя конечность	Правая нижняя конечность
1	растяжения связок голеностопного сустава	разрыв заднего рога внутреннего мениска коленного сустава, разрыв передней крестообразной связки коленного сустава, растяжения связок голеностопного сустава
2	-	растяжения связок голеностопного сустава
3	-	растяжения передней и задней поверхности бедра, растяжения связок голеностопного сустава
4	-	перелом большеберцовой кости
5	вывихи и ушибы голеностопного сустава	вывихи и ушибы голеностопного сустава
6	воспаление мениска	повреждение подколенной ямки
7	бурсит голеностопного сустава	синовит коленного сустава
8	разрыв заднего рога медиального мениска коленного сустава	-

Далее проводился медицинский осмотр правой и левой конечностей врачом-травматологом, чтобы выявить актуальное состояние испытуемых перед началом педагогического эксперимента. На момент осмотра противопоказаний к тренировочным занятиям на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX у испытуемых не выявлено. Испытуемые полностью восстановлены после травм, выявленных в ходе экспертизы медицинских карт, и принимают участие в тренировочном процессе в полном объеме. В последующем экспериментальная группа тренировалась под наблюдением врача-травматолога.

3.2 Проведение входного тестирования легкоатлетов-спринтеров с помощью роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX

В начале проведения педагогического эксперимента было проведено входное тестирование в режиме «Измерение» на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX, которое позволило определить первичные показатели силовых способностей испытуемых девушек контрольной и экспериментальной групп. Полученные результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Входное тестирование силовых способностей левой и правой конечности легкоатлетов-спринтеров контрольной группы (n=4)

Левая конечность									
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %			Мощность, среднее Сгиб/Разг %			Работа, среднее Сгиб/Разг %			
№ п/п	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90
1	43,7	55,05	54,8	52,6	53,6	55,65	57,7	54,35	56,7
2	53,25	48	58,45	47,1	54,9	61,75	64,2	52,3	58,2
3	47,05	51,2	81,9	52,5	43,7	53,6	57,35	46,2	53,3
4	50,25	38,05	54,9	43,35	40,05	47,85	50,3	39,5	46,7
$\bar{x} \pm m$	48,56± 2,37	48,05± 4,20	62,51± 7,53	48,89± 2,6	48,06± 4,22	54,71± 3,31	57,39± 3,28	48,09± 3,86	53,73± 2,95
Правая конечность									
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %			Мощность, среднее Сгиб/Разг %			Работа, среднее Сгиб/Разг %			
№ п/п	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90
1	40,5	54,25	53,15	43,8	44,1	44,95	43,4	43,85	44,95
2	52,75	52,95	54,45	58,05	57,5	62,1	59,15	54,8	59,5
3	47,2	50,1	55,35	43,35	50,8	55,05	50,25	50,05	54,75
4	31,1	51,35	60,2	47,75	48,5	54	47,1	48,05	53,3
$\bar{x} \pm m$	42,89± 5,38	52,16± 1,05	55,79± 1,78	48,24± 3,95	50,23± 3,23	54,03± 4,06	49,98± 3,88	49,19± 2,63	53,13± 3,5

Таблица 3 – Входное тестирование силовых способностей левой и правой конечности легкоатлетов-спринтеров экспериментальной группы (n=4)

Левая конечность									
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %			Мощность, среднее Сгиб/Разг %			Работа, среднее Сгиб/Разг %			
№ п/п	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90
1	55,1	57,2	58,8	57,4	56,65	52,65	57,7	55,9	58,25
2	71,45	61,9	57,45	64,25	58,1	48,85	64,2	58,15	48,8
3	48,7	57,25	56,1	59	53,15	52	57,35	53,7	50,5

Продолжение таблицы 3

Левая конечность									
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %			Мощность, среднее Сгиб/Разг %			Работа, среднее Сгиб/Разг %			
№ п/п	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90
4	31,3	49,85	22,8	52,25	52,25	57,8	50,3	48,25	54,25
$\bar{x} \pm m$	51,64± 9,58	56,55± 2,88	48,79± 10,02	58,23± 2,85	55,04± 1,61	52,83± 2,14	57,39± 3,28	54±2,4 5	52,95± 2,43
Правая конечность									
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %			Мощность, среднее Сгиб/Разг %			Работа, среднее Сгиб/Разг %			
№ п/п	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90
1	48,25	45,55	45,3	48,85	44,75	43,2	47,4	44,5	42,7
2	56,25	73,15	75,2	68,2	68,6	72,65	63,85	67,9	68
3	31,75	59,35	62,95	49,6	48,35	48,75	48,5	49,05	48,45
4	54,75	61,05	75,1	61,4	56,85	60,05	62,1	57,45	60,85
$\bar{x} \pm m$	47,75± 6,48	59,78± 6,52	64,64± 8,15	57,01± 5,44	54,64± 6,12	56,16± 7,53	55,46± 5,03	54,73± 5,94	55±6,6 5

Таблица 4 – Показатели первоначального уровня силовых способностей легкоатлетов-спринтеров контрольной и экспериментальной групп в начале педагогического эксперимента на скорости 30 град/с

Показатель	Контрольная группа		Экспериментальная группа		t		P
	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон.	прав. кон.	
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %	48,56±2, 37	42,89±5, 38	51,64±9,5 8	47,75±6,48	0,36	0,67	<0,05
Мощность, среднее Сгиб/Разг %	48,89±2, 6	48,24±3, 95	58,23±2,8 5	57,01±5,44	2,79	1,51	<0,05
Работа, среднее Сгиб/Разг %	57,39±3, 28	49,98±3, 88	57,39±3,2 8	55,46±5,03	2,33	1	<0,05

Таблица 5 – Показатели первоначального уровня силовых способностей легкоатлетов-спринтеров контрольной и экспериментальной групп в начале педагогического эксперимента на скорости 60 град/с

Показатель	Контрольная группа		Экспериментальная группа		t		P
	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон.	прав. кон.	
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %	48,05±4,20	52,16±1,05	56,55±2,88	54,64±6,12	1,92	1,33	<0,05
Мощность, среднее Сгиб/Разг %	48,06±4,22	50,23±3,23	55,04±1,61	54,64±6,12	1,78	0,74	<0,05
Работа, среднее Сгиб/Разг %	48,09±3,86	49,19±2,63	54±2,45	54,73±5,94	1,49	0,98	<0,05

Таблица 6 – Показатели первоначального уровня силовых способностей легкоатлетов-спринтеров контрольной и экспериментальной групп в начале педагогического эксперимента на скорости 90 град/с

Показатель	Контрольная группа		Экспериментальная группа		t		P
	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон.	прав. кон.	
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %	62,51±7,53	55,79±1,78	48,79±10,02	64,64±8,15	-1,26	1,23	<0,05
Мощность, среднее Сгиб/Разг %	54,71±3,31	54,03±4,06	52,83±2,14	56,16±7,53	-0,55	0,29	<0,05
Работа, среднее Сгиб/Разг %	53,73±2,95	53,13±3,5	52,95±2,43	55±6,65	-0,23	0,29	<0,05

По данным Таблиц 4, 5 и 6 можно сделать вывод о том, что первичные показатели крутящего момента, мощности и работы у контрольной и экспериментальной групп примерно равны.

