На правах рукописи

ФЕДУЛОВА Дарья Владимировна

ФИЗИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ И МЕНИСКА КОЛЕННОГО СУСТАВА С ПРИМЕНЕНИЕМ БАЛАНС-ТРЕНИНГА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОПРИОЦЕПЦИИ

14.03.11 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2020

Диссертационная работа выполнена на кафедре сервиса и оздоровительных технологий Института физической культуры, спорта и молодежной политики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» и ГБУЗ Свердловской области «Центр специализированных видов медицинской помощи «Уральский институт травматологии и ортопедии имени В. Д. Чаклина»

Научный руководитель:

Заместитель директора по научной работе ГБУЗ Свердловской области «Центр специализированных видов медицинской помощи «Уральский институт травматологии и ортопедии имени В. Д. Чаклина», доктор медицинских наук, доцент **Бердюгин Кирилл Александрович**

Официальные оппоненты:

Заведующий кафедрой восстановительной медицины, лечебной физкультуры и спортивной медицины, курортологии и физиотерапии АПО ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, чл.-корр. РАН, доктор медицинских наук, профессор **Самойлов Александр Сергеевич**

Главный научный сотрудник отдела ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российский Федерации,
доктор медицинских наук, профессор **Ерёмушкин Михаил Анатольевич**

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет» (ПГГПУ)

Защита состоится «31» августа 2020 года в 13.00 на заседании диссертационного совета Д 850.019.01 на базе ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» по адресу: 105120, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 53

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» по адресу:105120, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 53 и на сайте http://cmrvsm.ru/

Автореферат разослан «___» июля 2020 года

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор **Юрова Ольга Валентиновна**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Травмы коленного сустава у спортсменов встречаются наиболее часто (около 50%) среди всех травм опорно-двигательного аппарата (Чекерес П.П., Будашкин М.В., Муханов В.В. и др., 2015), из них на втором месте по частоте находятся повреждения крестообразных связок. Травма передней крестообразной связки и мениска встречается в 70% случаев (Sofu H., Yildirim T., Gu¨rsu S. et al., 2015). Данная травма относится к числу наиболее серьезных повреждений, так как нарушаются опороспособность конечности и процесс ходьбы, что приводит к ограничению двигательной активности пострадавшего и снижению социальной адаптации.

Наиболее часто повреждение передней крестообразной связки и мениска встречается среди людей, занимающихся спортом. Анализ исследований позволил выявить, что в 44 % случаев вторичный разрыв возникает в результате биомеханической асимметрии и нарушения афферентной проводимости конечности (Hewett T.E., Di Stasi S.L., Myer G.D., 2013). Реабилитационные мероприятия занимают, как правило, от 5 месяцев до 1 года, однако даже после восстановления функции конечности наблюдается высокий процент осложнений, связанных с последствиями повреждений и заболеваниями, обусловленными травмой коленного сустава. Так, вероятность развития деформирующего остеоартроза коленного сустава (гонартроза) по причине нарушения баланса тела во время движения увеличивается на 13-42 % случаев (Dejour H., 2014; Kessler M.A., 2008). Отечественные специалисты в своих исследованиях также диагностируют нарушение статического и динамического баланса после реконструкции передней крестообразной связки (ПКС), и отмечают, что динамический баланс оперированной конечности не восстанавливается, а к 10 месяцам после операции сохраняется функциональная нестабильность (Арьков В.В., Калинкин Л.А., Миленин О.Н. и др., 2008).

Таким образом, даже при восстановлении двигательной активности спортсмена и возвращении его в спорт, имеется вероятность вторичной травмы при околопредельных и предельных нагрузках. Все это обуславливает необходимость в поиске новых средств, методов и форм организации физической реабилитации, которые способствовали бы максимально полному восстановлению стабильности коленного сустава спортсмена и восстановлению сенсомоторного контроля в управлении движениями.

Степень разработанности проблемы

Ранее существовали попытки решения задачи по сохранению и восстановлению проприоцепции после травмы передней крестообразной связки. Так, например, было выявлено, что от количества механорецепторов в связке зависит проприоцептивная чувствительность и если фрагменты связки могут быть сохранены во время ее реконструкции, то и механорецепторы также сохранятся в определенной степени, что может помочь улучшить восстановление проприоцепции после операции (Орлецкий А.К., Ветрилэ В.С., 2003; Kvist J., 2004; Кузнецов И.А., Рыбин А.В., Рябинин И.В., и др. 2009).

Специалисты по физической реабилитации находят решение проблемы восстановления проприоцепции за счет применения упражнений на координацию (Cooper R.L., Taylor N.F., Feller J.A., 2005; Lee H.-M., Cheng C.-K., Liau J.-J., 2009; Валеев Н.М., 2012; Хайдари М., 2013; Гершбург М.И., Попов С.Н., 2014;).

Тем не менее, работ, посвященных степени изменения проприоцепции при травме мениска или повреждений ПКС и мениска в отечественной литературе недостаточно (Алфимов М.Н., Абрамова Т.Ф., Арьков В.В. и др., 2011). В зарубежной литературе в основном представлены работы, имеющие обзорный характер (Tucciarone A., Godente L., Fabbrini R. et al. 2012; Parus K., Lisinski P., Huber J., 2015; Park J.-H., Jeong W.-K., Lee J.-H. et al., 2015).

Таким образом, достаточно высока актуальность как создания методики развития проприоцепции в процессе физической реабилитации после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава, так и алгоритма выявления степени изменения двигательной чувствительности на различных этапах реабилитации.

Цель исследования

Совершенствование процесса физической реабилитации спортсменов после оперативного лечения травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава, с применением проприоцептивных упражнений баланс-тренинга.

Задачи исследования

1. Разработать методику физической реабилитации спортсменов с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава.
2. Оценить эффективность методики физической реабилитации спортсменов с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава.

3. Изучить механизм восстановления проприоцепции и постуральной функции при проведении баланс-тренинга после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава.

4. Изучить отдаленные результаты разработанной методики физической реабилитации спортсменов на изменения функционального состояния коленного сустава в отдаленном периоде.

Научная новизна исследования

Впервые определены структура и содержание комплексной методики физической реабилитации спортсменов после оперативного лечения травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции и доказана её эффективность.

Впервые разработана методика баланс-тренинга, обеспечивающая постепенное применение статических и динамических упражнений и учитывающая функциональные особенности проприорецепторов.

Обосновано восстановление проприоцепции спортсменов посредством включения баланс-тренинга в процесс физической реабилитации после перенесённой травмы.

Доказано, что применение методики баланс-тренинга способствует улучшению стабильности коленного сустава спортсмена и восстановлению сенсомоторного контроля в управлении движениями.