3.3 Анализ и оценка результатов педагогического эксперимента

Для проведения исследования в тренировочный процесс экспериментальной группы был внедрен алгоритм упражнений на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX, который способствует, по нашему мнению, совершенствованию силовых способностей легкоатлетов-спринтеров. Алгоритм упражнений представлен в пункте 2.2 Данной работы.

После одного месяца педагогического эксперимента были проведены повторные контрольные тестирования силовых способностей девушек обеих групп (Таблица 7 и 8). Результаты сравнительного анализа прироста показателей, полученных при итоговом тестировании в контрольной и экспериментальной группах, представлены в Таблицах 9-15.

Таблица 7 – Итоговое тестирование способностей легкоатлетов-спринтеров контрольной группы (n=4)

Левая конечность									
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %			Мощность, среднее Сгиб/Разг %			Работа, среднее Сгиб/Разг %			
№ п/п	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90
1	45,1	54,75	56,85	53,15	52,55	55,75	57,45	58,75	58,1
2	61,35	66,1	73,7	53	52,8	60	53,05	54,5	59,5
3	62,75	61,75	59,7	68,5	65,45	53,7	65,2	64,55	53,2
4	55,7	55,05	58,75	50,45	45,4	49,65	50,3	44,75	47,95
$\bar{x} \pm m$	56,23± 4,63	59,4±3, 18	62,25± 4,46	56,28± 4,76	54,05± 4,81	54,78± 2,49	56,5±3, 76	55,64± 4,82	54,69± 3,03
Правая конечность									
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %			Мощность, среднее Сгиб/Разг %			Работа, среднее Сгиб/Разг %			
№ п/п	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90
1	46,05	53,85	52,65	43,1	41,3	45,4	50,95	46,75	47,8
2	58,6	63,4	65,45	51,85	58,2	72,95	53,4	54,1	66,55
3	59,2	60,05	63,95	55,65	57,4	59,1	55,45	55,85	57,4
4	63,5	59,45	57,8	58,3	49,1	46,85	56,4	48,75	46,05
$\bar{x} \pm m$	56,84± 4,34	59,199 ±2,29	59,96± 3,40	52,23± 3,83	51,5±4, 59	56,08± 7,40	54,05± 1,40	51,36± 2,49	54,45± 5,48

Таблица 8 – Итоговое тестирование силовых способностей легкоатлеток-спринтеров экспериментальной группы (n=4)

Левая конечность									
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %			Мощность, среднее Сгиб/Разг %			Работа, среднее Сгиб/Разг %			
№ п/п	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90
1	54,25	58,05	63,75	48,85	49,2	46,9	48,8	50	47,35
2	59,35	82,1	86,85	48,9	55,9	58,65	50	57,1	59
3	66,15	71,75	82,15	47,05	53	53,95	48,3	53,15	52,95
4	74,25	76,6	94,55	74,3	66,05	66,8	74,7	67,2	67,65
$\bar{x} \pm m$	63,5±5, 0	72,13± 5,94	81,83± 7,56	54,78± 7,53	56,04± 4,17	56,58± 4,82	55,45± 7,42	56,86± 4,32	56,74± 5,02
Правая конечность									
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %			Мощность, среднее Сгиб/Разг %			Работа, среднее Сгиб/Разг %			
№ п/п	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90	ск.30	ск.60	ск.90
1	52,5	62,3	65,95	48	46,9	45,6	48,1	47,1	45,4
2	62,8	72,3	74,2	52,45	56,75	59,55	52,65	56,75	58,7
3	71,85	83,2	90,75	43,2	50,35	51	43,55	51,3	50,8
4	52,4	57,3	65,9	49,35	46,9	41,7	49,9	47,4	42,9
$\bar{x} \pm m$	59,89± 5,40	68,78± 6,62	74,2±6, 76	48,25± 2,22	50,23± 2,68	49,46± 4,46	48,55± 2,21	50,64± 2,60	49,45± 4,04

Таблица 9 – Динамика совершенствования силовых способностей легкоатлеток-спринтеров контрольной группы на скорости 30 град/с

Показатель	Входное тестирование		Итоговое тестирование		t		P
	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон.	прав. кон.	
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %	48,56±2, 37	42,89±5,3 8	56,23±4,6 3	56,84±4,34	1,33	0,51	<0,05
Мощность, среднее Сгиб/Разг %	48,89±2, 6	48,24±3,9 5	56,28±4,7 6	52,23±3,83	-0,19	-1,04	<0,05
Работа, среднее Сгиб/Разг %	57,39±3, 28	49,98±3,8 8	56,5±3,76	54,05±1,40	-0,15	-2,43	<0,05

Таблица 10 – Динамика совершенствования силовых способностей легкоатлетов-спринтеров контрольной группы на скорости 60 град/с

Показатель	Входное тестирование		Итоговое тестирование		t		P
	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон.	прав. кон.	
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %	48,05±4,20	52,16±1,05	59,4±3,18	59,199±2,29	2,17	1,58	<0,05
Мощность, среднее Сгиб/Разг %	48,06±4,22	50,23±3,23	54,05±4,81	51,5±4,59	0,36	-0,28	<0,05
Работа, среднее Сгиб/Разг %	48,09±3,86	49,19±2,63	55,64±4,82	54,45±5,48	0,22	-0,23	<0,05

Таблица 11 – Динамика совершенствования силовых способностей легкоатлетов-спринтеров контрольной группы на скорости 90 град/с

Показатель	Входное тестирование		Итоговое тестирование		t		P
	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон.	прав. кон.	
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %	62,51±7,53	55,79±1,78	62,25±4,46	59,96±3,40	2,58	2,17	<0,05
Мощность, среднее Сгиб/Разг %	54,71±3,31	54,03±4,06	54,78±2,49	56,08±7,40	0,38	-0,88	<0,05
Работа, среднее Сгиб/Разг %	53,73±2,95	53,13±3,5	54,69±3,03	54,45±5,48	0,40	-0,85	<0,05