Доказано, что включение методики баланс-тренинга в программу физической реабилитации у спортсменов, перенесших реконструкцию передней крестообразной связки и резекции мениска коленного сустава в отдаленном периоде (12 мес.) способствует сохранению и улучшению результатов, полученных непосредственно после лечения.

Теоретическая значимость

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в дополнении теории и методики физической реабилитации после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава новыми данными о структуре физической реабилитации, разработке содержательного компонента развития проприоцепции коленного сустава, а также определением последовательности и методов тестирования функциональных показателей разработанной методики.

Практическая значимость

Практическая значимость исследования заключается в разработке и внедрении методики физической реабилитации спортсменов после оперативного лечения травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции, построенной с

учетом биомеханических особенностей процесса восстановления, и улучшение проприоцептивной чувствительности коленного сустава.

Разработанная методика может быть использована в практической работе со спортсменами в профильных лечебных учреждениях, в физкультурно-спортивных комплексах при переходе от реабилитационных мероприятий к тренировочному процессу; для профилактики травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава в учебно-тренировочном процессе вузов физкультурной направленности и в спортивных секциях физкультурно-оздоровительных центров; при подготовке и повышении квалификации инструкторов-методистов лечебной физической культуры.

Методология и методы исследования

Методологическая основа исследования определена: современными представлениями о физической реабилитации Саркизова-Серазини И.М. 1947, Цыкунова М.Б. 2002, 2014, Епифанова А.В. и соавт. 2009-2012, Миронов С.П. и соавт., 2010, 2012, Орлецкого А.К. с соавт., 2003, 2007, Попова С.Н. 2008, 2013.

Основу построения методики развития проприоцепции составили: теория сенсорных коррекций Бернштейна Н.А., 2004; протоколы оптимальных способов восстановления крестообразных связок и менисков коленного сустава Ветрилэ с соавт., 2002; Миронов С.П. с соавт., 2004; Загородний Н.В. с соавт., 2006; Лазишвиши Г.Д.с соавт., 2006; теории и методики развития проприоцепции целостного организма Анохин П.К., 1975; Гурфинкель В.С., 1999; Фарфель В.С., 2011, Adams D. et al., 2012; Clark N.C. et. al., 2015, теории и методики развития проприоцепции в результате разрыва передней крестообразной связки коленного сустава Лисицын М.П. с соавт., 2001; Орджоникидзе З.Г. с соавт., 2006; Валеев Н.М. с соавт., 2012; Noyes F.R. et. al., 1991.

Работа представляет собой законченное исследование, проведенное с учётом этических норм, в котором приняли участие пациенты после реконструкции передней крестообразной связки и резекции мениска. Всем пациентам до и после лечения была проведена комплексная оценка клинико-функционального состояния опорно-двигательного аппарата, проведены тесты на вестибулярную устойчивость, проприоцепцию, исследование динамометрии и двигательной координации на многофункциональном тренажере HUBER Motion Lab. Достоверность результатов исследования подтверждена методами математической статистики и основана на достаточном количестве наблюдений.

Основные положения, выносимые на защиту

Реконструкция передней крестообразной связки и резекции мениска коленного сустава приводит к нарушению проприоцептивной чувствительности в

коленном суставе, что сопровождается нарушением сенсомоторного контроля в управлении движениями, снижением показателей физической подготовленности и качества жизни спортсменов.

Разработанная методика баланс-тренинга, обеспечивающая постепенное применение статических и динамических упражнений и учитывающая функциональные особенности проприорецепторов, позволяет улучшить показатели физического развития, координации, скоростно-силовые способности, и развить сенсомоторный контроль в управлении движениями.

Включение баланс-тренинга в методику физической реабилитации спортсменов поле реконструкции передней крестообразной связки и резекции мениска коленного сустава способствует восстановлению проприоцептивной чувствительности и сенсомоторного контроля в управлении движениями, существенно превосходит эффективность стандартного лечения по показателям физической подготовленности (силы и двигательной координации), проприоцепции и субъективной оценки функционального состояния коленного сустава как непосредственно после лечения, так и в отдаленном периоде (12 мес.).

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования и разработанная методика внедрены в учебный процесс Института физической культуры, спорта и молодежной политики УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, а также в методико-практическую работу с пациентами ГБУЗ СО «ЦСВМП «Уральский институт травматологии и ортопедии имени В.Д. Чаклина».

Степень достоверности и апробация материалов диссертации

Достоверность результатов и основных выводов диссертации обеспечивалась глубоким теоретическим анализом состояния изучаемых вопросов, значительным объемом полученных данных (обследовано 75 спортсменов), широким комплексом применяемых методик исследования, статистической значимостью полученных результатов.

Основные теоретические и практические положения диссертации обсуждались на научно-практических конференциях: «Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма» (г. Уфа, 2017 г.), «Современные методы организации тренировочного процесса, оценки функционального состояния и восстановления спортсменов» (г. Челябинск, 2017 г.), «Россия между модернизацией и архаизацией: 1917-2017 гг.» (г. Екатеринбург, 2017 г.), «Интеграция теории и практики в общем, дополнительном и профессиональном физкультурном образовании» (г. Москва, 2018 г.).

Апробация материалов исследования состоялась на кафедре сервиса и оздоровительных технологий Института физической культуры, спорта и молодежной политики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» 28.04.2018 г.

Личный вклад автора

Автором разработана и апробирована методика физической реабилитации спортсменов после оперативного лечения травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции. Проведен теоретический анализ литературных источников и определены рациональные средства и методы физической реабилитации, автор самостоятельно проводил занятия лечебной гимнастики и гидрокинезитерапией со спортсменами. Для получения научных результатов автором были осуществлены обработка и обсуждение экспериментальных данных, произведено обобщение и научная интерпретация результатов, описаны методические рекомендации при реализации содержания методики физической реабилитации.

Публикации

По теме диссертационной работы опубликовано 20 научных работ, из них 5 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ**.**

Объем и структура диссертации

Работа состоит из введения, четырех глав, выводов, практических рекомендаций, библиографического списка и приложений. Библиографический список включает 238 источников, в том числе 84 на иностранном языке. Работа иллюстрирована 18 таблицами и 32 рисунками, изложенными на 135 страницах диссертации.

Материал исследования

В исследование вошли 75 пациентов-спортсменов после операции по восстановлению передней крестообразной связки и резекции мениска, в возрасте от 20 до 35 лет, ранее не имевших травм коленного сустава. Все участники исследования травму получили при занятии спортом: 71% – игровые виды спорта (в основном футбол), 25% – единоборства, 4% – другие виды спорта. В среднем, срок от момента получения травмы до операции составил 2,5±0,5 года.