Таблица 12 – Динамика совершенствования силовых способностей легкоатлетов-спринтеров экспериментальной группы на скорости 30 град/с

Показатель	Входное тестирование		Итоговое тестирование		t		P
	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон.	прав. кон.	
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %	51,64±9,58	47,75±6,48	63,5±5,0	59,89±5,40	1,33	0,51	<0,05
Мощность, среднее Сгиб/Разг %	58,23±2,85	57,01±5,44	54,78±7,53	48,25±2,22	-0,19	-1,04	<0,05
Работа, среднее Сгиб/Разг %	57,39±3,28	55,46±5,03	55,45±7,42	48,55±2,21	-0,15	-2,43	<0,05

Таблица 13 – Динамика совершенствования силовых способностей легкоатлетов-спринтеров экспериментальной группы на скорости 60 град/с

Показатель	Входное тестирование		Итоговое тестирование		t		P
	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон.	прав. кон.	
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %	56,55±2,88	54,64±6,12	72,13±5,94	68,78±6,62	2,17	1,58	<0,05
Мощность, среднее Сгиб/Разг %	55,04±1,61	54,64±6,12	56,04±4,17	50,23±2,68	0,36	-0,28	<0,05
Работа, среднее Сгиб/Разг %	54±2,45	54,73±5,94	56,86±4,32	50,64±2,60	0,22	-0,23	<0,05

Таблица 14 – Динамика совершенствования силовых способностей легкоатлетов-спринтеров экспериментальной группы на скорости 90 град/с

Показатель	Входное тестирование		Итоговое тестирование		t		P
	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон. $\bar{x} \pm m$	прав. кон. $\bar{x} \pm m$	лев. кон.	прав. кон.	
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %	48,79±1 0,02	64,64±8,1 5	81,83±7,5 6	74,2±6,76	2,58	2,17	<0,05
Мощность, среднее Сгиб/Разг %	52,83±2 ,14	56,16±7,5 3	56,58±4,8 2	49,46±4,46	0,38	-0,88	<0,05
Работа, среднее Сгиб/Разг %	52,95±2 ,43	55±6,65	56,74±5,0 2	49,45±4,04	0,40	-0,85	<0,05

Таблица 15 – Динамика совершенствования силовых способностей легкоатлетов-спринтеров обеих групп

Показатель	Группа	Итоговое тестирование $\bar{x} \pm m$	
		лев. кон.	прав. кон.
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %. Скорость 30	Контрольная	56,23±4,63	56,84±4,34
	Экспериментальная	63,5±5,0	59,89±5,40
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %. Скорость 60	Контрольная	59,4±3,18	59,199±2,29
	Экспериментальная	72,13±5,94	68,78±6,62
Крутящий момент макс сред. Сгиб/Разг, %. Скорость 90	Контрольная	62,25±4,46	59,96±3,40
	Экспериментальная	81,83±7,56	74,2±6,76

Продолжение Таблицы 15

Показатель	Группа	Итоговое тестирование $\bar{x} \pm t$	
		лев. кон.	прав.кон.
Мощность, среднее Сгиб/Разг %. Скорость 30	Контрольная	56,28±4,76	52,23±3,83
	Экспериментальная	54,78±7,53	48,25±2,22
Мощность, среднее Сгиб/Разг %. Скорость 60	Контрольная	54,05±4,81	51,5±4,59
	Экспериментальная	56,04±4,17	50,23±2,68
Мощность, среднее Сгиб/Разг %. Скорость 90	Контрольная	54,78±2,49	56,08±7,40
	Экспериментальная	56,58±4,82	49,46±4,46
Работа, среднее Сгиб/Разг %. Скорость 30	Контрольная	56,5±3,76	54,05±1,40
	Экспериментальная	55,45±7,42	48,55±2,21
Работа, среднее Сгиб/Разг %. Скорость 60	Контрольная	55,64±4,82	54,45±5,48
	Экспериментальная	56,86±4,32	50,64±2,60
Работа, среднее Сгиб/Разг %. Скорость 90	Контрольная	54,69±3,03	54,45±5,48
	Экспериментальная	56,74±5,02	49,45±4,04

С помощью данных Таблицы 15 можно проанализировать результаты итогового тестирования контрольной и экспериментальной групп. Так, результаты крутящего момента на скорости 30 град/с, 60 град/с и 90 град/с у испытуемых экспериментальной группы намного превосходят результаты испытуемых контрольной группы. Стоит отметить, что наибольший прирост

результатов крутящего момента в экспериментальной группе наблюдается на скорости 60 град/с и 90 град/с. Это значит, что у испытуемых экспериментальной группы с помощью тренировок на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX улучшилась сила и силовая выносливость. Это говорит об успешности использования разработанного алгоритма упражнений на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX.

Показатель мощности у экспериментальной группы в процессе тренировок ухудшились, результаты улучшения заметны только на левой конечности на скорости 60 град/с и 90 град/с. Увеличение мощности достигается либо за счет ускоренного развития заданной силы, либо за счет увеличения длительности действия этой силы. Такая отрицательная динамика экспериментальной группы наблюдается, потому что в разработанном алгоритме тренировок были заданные скорости выполнения упражнения (скорость 30 град/с, 60 град/с, 90 град/с). Испытуемый не мог превысить заданную скорость. Именно поэтому мощность у испытуемых экспериментальной группы не показала положительных результатов. Испытуемые контрольной группы тренировались по традиционной системе тренировок, которая, вероятнее всего, включала в себя те факторы, в которых участвовал параметр скорости и при которых увеличивался показатель мощности.

В связи с тем, что данное оборудование позволяет обрабатывать множество различных результатов, помимо показателей силы и мощности для нас составил интерес проанализировать показатель работы у испытуемых контрольной и экспериментальной группы. Это позволило нам проверить расход энергии спортсменок на различных скоростях с приложением собственной силы. Показатели работы у испытуемых экспериментальной группы в большинстве случаев меньше, чем у испытуемых контрольной группы. Это говорит об уменьшении энергетических затрат испытуемых экспериментальной группы при одной и той же скорости.

В ходе тренировочного процесса на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX улучшился динамический профиль испытуемых экспериментальной группы.