Из общего количества участников исследования было сформировано 2 группы: основная – 38 пациентов (15 женщин и 23 мужчины) и контрольная – 37 пациентов (15 женщин и 22 мужчины). В основной группе у 22 спортсменов из 38 была травмирована левая нижняя конечность (58%), у 16 спортсменов (42%) – правая нижняя конечность. В контрольной группе левая нижняя конечность была

травмирована у 20 спортсменов (54%) из 37, правая – у 17 (46%). По характеристике контингента группы были однородными (равномерное распределение по половому признаку, по признаку травмирования левой/правой нижней конечности, все спортсмены имели квалификацию 1-2 взрослый спортивный разряд по видам спорта). Помимо основного нарушения (разрыва ПКС), у пациентов было выявлено повреждение мениска (67% – медиального и 33% – латерального).

Участники исследования находились 14 дней на лечении в стационаре ЦСВМП «УИТО им. В. Д. Чаклина», где специалистами центра им была произведена операция по восстановлению передней крестообразной связки аутотрансплантатом из подколенных сухожилий (сухожилия полусухожильной мышцы и тонкой мышцы бедра) и частичного или полного удаления мениска.

В зависимости от метода физической реабилитации все пациенты были распределены на 2 группы (основную и контрольную).

В контрольной группе, которая состояла из 37 чел. (15 женщин и 22 мужчины) проводили стандартную методику физической реабилитации, которая применяется в ЦСВМП «УИТО им. В. Д. Чаклина», и которая включала в себя выполнение комплекса упражнений, направленного на увеличение силы мышц нижних конечностей и разработку коленного сустава.

В основной группе, состоявшей из 38 человек, (15 женщин и 23 мужчины) на фоне стандартной физической реабилитации проводили упражнения разработанной нами программы баланс-тренинга, как в спортивном зале, так и в бассейне.

Базовое лечение (стандартное) начинали проводить на следующий день после оперативного лечения, в основном рекомендовались упражнения на подъем выпрямленной нижней конечности вверх из положения лежа на спине и сгибание коленного сустава по 10-15 минут 4-5 раз в день. Физиотерапевтическое лечение заключалось в назначении магнитотерапии со вторых суток после операции. Использовался аппарат АЛМАГ-01, катушки-индикаторы устанавливались вокруг оперированного сустава, продолжительность курса составляла 10 суток, 1 раз в день по 10 минут 1-3 сутки, с 4 суток по 15 минут. Применялся самомассаж с 8 суток после операции 2-3 раза в день по 7-10 минут, в том числе перед проведением комплекса лечебной гимнастики.

После выписки на 14-15 день после оперативного лечения спортсмены основной и контрольной групп проходили занятия физической реабилитацией (2 раза в неделю групповые занятия лечебной гимнастикой, и с 8 недели

дополнительно 1 раз в неделю – гидрокинезотерапия) на базе спортивного комплекса ИФКСиМП УрФУ на протяжении 6 месяцев.

У пациентов контрольной группы занятия лечебной гимнастикой длились 60 минут, гидрокинезотерапии – 30-45 минут (стандартное лечение).

У пациентов основной группы к стандартной программе были добавлены упражнения баланс тренинга, которые занимали дополнительно 15 минут занятия.

Таким образом, занятия в зале проходи 75 минут, в бассейне – 45 минут и проводились на функциональном (5-8 нед.) и тренировочно-восстановительном (9-24 нед.) этапах реабилитации; включали в себя упражнения для развития проприоцепции, равновесия, координации, выполняемых в неустойчивых положениях на полу, фитболе, подвесных системах, нестабильных опорах и активизирующих работу нервной системы, активных и пассивных стабилизаторов и рецепторов.

Методы исследования

Для решения поставленных в работе задач были использованы следующие методы исследования:

- Медико-биологические методы исследования, которые включали в себя: (антропометрические измерения: рост, вес, соматометрия, гониометрия); измерение частоты сердечных сокращений с целью оценки интенсивности занятия и степени адаптации спортсмена к нагрузкам; двигательные тесты на определение функциональных возможностей спортсмена: для определения вестибулярной устойчивости проводился тест Ромберга и тест с кружениями в наклоне вокруг своей оси; с целью определения проприоцепции коленного сустава проводился тест на разгибание коленного сустава на заданные углы (30°, 45°, 60°); для определения скоростно-силовых способностей спортсменов – прыжковые тесты по методике F.R. Noyes, оценивали дальность (прыжок с места, тройной прыжок на 1 ноге) и время на выполнение прыжка (прыжок зизагом, прыжок на 1 ноге, преодолевая расстояние в 6 метров);
- Инструментальные методы исследования: исследование силы и двигательной координации на многофункциональном тренажере HUBER Motion Lab;
- Анкетирование: шкала субъективной оценки пациента о функциональном состоянии коленного сустава The Lysholm Knee Scoring Scale, анкета оценки качества жизни SF-36;
- Методы математической статистики (t-критерий Стьюдента, включающий вычисление средней арифметической величины, ошибки средней и темп роста).

Оценивание результатов исследования проводилось на протяжении 6 периодов: до, через 7 недель, 3 месяца, 4,5 месяца, 6 месяцев и 1 год после операции.

Результаты исследования и их обсуждение

Основные положения баланс-тренинга для развития проприоцепции в процессе физической реабилитации

Главной задачей разработанной методики баланс-тренинга являлось: восстановление проприоцептивной чувствительности в пораженной конечности и достижение симметрии обеих конечностей.

Разработка методики баланс-тренинга основывалась на том, что:

- Механорецепторы, находящиеся в крестообразных связках и менисках, реагируют на определенные движения и позиции коленного сустава. Соответственно, упражнения подбирались таким образом, чтобы осуществлялась тренировка и развитие данных проприорецепторов путем выполнения упражнений в тех позициях, которые оказывали бы тренирующий эффект.

- Для выработки мышечного чувства занятия упражнениями начинали со здоровой конечности, это было необходимо, чтобы научить больного различать чувство движения, чувство расслаблении и сокращения мышц, без которых невозможно построить полноценный реабилитационно-тренировочный процесс.

- Все упражнения рекомендовалось выполнять сначала с открытыми глазами, потом с закрытыми. Зрительный анализатор является ведущим в управлении движениями, позволяя оценивать расстояние до предметов и их взаимное расположение. Убирая функционирование зрительного анализатора, мы добивались того, чтобы вся нагрузка ложилась на проприоцептивный аппарат травмированной конечности, что позволяло лучше развивать проприоцепцию посредством развития дополнительных компенсаторных реакций.