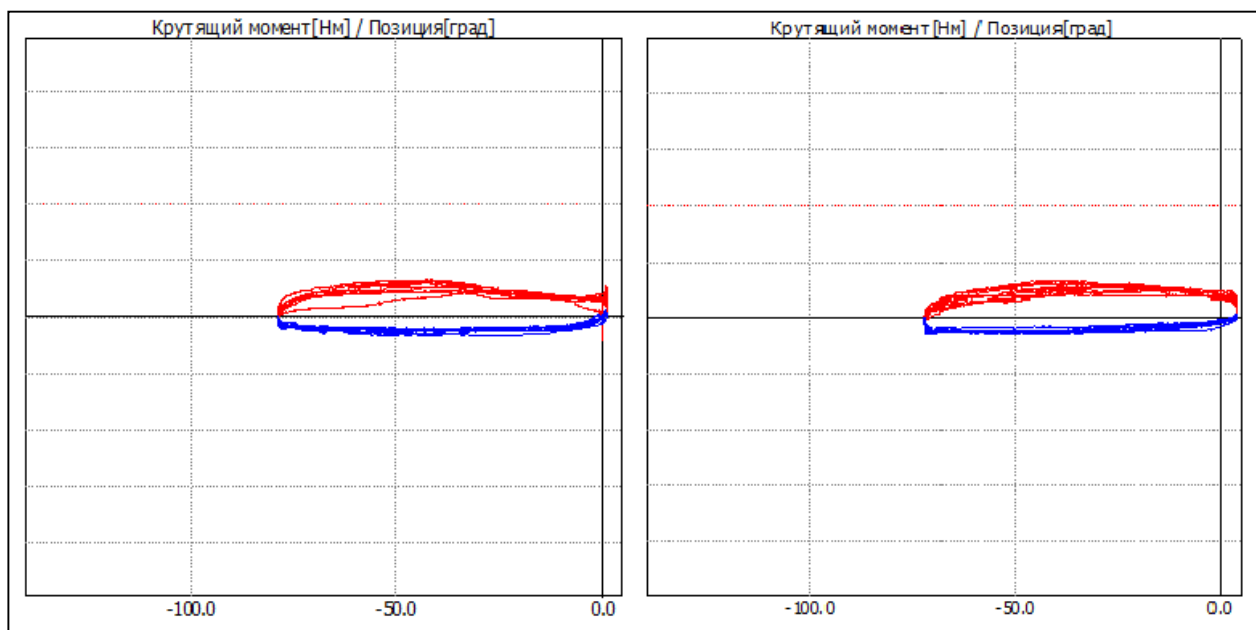


Рисунок 2 – Динамический профиль правой конечности испытуемой экспериментальной группы на скорости 30 град/с (слева - профиль при входном тестировании, справа - профиль при итоговом тестировании)

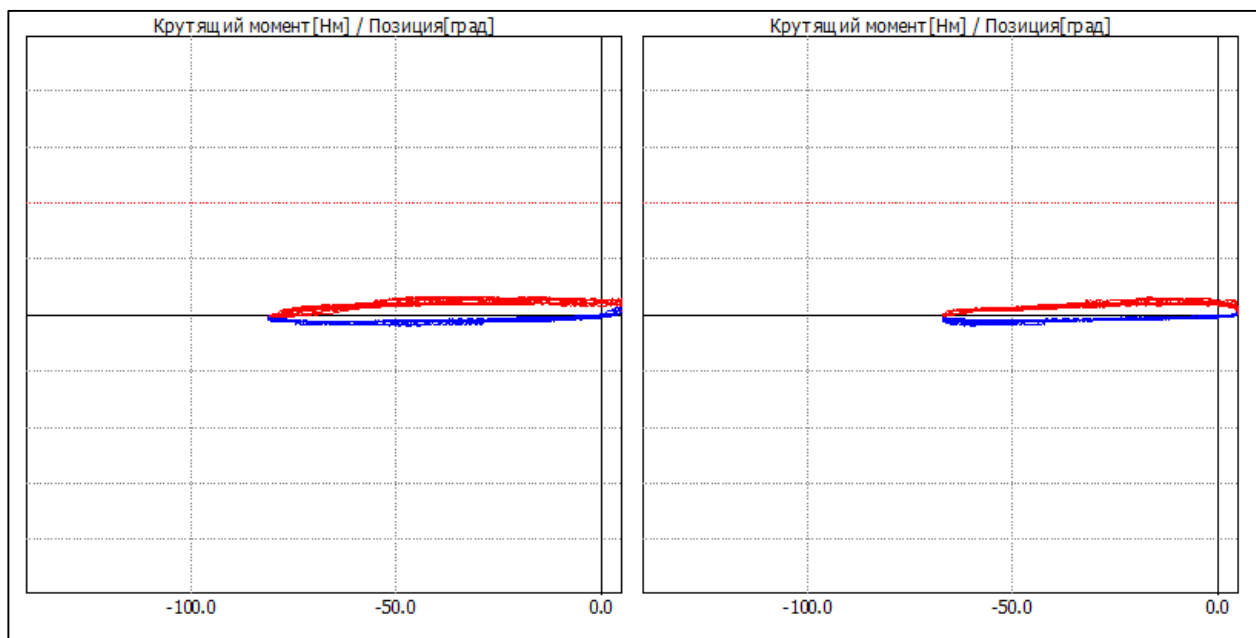


Рисунок 3 – Динамический профиль правой конечности испытуемой контрольной группы на скорости 30 град/с (слева - профиль при входном тестировании, справа - профиль при итоговом тестировании)

Помимо этого с помощью тренировок на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX у испытуемых экспериментальной группы улучшилась нейромышечная связь. Это обусловлено тем, что во время проведения тренировок испытуемые видели на экране монитора записанный «образец» разгибания и сгибания конечности в коленном суставе, который необходимо попадать «в цель» при выполнении движений. Сравнительные протоколы первой и заключительной тренировки испытуемой экспериментальной группы левой конечности на скорости 60 град/с представлены на рисунках 4 и 5.