- На конечный результат движения влияют не только силы, развиваемые мышцами, но и силы немышечного происхождения. В связи с чем применяли такие упражнения, как координационное упражнение с наклоном вперед, руки в стороны, нога вверх (инерционные силы) и прыжки с дальнейшим приседанием и выпрыгиванием (реактивные силы).

- При целенаправленной работе в направлении контроля позы и точности произвольных движений, при удержании положении человека в позе стоя, основная нагрузка ложится на стопу и голеностопный сустав. Для включения в работу связочного аппарата коленного сустава, упражнения статического характера выполнялись на согнутых ногах. Для развития проприоцепции, осуществляли отклонения с удержанием от вертикальной оси положения стоя для

смешения центра тяжести организма и, соответственно, при стабилизации положения, происходила активизация проприорецепторов.

- Для развития координации и баланса при внешнем сопротивлении, с учетом времени проприоцептивной реакции человека, упражнения разрабатывались и выполнялись с быстрой сменой внешних обстоятельств.

Структура разработанной методики физической реабилитации включала следующие 4 этапа: Ранний послеоперационный (1 нед.); Поздний послеоперационный (2-4 нед.); Функциональный (5-8 нед.); Тренировочно-восстановительный (9-24 нед.).

Методика физической реабилитации в своем содержательном аспекте включала такие компоненты, как лечебная гимнастика со 2-го дня после операции, самомассаж со 2-й недели, и гидрокинезотерапию с 8 недели. Упражнения статического характера были включены в методику баланс-тренинга с 5 недели восстановительного лечения, упражнения динамического характера – с 9 недели.

Результаты применения комплексной методики физической реабилитации с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции

При изучении *динамики показателей мышц бедра*, выявлялась исходно выраженная гипотрофия мышц, которая при рассмотрении результатов последующих периодов наблюдения, имела следующие изменения (табл. 1).

Так, к 7 неделям после операции разница в объеме мышц бедра в основной группе составляла 5,9±1,3 см (при исследовании объема мышц в 10 см от надколенника) и 5,7±1,9 см (при исследовании объема мышц в 20 см от надколенника), в контрольной группе 5±1,5 см и 6,2±2 см. Несмотря на то, что занятия лечебной гимнастикой проводились со второго дня после операции, асимметрия мышц увеличивалась: на момент поступления в лечебное учреждение составляла 4,5% в основной группе, 5% – в контрольной; на период семи недель после операции – 11,1% в основной, 12,1% в контрольной группах.

К трем месяцам после динамического наблюдения разница в функционировании мышц во всех группах сокращалась. Увеличение показателей свидетельствовало о положительной динамике как результате проводимых занятий. Анализируя результаты всех периодов наблюдения, было отмечено, что наибольший прирост мышц оперированной конечности наблюдался в период от семи недель до трех месяцев (на 10,4% в основной группе, 8,9% в контрольной), что вероятно связано с выраженной атрофией мышц в период иммобилизации и, соответственно, дальнейшим резким увеличением показателей объем мышц. В период от четырех до шести месяцев эти показатели были более выражены в

основной группе (увеличение объема мышц на 8,1% в основной группе, на 3,4% в контрольной), что связано с расширением программы реабилитации за счет проприоцептивных упражнений.

Таблица 1

Результаты соматометрии в основной и контрольной группах, (см, M±m)

Показатели	Группа	Периоды наблюдения							
		До оп.	7 нед.	3 мес.	4,5 мес.	6 мес.	P^1	P^2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Окружность бедра, 10 см	ЗК, О	43,1±1	44,7±0,6	45,2±1	47,7±0,9	48,7±0,9	<0,001	0,14	13
	ЗК, К	43,4±1,2	44±0,8	44,6±0,8	45,3±1,1	46,8±0,9	0,034		7,8
	ОК,О	40,7±1	38,8±0,7	42,6±1*	44,8±1	46,4±1	<0,001	0,02	14
	ОК, К	40,3±1	39± 0,7	41,2±0,8*	42,3±1,4	43,2±1	0,05		7,2
Окружность бедра, 20 см	ЗК, О	49,3±1	51,3±0,8	53,4±0,9	56,4±1,1*	57,6±0,8	<0,001	0,5	16,8
	ЗК, К	50,1±0,9	51,4±0,9	53,1±0,6	55,4±1	56,7±0,9	<0,001		13,2
	ОК,О	47,1±1,5	45,6±0,8	50,9±1,1**	52,1±1,2	56,7±1,1*	<0,001	0,02	20,4
	ОК, К	47,6±1,2	45,2±1,1	49,6±1*	51,5±1,4	53,3±0,8	0,001		12
Окружность голени	ЗК, О	38,6±1,3	37,8±1,3	40,1±1,2	41,2±1,1	43,7±0,9	0,002	0,03	13,2
	ЗК, К	37,7±1,3	36,5±1,2	38,3±1,3	39,8±1,3	40,6±1,1	0,1		7,7
	ОК, О	36±1,3	33,7±1,4	37,4±1,2*	39,8±1	43,2±0,77*	<0,001	0,004	20
	ОК, К	35,3±1,1	32,7±1,1	35,2±1,2	37,1±1,4	38,8±1,2	0,042		9,9

P^1 – статистическая достоверность различий в группе (до операции/6 мес. наблюдения)
P^2 – статистическая достоверность различий между группами (6 мес. наблюдения)
ΔM – темп роста, процентное изменение показателей (до операции/6 мес. наблюдения)
*p<0,05,**p<0,001 – стат. достоверность различий по сравнению с предыдущим периодом
ЗК – здоровая конечность
ОК – оперированная конечность

Мышцы средней трети бедра увеличиваются в б**о**льшем объеме, чем мышцы нижней трети бедра: в основной группе мышцы средней трети бедра увеличились на 20,4% к концу реабилитации по сравнению с исходным состоянием, нижней трети бедра на 12%; в контрольной группе на 12% и 7,2% соответственно. К моменту окончания реабилитационных мероприятий симметрия конечности по мышцам бедра в основной группе восстановлена, имеющаяся разница <1см

соответствовала величине возможных физиологических различий. В контрольной группе наблюдалась асимметрия, разница в показателях более 3 см.

Длина окружности сегмента при исследовании мышц голени в период поступления спортсменов в лечебное учреждение в среднем имела изменение более 2 см, что свидетельствовало об асимметрии конечностей. Эта разница так же, как у мышц бедра, увеличивалась к тестированию в период к семи неделям и постепенно уменьшалась к шести месяцам. По завершению физической реабилитации наблюдался прирост мышц в основной группе на 13,2% у здоровой конечности и 20% у оперированной; в контрольной группе – на 7,7% и 9,9% соответственно ($p \leq 0,05$). К 6 месяцам в основной группе разница между окружностью мышц голени составляла 0,5±2 см и 1,8±2,3 см.