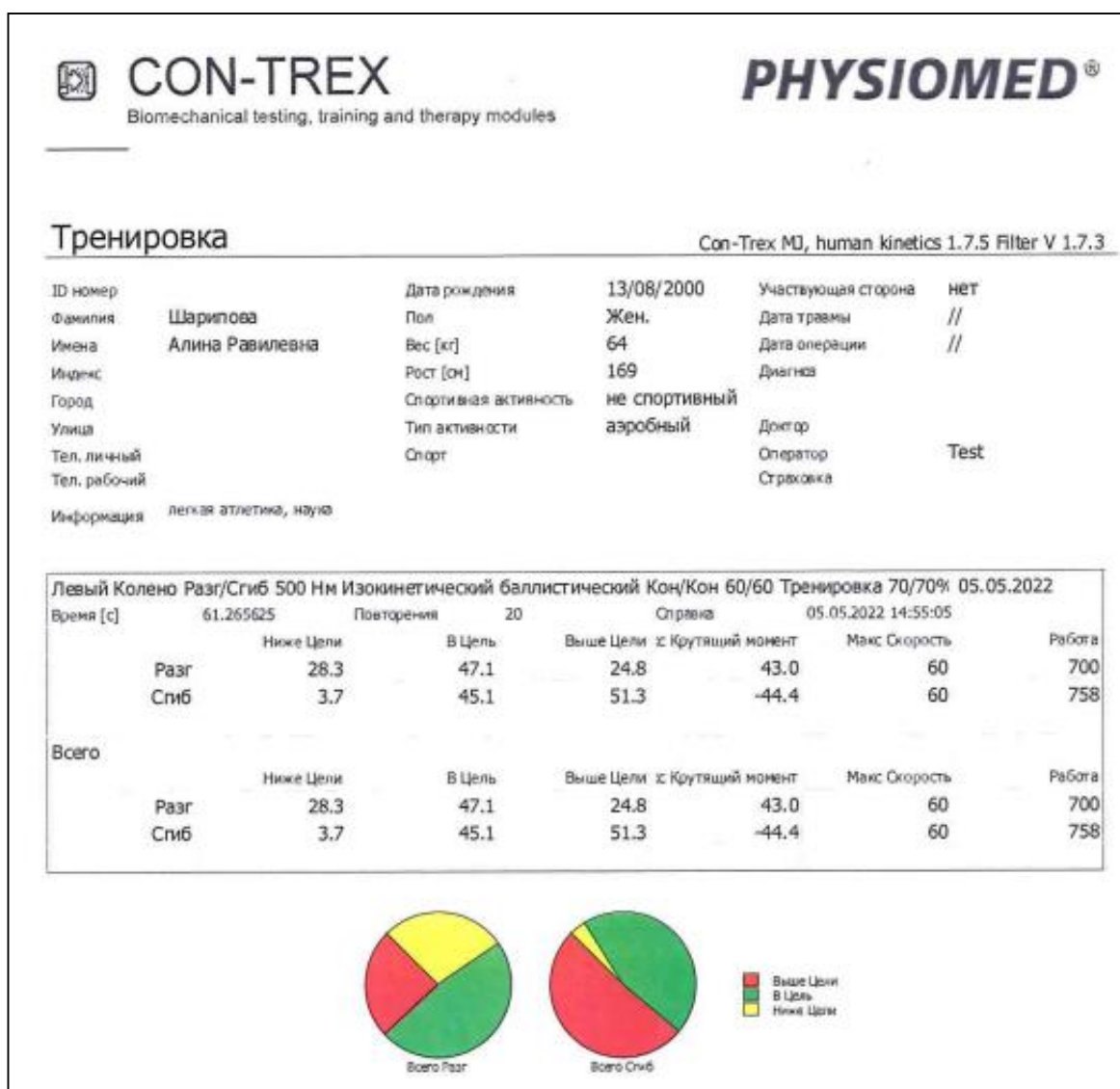


Рисунок 4 – Протокол первой тренировки испытуемой экспериментальной группы

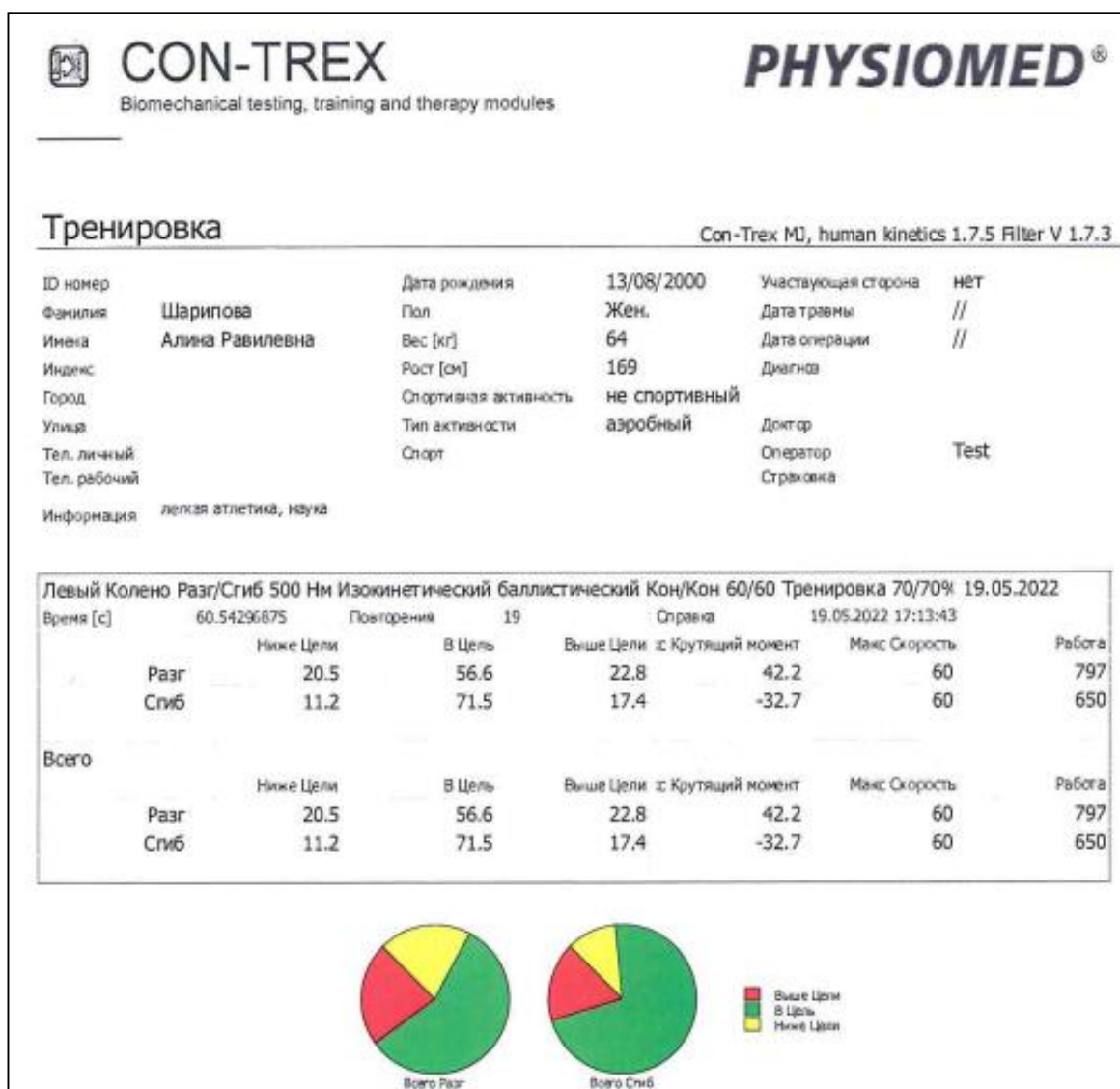


Рисунок 5 – Протокол заключительной тренировки испытуемой экспериментальной группы

В протоколах изображены диаграммы, которые демонстрируют процентное соотношение повторений «выше цели» (красный цвет), «в цель» (зеленый цвет), «ниже цели» (желтый цвет). Так, выполнение разгибания нижней конечности в коленном суставе «в цель» после нескольких тренировок на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX увеличилось на 16,8%. Выполнение сгибания нижней конечности в коленном суставе «в цель» после нескольких тренировок на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX увеличилось на 36,9%. Результаты представленных диаграмм позволяют сделать вывод об осознанном

самоконтроле мышечной силы испытуемыми в ходе выполнения сгибания и разгибания нижней конечности в коленном суставе.

Немаловажно отметить, что данный тренажер с биологической обратной связью позволяет испытуемым бороться с кинезиофобией – боязнью выполнения движений после получения травмы. Такой процесс происходит за счет биологической обратной связи роботизированного тренажера CON-TREX. Спортсмен активно вовлекается в процесс тренировочной работы на тренажере и в реальном времени видит, как тренажер стабилизирует его коленный сустав, и дает возможность равноценно работать мышцам. За счет изокINETической нагрузки с постоянной скоростью происходит переобучение спортсмена без угрозы травматизма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследовательской работы была проанализирована научно-методическая литература по теме использования роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX в тренировочном процессе легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства. Были рассмотрены основные понятия по теме силовой подготовки легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства, изучены особенности данной подготовки и описаны традиционные средства и методы, используемые легкоатлетками-спринтерами в тренировочном процессе. Силовая подготовка - важный компонент для спринтера. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что она играет важнейшую роль в течение различных периодов годового макроцикла для подготовки спортсменов на этапе спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства. Умение грамотно применять силовые упражнения с целью приблизить режим работы мышц в тренировке спринтера к функциональным параметрам моторики соревновательной деятельности позволит повысить силовые способности спортсмена и достичь наивысших спортивных результатов. В силовой подготовке спринтера выделяют следующие традиционные средства: общеразвивающая силовая тренировка, прыжки (малые, вертикальные, горизонтальные), тренировка максимальной силы, специальная скоростно-силовая тренировка. Разнообразие применяемых упражнений достигается использованием различных методов (повторный, динамический, ударный, максимальных усилий) и режимов их выполнения. В настоящее время используются также новые, нетрадиционные средства, но уже получившие признание специалистов (упражнения на различных тренажерных устройствах, электрическая и механическая стимуляция мышц).

Также была дана характеристика роботизированного тренажера с биологической обратной связью CON-TREX. CON-TREX – роботизированный биомеханический диагностический тренажерный комплекс с биологической

обратной

связью.

Задачами данного комплекса является диагностика и объективная функциональная оценка состояния опорно-двигательного и нейромышечного аппаратов спортсмена на основе объема выполняемого движения, регистрируемого усилия спортсмена и определения оптимальных скоростных характеристик его движения. Тренажерная система CON-TREX предлагает широкий спектр возможностей для тренировок. Помимо тренировки обычных способностей, таких как сила, выносливость, энергия ускорения и гибкость, можно также оптимизировать процессы контроля движений человека. С одной стороны, внутримышечную и межмышечную координацию можно натренировать с помощью правильно подобранной нагрузки. С другой стороны, можно "воспроизвести" как стандартные, так и специфические движения из повседневной жизни, профессиональной деятельности и досуга. При помощи таких аппаратов можно моделировать силовые и временные характеристики этих движений. Таким образом, можно оказывать прямое воздействие на индивидуальные двигательные комбинации спортсменов. В зависимости от обстоятельств их можно откорректировать, улучшить или изучить заново.

В результате анализа научно-методической литературы был разработан и внедрен алгоритм упражнений на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX. В основу алгоритма вошли следующие упражнения:

1. измерение/тренировка в режиме СРМ на скорости 30 град/с, время выполнения 60 сек, отдых – 60 сек, 1 подход («разминка»);
2. измерение/тренировка в изокинетическом баллистическом режиме, в концентрическом/концентрическом движении (кон/кон), на скорости 30 град/с, время выполнения – 60 сек, отдых - 60 сек, 2 подхода;
3. измерение/тренировка в изокинетическом баллистическом режиме, в концентрическом/концентрическом движении (кон/кон), на скорости 60 град/с, время выполнения – 60 сек, отдых - 60 сек, 2 подхода;

4. измерение/тренировка в изокинетическом баллистическом режиме, в концентрическом/концентрическом движении (кон/кон), на скорости 90 град/с, время выполнения – 60 сек, отдых - 60 сек, 2 подхода;

5. измерение/тренировка в режиме СРМ на скорости 30 град/с, время выполнения - 60 сек, 1 подход («заминка»).

По окончании педагогического эксперимента удалось проверить и доказать эффективность разработанного алгоритма упражнений на роботизированном тренажере с биологической обратной связью CON-TREX. Показателями, влияющими на силовую подготовку легкоатлетов-спринтеров на этапе совершенствования спортивного мастерства, являлся крутящий момент. В обеих группах наблюдался прирост данного показателя, однако стоит выделить экспериментальную группу, в которой применялся разработанный алгоритм. Именно в ней был замечен значительный прирост результатов в конце педагогического эксперимента по отношению к результатам входного педагогического тестирования. Так, прирост крутящего момента левой конечности на скоростях 30, 60, 90 составил соответственно 18,7%, 21,6%, 40,3%. Прирост крутящего момента правой конечности на скоростях 30, 60, 90 составил соответственно 20,27%, 13%, 12,8%.

Показатель мощности у экспериментальной группы в процессе тренировок в большинстве случаев ухудшились. На скоростях 30 град/с, 60 град/с, 90 град/с падение и прирост мощности левой конечности составил соответственно -6%, 1,78%, 6,63%. Падение показателя мощности правой конечности на скоростях 30 град/с, 60 град/с, 90 град/с составил соответственно -15,4%, -2,6%, -11,9%. Стоит отметить, что увеличение мощности достигается либо за счет ускоренного развития заданной силы, либо за счет увеличения длительности действия этой силы. Такая отрицательная динамика экспериментальной группы наблюдается, потому что в разработанном алгоритме тренировок были заданные скорости выполнения упражнения (скорость 30 град/с, 60 град/с, 90 град/с). Испытуемый не мог превысить заданную скорость. Именно поэтому мощность у испытуемых

экспериментальной группы не показала положительных результатов. Испытуемые контрольной группы тренировались по традиционной системе тренировок, которая, вероятнее всего, включала в себя те факторы, в которых участвовал параметр скорости и при которых увеличивался показатель мощности.