Учитывая, что всем спортсменам операция была проведена в среднем спустя 2,5±0,5 года после травмы, на момент поступления в лечебное учреждение для операции в ГБУЗ СО ЦСВМП «УИТиО им. В.Д. Чаклина» они демонстрировали полный объем движений в коленном суставе, при этом имелись признаки нестабильности коленного сустава (табл. 2).

Таблица 2

Результаты гониометрии в основной и контрольной группах, (градусы, M±m)

Показатели	Группа	Периоды наблюдения							
		До оп.	7 нед.	3 мес.	4,5 мес.	6 мес.	P^1	P^2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Активное сгибание	О	134,1±0,4	111,3±2,5**	124,7±2,3**	132,4±1,2*	133,9±0,6	0,7	0,67	-0,2
	К	134,5±0,3	110,8±2,3**	122,8±1,9**	132,7±1,2**	134,2±0,4	0,5		-0,3
Пассивное сгибание	О	150±0	123,8±1,8**	141,9±1,7**	146,7±1*	149,5±1,5*	0,21	0,57	-0,3
	К	150±0	126,6±2,1**	140,7±1,6**	147,8±1**	149,1±0,5	0,1		-0,6

P^1 – статистическая достоверность различий в группе (до операции/6 мес. наблюдения)
P^2 – статистическая достоверность различий между группами (6 мес. наблюдения)
ΔM – темп роста, процентное изменение показателей (до операции/6 мес. наблюдения)
*p<0,05,**p<0,001 – стат. достоверность различий по сравнению с предыдущим периодом

Показатели активного сгибания оперированной конечности были ниже, чем пассивного. К 3 месяцам объем пассивных движений в большинстве случаев был полностью восстановлен, показатели объема активных движений уровня до операции достигались к 4,5 месяцам после операции. К 6 месяцам амплитуда

активных и пассивных движений была восстановлена по отношению к неоперированной конечности у всех занимающихся в обеих группах.

Оценки степени адаптированности спортсменов к физической нагрузке при *измерении частоты сердечных сокращений (ЧСС)* показало, что занятия положительно влияют на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы: пульс уменьшается как в основной, так и в контрольной группах.

Значительное увеличение частоты пульса происходит в промежутке от двух к седьмой неделе в середине занятия (от 135,4±1,8 уд/мин. до 148,9±1,6 уд/мин. в основной группе и от 137,9±1,6 уд/мин. до 147,1±1,7 уд/мин. в контрольной), что было связано с увеличением интенсивности упражнений и большим двигательным режимом. В последующие периоды, несмотря на расширение двигательных возможностей спортсменов, пульс снижался, что говорило о планомерности и адаптации организма к реабилитационным мероприятиям.

При оценке *силы мышц на тренажере HUBER Motion Lab* было выявлено, что наиболее подверженной атрофии среди исследуемых мышц нижних конечностей была четырехглавая мышца бедра на оперированной конечности в обеих группах исследования (табл. 3).

На фоне проведения реабилитации через 7 недель после операции ухудшалась работоспособность мышц нижних конечностей и проприоцепция на оперированной конечности. Однако к 3 месяцам данные показатели восстанавливались к уровню до операции, кроме икроножной мышцы. Мы полагаем, что это было связано с техникой проведения операции, с заживлением донорского ложа. Разница между группами в этот период составляла: 4-главая мышца 0,6±2,7 даН в основной, 3,6±2,9 даН – в контрольной группах; икроножная мышца – 2±4,1 даН и 2,6±4,3 даН соответственно; приводящие мышцы – 0,8±2,5 даН и 2,5±3,1 даН соответственно; отводящие мышцы – 1±5,1 даН и 2±5,1 даН соответственно.

Также эффективность методики баланс-тренинга для развития проприоцепции выражалась в высоких показателях *двигательной координации*, которые достигали 80-90% состояния неоперированной конечности (табл. 3), в контрольной группе этот показатель варьировал в диапазоне 50-70% ($p<0,001$).

Следует особо отметить *прыжковые тесты*, которые показывают эффективность функционального восстановления оперированной конечности. По всем тестам результаты индекса симметрии конечности у пациентов основной группы к 6 месяцу превышает 92%. В контрольной группе 82-83%. (табл. 4)

Таблица 3

Результаты тестирования координации мышц на многофункциональном тренажере HUBER Motion Lab, (%, M±m)

Показатели	Группа	Периоды наблюдения							
		До оп.	7 нед.	3 мес.	4,5 мес.	6 мес.	P^1	P^2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Левая 4-х главая мышца	О	54,3±2	35,4±1,7**	39,7±1,7	53,7±1,2**	74,8±1,2**	<0,001	<0,001	37
	К	58,5±1,5	42,1±1,7**	40,2±1,6	55±1,3**	60±1,3*	0,45		-3,2
Правая 4-х главая мышца	О	61,3±2,1	38,9±2,2**	43,1±1,9	51,3±1,8*	78,2±1,5**	<0,001	<0,001	27,9
	К	57,2±1,5	38,8±2,3**	43,6±1,8	57,5±1,8**	69,1±1,9**	<0,001		21
Левая икроножная мышца	О	44,6±1,7 43,7±1,4	32,3±1,4 34,5±1,3**	40,7±1,6 42,1±1**	61,1±1,1 60,4±1,3**	82,8±1; 88,6±1,4**	<0,001 0,052	<0,001	86,4 104
	К	40,2±1,9 41±1,7	30,7±1,8 35,9±1,7*	44,2±1,5 48,2±1,8**	51,8±1,5 57±1,3**	55,1±1 52,5±0,9*	<0,001 <0,001		37,5 26,8
Правая икроножная мышца	О	51,8±1,2 52,9±1,7	30,3±2,1 33,7±1,7**	47,3±2,2 43,2±1,6**	66,7±1,4 55,4±1,5**	91,2±1,1 86,9±1,4**	<0,001 <0,001	<0,001	62,5 62,4
	К	49,7±1,6 54,8±1,5	28±2,4 32,8±2,4**	42,4±1,5 37,9±2**	61,8±1,5 60,6±2**	74,3±0,8 67,2±1,4**	<0,001 0,034		51 24
Левые приводящие мышцы	О	64,6±1,6	39,5±1,4**	54,5±1,4**	64,1±5,7**	82±0,7**	<0,001	<0,001	28,1
	К	61,6±1,2	39±1,8**	50,9±1,5**	61,3±1,2**	66,7±0,9**	<0,001		20
Правые приводящие мышцы	О	68,6±1,7	47,2±1,5**	55,8±1,4**	67,9±1,3**	85,5±1,1**	<0,001	<0,001	25
	К	65,3±1,3	44,5±1,5**	57,9±1,4**	60,5±1,4	74,5±1,3**	<0,001		13,9
Левые отводящие мышцы	О	80,9±2	53,7±2,4**	65±2,2*	76,4±1,3**	93,6±1**	<0,001	<0,001	16,3
	К	82,3±2,7	59,2±2,3**	62,5±1,7	63,7±1	66,7±0,8*	<0,001		-19,5
Правые отводящие мышцы	О	77±2,1	60,5±2,5**	64,7±1,4	81,2±1,5**	92,3±0,9**	<0,001	<0,001	19,5
	К	71,5±2,8	55,5±1,4**	69,4±2,3**	73,6±1,5	77,2±1,2	<0,001		8,5