Показатели работы у испытуемых экспериментальной группы в большинстве случаев меньше, чем у испытуемых контрольной группы. Это говорит об уменьшении энергетических затрат испытуемых экспериментальной группы при одной и той же скорости, что означает улучшение сопротивляемости организма спортсмена к выполняемой нагрузке. На скоростях 30 град/с, 60 град/с, 90 град/с падение и прирост показателя работы левой конечности составил соответственно -3,38%, 5,03%, 6,68%. Падение показателя работы правой конечности на скоростях 30 град/с, 60 град/с, 90 град/с составил соответственно -12,5%, -7,5%, -10%.

Также было выявлено у испытуемых экспериментальной группы улучшение нейромышечной связи. Это обусловлено тем, что во время проведения тренировок испытуемые видели на экране монитора записанный «образец» разгибания и сгибания конечности в коленном суставе, который необходимо попадать «в цель» при выполнении движений. Результаты представленных диаграмм на рисунках 4 и 5 позволяют сделать вывод об осознанном самоконтроле мышечной силы испытуемыми в ходе выполнения сгибания и разгибания нижней конечности в коленном суставе.

Более того данный тренажер позволяет испытуемым бороться с кинезиофобией – боязнью выполнения движений после получения травмы. Это происходит за счет биологической обратной связи роботизированного тренажера CON-TREX. Спортсмен активно вовлекается в процесс тренировочной работы на тренажере и в реальном времени видит, как тренажер стабилизирует его коленный сустав, и дает возможность равноценно работать мышцам. За счет изокинетической нагрузки с постоянной скоростью происходит переобучение спортсмена без угрозы травматизма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агранович, В.О. Анализ спортивного травматизма при занятиях физической культурой и спортом и создание условий по его снижению. / В. О. Агранович, Н. В. Агранович // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». 2017. 5 с.
2. Анисимова, Е.А. Моделирование совершенствования индивидуальной техники бега квалифицированных бегуний на короткие дистанции / Е.А. Анисимова, Е.М. Новикова, А.Н. Катенков // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2018. – Т. 13, № 3. – С. 14–25.
3. Анисимова, Е.А. Совершенствование техники бега на короткие дистанции / Е.А. Анисимова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2014. – Том 9 №1. – С. 14-19.
4. Борзов, В.Ф. Подготовка легкоатлетаспринтера: стратегия, планирование, технологии / В. Ф. Борзов // Наука в олимпийском спорте. – 2013. – № 4. – С. 71-82.
5. Барчуков, И.С. Теория и методика физического воспитания [Текст]: учеб. пособие / И.С.Барчуков. –М.: КНОРУС, 2015. – 287 с.
6. Бег на короткие дистанции : пособие / В. В. Мехрикадзе [и др.] ; Белорус, гос. университет физ. культуры. — Минск: БГУФК, 2015. — 134 с.
7. Балахничев, В.В. Итоги Цюриха / В.В. Балахничев // Легкая атлетика. – 2014. – № 7-8. – С. 28.
8. Верхошанский, Ю.В. Основы специальной силовой подготовки в спорте [Текст] /Ю.В. Верхошанский. – М.: ФиС, 2016. – 215 с.
9. Врублевский, Е.П. Легкая атлетика основы знаний в вопросах и ответах / Е.П Врублевский : учебное пособие – Физическая культура, 2016 – с. 240.

10. Вайцеховский, С.М. Книга тренера [Текст]: С.М. Вайцеховский. – М.: ФиС, 2011. – 228 с.
11. Губа, В.П. Теория и методика современных спортивных исследований: монография / В.П. Губа, В.В. Маринич. – Москва : Спорт, 2016. – 232 с.
12. Евгениев, А.А. Легкоатлетический спринт: история, техника, современные тенденции : учеб.-метод. пособие / А. А. Евгеньев, Н. В. Колесников, Е. Г. Шубин ; Минобрнауки РФ, Санкт-Петербургский гос. университет аэрокосмического приборостроения. — СПб.: ГУАП, 2016. — 128 с.
13. Елистратов, Д. Г. Физиология спорта. Медико-биологические основы подготовки юных хоккеистов [Текст] / Д. Г. Елистратов, А. Н. Поликарпочкин. – М.: Спорт, 2016. – 168 с.
14. Костюк, Е.В. Методика применения комплекса Con-trex MJ для оптимизации баланса мышц голени у спортсменов легкоатлетов высокой квалификации при хронической ахиллотендопатии / Е.В. Костюк // Современные вопросы биомедицины. - 2018. – Т. 2, №2.
15. Костюк, Е.В. Особенности исследования функционального состояния ахиллова сухожилия и мышц голени с помощью комплекса CON-TREX MJ у спортсменов с признаками ахиллотендопатии / Е.В. Костюк, Ю.В. Корягина // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т.1, №1.
16. Коновской, А.Н., Есаулов М.И., Игнашев В.И. Современный взгляд на спортивную подготовку спринтера на этапе спортивного совершенствования. // В сборнике: Физическая культура, спорт и туризм. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых ученых. 2016. С. 200-204.
17. Маркин, М. О. Структура и содержание стартовых действий бегунов на короткие дистанции / М. О. Маркин // Казанская наука. – 2014. – № 8 – С. 137-139.

18. Маркин, М. О. Теоретические основы спортивной тренировки легкоатлета : учебнометодическое пособие / М. О.Маркин, Л. И.Костюнина. – Ульяновск : УлГПУ. – 2012. – 35с.

19. Миронов Д.Л, Попов Э.М., Цыпленкова Е.С. Критерии визуальной оценки техники бега с максимальной скоростью у спортсменов легкоатлетов // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. Вып. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. С. 71–77.

20. Мирзоев, О.М. Соревновательная деятельность в легкой атлетике: тенденции развития бега на короткие дистанции и барьерного бега (по итогам чемпионатов мира): монография : к XVI чемпионату мира (г. Лондон, 2017 г.) / О. М. Мирзоев; Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК). — Воронеж : Научная книга, 2016. — 262 с.

21. Морозов, А.П. Индивидуализация физической подготовки как необходимое условие повышение эффективности тренировочного процесса//А.П. Морозов, А.В. Сергеев, Д.В. Сапинский. -2016.- № 1 с. 204- 206.