P^1 – статистическая достоверность различий в группе (до операции/6 мес. наблюдения)
P^2 – статистическая достоверность различий между группами (6 мес. наблюдения)
ΔM – темп роста, процентное изменение показателей (до операции/6 мес. наблюдения)
*p<0,05,**p<0,001 – стат. достоверность различий по сравнению с предыдущим периодом

Таблица 4

Показатели скоростно-силовых способностей и стабильности коленного сустава, (M±m)

Показатели	Конечность	Группа	Периоды наблюдения			
			4,5 мес.	6 мес.	P^1	P^2
1	2	3	4	5	6	7
Прыжок с места (см)	На 2 ногах	О	183±5,6	190±6,2	0,41	0,45
		К	179,5±5,8	185±6,7	0,54	
Тройной прыжок (м)	ЗК	О	4,7±0,3	5,1±0,3	0,36	0,49
		К	4,5±0,3	4,8±0,3	0,43	
	ОК	О	3,6±0,3	4,7±0,3	0,28	0,16
		К	3,6±0,3	4±0,3	0,3	
Прыжок «зигзаг» (м)	ЗК	О	3,6±2	4,6±0,3*	0,007	0,34
		К	3,2±0,2	4,2±0,3*	0,03	
	ОК	О	2,7±0,2	4,3±0,3**	<0,001	0,05
		К	2,5±0,2	3,5±0,3*	0,01	
Прыжок на преодоление 6 метров (с)	ЗК	О	2,3±0,1	2,1±0,1	0,13	0,25
		К	2,4±0,1	2,3±0,2	0,65	
	ОК	О	2,5±0,1	2,2±0,1*	0,02	0,03
		К	2,8±0,2	2,7±0,2	0,61	

P^1 – статистическая достоверность различий в группе (до операции/6 мес. наблюдения)
P^2 – статистическая достоверность различий между группами (6 мес. наблюдения)
ΔМ – темп роста, процентное изменение показателей (до операции/6 мес. наблюдения)
*p<0,05,**p<0,001 – стат. достоверность различий по сравнению с предыдущим периодом
ЗК – здоровая конечность
ОК – оперированная конечность

Показатели теста на вестибулярную устойчивость имели высокий исходный уровень по обеим группам, однако улучшались значительно в большей степени у представителей основной группы (-48,8%), что в свою очередь, свидетельствовало о том, что разработанный баланс-тренинг воздействовал не только на проприоцепцию, упражнения на балансирование и координацию влияли также на улучшение вестибулярной устойчивости ($p \leq 0,05$).

Результаты *Теста Ромберга* на одной нижней конечности показывали значительную разницу показателей как здоровой, так и оперированной конечности уже к 4,5 месяцам после операции. К 6 месяцам эта разница между основной и контрольной группами увеличивалась. По статистическому анализу на

6 месяцев, различия между группами достоверны ($p \leq 0,05$). Наибольшая разница определялась при выполнении теста стоя на одной конечности с закрытыми глазами, и для исследования данная проба представлялась особенно важной в связи с тем, что при исключении зрительного анализатора, ощущение положения пациента осуществлялось в значительной степени благодаря проприоцепции.

В тесте оценки проприоцепции при *воспроизведении углов сгибания* коленного сустава было выявлено, что недостаток проприоцепции наиболее ощущался при угле сгибания в коленном суставе 30-40°. Результаты данного теста свидетельствовали о влиянии травмы на проприоцептивную чувствительность, показатели оперированной конечности почти в 2 раза выше, чем на неповрежденной. Эффективность баланс-тренинга отражалась на показателях основной группы: при целенаправленной работе проприоцепция восстанавливалась, и к окончанию физической реабилитации различия здоровой и оперированной конечности составляли не более 2°. В контрольной группе двигательные ощущения от «до операции» до «6 месяцев» улучшались незначительно, разница между основной и контрольной группами была существенна ($p \leq 0,05$) (табл. 5).

Не менее важным в понимании целостного восстановления являлась оценка качества жизни спортсменов и уровень личного субъективного восприятия последствий травмы. Для этого мы использовали исследование по анкетированию: *шкалу The L*ysholm *Knee Scoring* Scale, которая включала оценку таких показателей, как хромота; нагрузка на оперированную конечность; нестабильность в коленном суставе, боль, выпот в суставе; гипотрофия мышц бедра; и *анкету SF-36*, которая включала 8 шкал, итоговые показатели были распределены на 2 части – физическое здоровье и психологическое здоровье. Оценка состояния спортсмена по клиническим признакам демонстрировала лучшее функциональное состояние травмированной конечности пациентов основной группы, что выражалось в более высоких показателях: к 6 месяцам после операции в основной группе результат составлял 95,3 балла, в контрольной – 83,2. Через 1 год для выявления состояния отдаленных результатов реабилитации, показатели основной группы также стабильно высоки (96,4 балла), у спортсменов контрольной группы – на 5 баллов ниже периода 6 месяцев (78,1 балл). Разница между группами составляет 18,3 балла.

Таблица 5

Результаты теста на воспроизведение позиции, (градусы, M±m)

Показатели	Группа	Периоды наблюдения							
		До оп.	7 нед.	3 мес.	4,5 мес.	6 мес.	P^1	P^2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30 градусов с открытыми глазами	ЗК, О	6,3±0,7	6,1±1,2	5,3±1	5,0±0,8	3,1±0,6*	<0,001	0,011	50,8
	ЗК, К	6±0,5	6,5±0,8	6,1±0,7	6,2±0,9	5,7±0,8	<0,001		-5
	ОК, О	11,3±0,6	12,6±0,9	7,9±0,9*	6,2±1	4±0,7*	<0,001	<0,001	-64,5
	ОК, К	11,9±0,7	13,4±0,8	11,3±0,6*	10,3±0,7	10±0,8	0,085		-16
30 градусов с закрытыми глазами	ЗК, О	10,1±1	9,5±1,1	6,8±0,8*	6,2±0,7	3,8±0,7*	<0,001	0,005	-62,4
	ЗК, К	9,7±1,6	9,6±1,9	8,4±1	7,5±1	7,9±0,8	0,271		-18,6
	ОК, О	14,4±1,1	14,3±1,1	9,4±1**	7,5±0,8	4,5±0,9*	<0,001	<0,001	-69,4
	ОК, К	13,7±0,8	14,4±0,4	12,5±0,6*	11,8±0,6	11,3±0,5	0,095		-17,5
45 градусов с открытыми глазами	ЗК, О	5,8±0,7	5,9±0,7	5±0,6	4,6±0,5	2,6±0,6*	0,003	0,029	-55,2
	ЗК, К	6,1±0,6	5,8±0,7	5,6±0,5	5,1±0,7	4,9±0,8	0,243		-19,7
	ОК, О	9,1±1	10,7±0,9	7,9±0,9	5,9±0,4*	3±0,3**	<0,001	<0,001	-67
	ОК, К	9,8±0,7	10,5±0,9	9,5±0,8	8,4±0,7	7,2±0,4	0,007		-26,5
45 градусов с закрытыми глазами	ЗК, О	7±0,9	7,9±0,6	6,7±0,5	5,5±0,6	3,4±0,4*	0,004	<0,001	-51,4
	ЗК, К	6,6±0,6	8,3±0,8	8,3±0,7	7,3±0,6	6,5±0,5	0,989		-1,5
	ОК, О	11,8±1,1	11,3±0,8	9,4±0,6	7,7±0,7	3,5±0,4**	<0,001	<0,001	-70,4
	ОК, К	12,4±1,2	12,2±0,6	11,7±0,8	10,2±0,6	10,1±0,8	0,134		-18,5
60 градусов с открытыми глазами	ЗК, О	4,9±0,7	4,7±0,7	3,6±0,8	2,3±0,5	1,5±0,3	0,001	0,002	-71,4
	ЗК, К	4,1±0,6	4,7±0,7	4,7±0,6	4,5±0,6	4±0,6	0,898		-2,4
	ОК, О	7,6±0,7	9,6±0,8	5,9±1*	3,8±0,5	2,1±0,4*	<0,001	0,001	-72,4
	ОК, К	7,4±0,7	8,3±0,5	8,1±0,7	7,1±1,1	6,6±1	0,528		-10,8
60 градусов с закрытыми глазами	ЗК, О	5,2±0,2	8±0,8*	5,2±0,6*	4,8±0,8	3,2±0,4	<0,001	0,044	-38,5
	ЗК, К	6±0,5	6,8±0,9	6,3±0,7	5,8±0,6	5,3±0,8	0,463		-11,7
	ОК, О	8,7±1,1	11,7±0,7*	8,5±0,8*	7,5±0,8	3,7±0,3**	<0,001	<0,001	-57,5
	ОК, К	8,6±1,06	10,7±0,9	10,5±0,7	9,1±0,9	8,1±0,6	0,675		-5,8

P^1 – статистическая достоверность различий в группе (до операции/6 мес. наблюдения)
P^2 – статистическая достоверность различий между группами (6 мес. наблюдения)
ΔM – темп роста, процентное изменение показателей (до операции/6 мес. наблюдения)
*p<0,05,**p<0,001 – стат. достоверность различий по сравнению с предыдущим периодом
ЗК – здоровая конечность, ОК – оперированная конечность

Проведенные тестирования по изменению проприоцепции в различные периоды восстановительного лечения позволили определить динамику восстановления проприоцептивной чувствительности и выявить ее высокий уровень к завершению реабилитации. Показатели физического развития и

физической подготовленности, анкетирования также продемонстрировали более высокие результаты у пациентов основной группы при включении баланс-тренинга в стандартное лечение.

Применение разработанной методики баланс-тренинга и включение ее в процесс физической реабилитации спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава способствует усовершенствованию процесса восстановления спортсменов, обеспечивает более высокие показатели стабильности сустава, функционального восстановления нижних конечностей и лучший двигательный контроль в управлении движениями.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная методика баланс-тренинга, направленная на восстановление проприоцепции в коленном суставе после оперативного лечения передней крестообразной связки и резекции мениска коленного сустава у спортсменов, является частью методики физической реабилитации, и проводится на функциональном (5-8 нед.) и тренировочно-восстановительном (9-24 нед.) этапе восстановительного процесса и включает в себя: упражнения на развитие координации и баланса при внешнем сопротивлении и контроля позы и точности произвольных движений на статическое и динамическое равновесие.

2. Эффективность применения разработанной методики физической реабилитации подтверждена полученными данными соматометрии (увеличение объема мышц на 12-20,4%), физической подготовленности (увеличение силы мышц и двигательной координации на многофункциональном тренажере HUBER Motion Lab: от 40 до 59,3%), уменьшения различия от абсолютного значения в наиболее показательном тесте на воспроизведение позиции на 69,4% и целостного функционального улучшения на 51,7%.

3. Механизм восстановления проприоцепции и постуральной функции при проведении баланс-тренинга заключается в воздействии на механорецепторы, находящиеся в крестообразных связках и менисках коленного сустава, с целью их тренировки и развития в зависимости от вида проприорецепторов в процессе выполнения физических упражнений: при работе с болевыми раздражителями активизируются свободные нервные окончания; при выполнении движения, ускорения, вибрации – тельца Паччини, при изменении угла ротации коленного сустава – тельца Руффини, в работе с экстремальными углами сгибания и разгибания сустава происходит активация сухожильных телец Гольджи, что позволяет акцентировать работу на внутреннем развитии ощущения движения и контролировать формирование обратной связи от проприорецепторов.

4. Разработанные и применяемые в методике баланс-тренинга физические упражнения, требующие сгибания коленного сустава в 30-40°, позволяют осуществлять работу сустава в области наименьшего проприоцептивного ощущения. Выполнение упражнений с закрытыми глазами позволяет улучшить развитие проприоцепции посредством активации дополнительных компенсаторных реакций за счет повышенной нагрузки на проприоцептивный аппарат коленного сустава.

5. Отдаленные результаты разработанной методики физической реабилитации свидетельствуют об устойчивости в 97% случаев (37 из 38 пациентов вернулись к спортивной деятельности) спортсменов основной группы по сравнению с контрольной – 89 % (33 из 37 пациентов); и сохранения положительной динамики по шкале оценки коленного сустава (Lysholm) по показателям наличия нестабильности, хромоты, боли, функциональных возможностей коленного сустава при нагрузке – 96,4 балла у пациентов основной группы по сравнению с 78,1 баллами у пациентов контрольной группы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Методика физической реабилитации спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции должна базироваться на общепринятой трехэтапной системе восстановительного лечения (стационарный этап, продолжение лечения в условиях реабилитационного центра и амбулаторный этап), а также включать средства и методы лечебной физической культуры, последовательность их применения на различных этапах реабилитации.