22. Мирзоев, О.М. Тренажер для совершенствования специальной физической подготовленности и технического мастерства в беге на короткие дистанции [Текст] / О. М. Мирзоев, О. А. Мухин. // Теория и практика физической культуры. – 2017. - № 9. – С. 66-69.

23. Мирзоев, О.М. Легкоатлетический спорт в олимпийском году: бег на короткие дистанции, эстафетный и барьерный бег : к итогам чемпионатов мира по легкой атлетике 2013 и 2015 гг. / О.М. Мирзоев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 11 (129). – С. 184-194.

24. Мухин, О. Бег на короткие дистанции : особенности техники движения рук [Текст] / О. Мухин. // Легкая атлетика. – 2015. - №5/6 – С. 24-26.

25. Никифоров В. И. Физическая культура. Легкая атлетика : учебное пособие. Самара : ФГБОУ ВО ПГУТИ, 2016. 62 с.

26. Петренко, А.С. Некоторые подходы и рекомендации к подбору специальных и беговых упражнений в подготовке спринтеров / А.С. Петренко,

Е.Н. Поддубный // Физическая культура и спорт: интеграция науки и практики : материалы XIV Международной научно-практической конференции. – Ставрополь, 2017. – С. 100–102.

27. Платонов, В.Н. Двигательные качество и физическая подготовка спортсмена: монография. М., 2019. 656 с.

28. Пулео, Дж. Анатомия бега / П. Милрой Попурри, ООО- 2016г.- 200 с.

29. Панова, О.С. Целесообразные направления совершенствования организационных основ системы подготовки спортивного резерва российских легкоатлетов / О. С. Панова // European research. – 2015. № 1 (2). – С. 54-58.

30. Панова, О.С. Основные условия эффективного внедрения и содержание инновационной деятельности в системе подготовки высококвалифицированных легкоатлетов / О.С. Панова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. - 2015. № 2. - С. 281-283.

31. Платонов, В.И. Скоростные способности и основы методики их развития. //Наука в олимпийском спорте. // 2015. № 4. С. 20-32.

32. Романов, Н.С. Бегайте быстрее, дольше и без травм / Н. Романов при уч. К. Брунгардта ; пер. с англ. М. Бобровой. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2015. — 244 с.

33. Русаков, А.А. Интенсификация нагрузки в подготовительном периоде бегунов на короткие дистанции / А.А. Русаков, И.И. Богатова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 10 (164). – С. 286–289.

34. Рыбакова, Е.О. Особенности физической подготовки легкоатлетов – спринтеров [Текст] / Рыбакова Е. О., Хорошева О. А., Созинов В. В. // Научное и образовательное пространство: перспективы развития: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. / Редколлегия: О. Н. Широков [и др.]. - 2018. – С. 148-149.

35. Солодков, А.С. Физиология человека [Текст]. /А.С.Солодков, Е.Б.Сологуб. – М.: Олимпия Пресс, 2008. – 495 с.

36. Сергеев, О.В. Методика формирования стрессоустойчивости у легкоатлетов-спринтеров / О.В. Сергеев, И.В. Манжелей // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2017. – № 6. – С. 34-36.

37. Стародубцев, В.С. Подготовка школьников-спринтеров США / В. Стародубцев // Легкая атлетика. – 2016. – № 1-2. – С. 16-18.

38. Сбитый, С.С. Дифференцированная технология развития специальной физической подготовленности у спринтеров: автореф. дис.. канд. пед. наук/Сбитый С. С. -Тула, 2011. -23 с.

39. Сидорова, Е. Н. Специальные упражнения для обучения видам легкой атлетики : учеб, пособие для высш. учеб. зав. / Е. И. Сидорова, О. О. Николаева ; Минобрнауки РФ, Сибирский федеральный университет, институт физ. культуры, спорта и туризма. — Красноярск : СФУ, 2016. — 147 с.

40. Сергеева, Н.А., Симонова Е.А. Техническая подготовка легкоатлетов-спринтеров группы спортивного совершенствования // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2017. № 12 (154). С. 248–251.

41. Стрельникова, И.В. Развитие скоростно-силовых способностей у юных легкоатлетов 13-14 лет в рамках подготовки к выполнению норм ГТО [Текст] / И. В. Стрельникова, Е. С. Корякина // Возрождение Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса ГТО: проблемы, опыт, перспективы: сб. научно-методических статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 132-134.

42. Смирнова Н.Ю., Разваляев А.С., Еремушкин М.А. Возможность применения роботизированного биомеханического комплекса CON-TREX в программе реабилитации пациентов с гонартрозом // Лечебная физическая культура: достижения и перспективы развития. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 1-2 июня 2017 г. – С. 180.

43. Табаков, А.И. Методика сопряжения координационной и кондиционной подготовки легкоатлетов, специализирующихся в беге на короткие дистанции, с использованием нетрадиционных тренировочных

средств [Текст] / А. И. Табаков, В. Н. Коновалов, И. В. Руденко. // Современные наукоемкие технологии. – 2017. - № 11. – С. 150-156.

44. Трушков, К.О. Спортивный травматизм, его особенности, виды, профилактика. // Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 213 — 215.

45. Уилмор Дж. Х., Костилл Д.Л. Физиология спорта и двигательной активности. Пер. С англ. - К.: - Олимпийская литература, 1997. - 504 с.

46. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физического воспитания спорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2015. 480 с

47. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта [Текст] / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – М.: Академия, 2007 – 480. с.

48. Шашурин, А.В. Физическая подготовка [Текст] /А.В. Шашурин. –М.: Физкультура и спорт, 2005 – 317 с.

49. Якимова, Е.А. Индивидуализация тренировочного процесса спортсменов в легкой атлетике // Е.А. Якимова, Н.В.Натахина-2015 №2 с.854-859.

50. Con-trex system MJ&WS: Manual. Switzerland: Physiomed.2011.

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт физической культуры, спорта и туризма
Кафедра медико-биологических основ физической культуры
и оздоровительных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

 В.И. Колмаков


« 28 » июня 20 22 г.

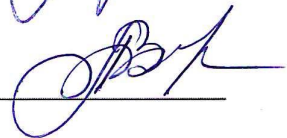
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

49.03.01 Физическая культура

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЛЕГКОАТЛЕТОВ-
СПРИНТЕРОВ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
РОБОТИЗИРОВАННОГО ТРЕНАЖЕРА
CON-TREX**

Научный
руководитель  доцент, канд. пед. наук А.И. Картавцева

Выпускник  А.Р. Шарипова

Нормоконтролер  О.В. Соломатова

Красноярск 2022