2. Весь восстановительный процесс спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава следует разделять на 4 этапа физической реабилитации: ранний послеоперационный (1 нед.) этап, поздний послеоперационный (2-4 нед.) этап, функциональный (5-8 нед.) этап, тренировочно-восстановительный (9-24 нед.) этап.

3. Методика баланс-тренинга спортсменов после операции по восстановлению передней крестообразной связки и резекции мениска коленного сустава включает: упражнения на координацию в положении стоя на полу (с 5 недели), упражнения на развитие статического равновесия на нестабильной опоре (с 6-7 недели), дестабилизирующие упражнения с внешним воздействием, с сопротивлением и упражнения в динамическом режиме (с 9 недели); упражнения в бассейне статического и динамического характера (с 8 недели).

4. При проведении баланс-тренинга необходимо: учитывать направленность работы утраченных проприоцепторов в результате разрыва передней

крестообразной связки и мениска; выполнять упражнения сначала здоровой, потом оперированной конечностью для ощущения различия чувства движения, расслабления и сокращения мышц; чередовать выполнение упражнений с открытыми и закрытыми глазами, чтобы совершенствовать проприоцепцию посредством развития дополнительных компенсаторных реакций; учитывать эффект действия реактивных и инерционных сил при целенаправленной работе по стабилизации звеньев кинематических цепей тела человека; при развитии контроля позы и точности произвольных движений в статическом режиме, упражнения выполнять на согнутых ногах и со смещением центра тяжести организма, чтобы задействовать связочный аппарат коленного сустава; а также при реализации методики учитывать скорость ответной реакции проприоцепторов на движения.

5. Дозировать упражнения таким образом, чтобы последние 2-3 раза выполнения в подходе были сложно осуществимы.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи, опубликованные в рецензированных научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:

1. Федулова Д. В., Бердюгин К. А. Влияние выбора источника аутотрансплантата при сочетанной травме мениска и передней крестообразной связки на функциональность мышц нижних конечностей // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №2. – URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26234 (дата обращения: 29.04.2017).
2. Федулова Д. В., Ямалетдинова Г. А., Бердюгин К. А. Качество жизни пациентов с травмой разрыва передней крестообразной связки коленного сустава // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №3. – URL: https://www.science-education.ru/ru/article /view?id=26376 (дата обращения: 29.04.2017).
3. Федулова Д. В. Проприоцептивная чувствительность при сочетанной травме мениска и передней крестообразной связки коленного сустава // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2017. – Т.12. – №1. – С.188-196.
4. Федулова Д. В., Ямалетдинова Г.А. Психолого-педагогическое воздействие на формирование адаптации спортсменов после серьезной спортивной травмы // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2017. – Т.12. – № 4. – С. 127-139.
5. Федулова Д.В., Бердюгин К.А. Роль проприоцепции в механизме движения человека и ее восстановление после разрыва передней крестообразной связки и мениска коленного сустава // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 4; URL: http://www.science-education.ru/article/view?id=27823 (дата обращения: 21.08.2018).

Работы, опубликованные в журналах и материалах Всероссийских и международных конференциях:

6. Федулова Д. В. Особенности физической реабилитации после артроскопической аутопластики крестообразных связок коленного сустава // Реабилитация и санаторно-курортное лечение: материалы XIII международ. конгресса. – 2015. – С. 55-56.
7. Федулова Д. В. Методы развития проприоцепции после травм крестообразных связок коленного сустава [Электронный ресурс] // Студенческий научный форум 2016: материалы VII международной студенческой электронной научной конференции . – URL: <ahref="http://www.scienceforum.ru/2016/1414/21351">www.scienceforum.ru /2016/1414/21351 (дата обращения: 01.03.2016).
8. Федулова Д. В., Серова Н. Б. Диагностирование повреждений крестообразных связок коленного сустава // Инновационные технологии в физическом воспитании, спорте и физической реабилитации: материалы II науч.-практич. конф. – 2016. – С. 317-325.
9. Федулова Д. В., Серова Н. Б., Ямалетдинова Г. А. Лечебная физическая культура при сочетанной травме мениска, крестообразных и боковых связок // Инновационные здоровьесберегающие технологии в медицине и образовании: материалы Всерос. науч.-практич. конф. с международным участием, посвященной 70-летию образованию в МГМСУ имени А.И. Евдокимова кафедры общей гигиены, Москва 19 мая 2016 г. – Москва: Изд-во МГМСУ. – 2016. – С.288-291.
10. Федулова Д. В., Ямалетдинова Г. А. Оценка эффективности реабилитационных мероприятий после реконструкции крестообразных связок коленного сустава // Безопасный спорт: материалы III Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием Северо-Западного гос. мед. ун-та им. И. И. Мечникова. Москва. – 2016. – С. 153-155.
11. Федулова Д. В., Давыдов Д. А., Серова Н. Б. Применение средств и форм ЛФК в реабилитации людей после операции на крестообразных связках коленного сустава // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2016. – Т.1 – №4. – С. 59-64.
12. Федулова Д. В., Ямалетдинова Г. А. Этиология и патогенез травм крестообразных связок коленного сустава // Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «Готов к труду и обороне» (ГТО) и массовый спорт в системе здорового образа жизни населения»: материалы Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием, г. Владимир 10-12 октября 2016 года. Владимир: ВлГУ. – 2016. – С. 165-168.
13. Федулова Д. В., Ямалетдинова Г. А. Сравнительный анализ программ лечебной гимнастики после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки // Россия между модернизацией и архаизацией: 1917-2017 гг. : материалы XX международ. науч.-практич. конф. Гуманитарного университета, 11-12 апреля 2017 года. Екатеринбург: изд-во ГУ. – 2017. – Т.2. – С. 459-464.

14. Федулова Д. В., Серова Н. Б. Использование метода биологической обратной связи при лечении травм коленного сустава // Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма: материалы XI международ. науч.-практич. конф. – Уфа. – 2017. – С. 375-381.
15. Федулова Д. В. Развитие проприоцепции после травматического повреждения передней крестообразной связки коленного сустава // Физическая культура и спорт – основы здоровой нации: материалы IV международ. науч.-практич. конф. – Чита : ЗабГУ, 2017. – С. 227-234.
16. Федулова Д. В., Ямалетдинова Г. А., Давыдов Д. А. Реабилитация после сочетанной травмы: разрыва передней крестообразной связки и мениска // Безопасность здоровья человека. – 2017. – №2. – С. 38-49.
17. Федулова Д. В., Бердюгин К. А. Применение дополнительных средств восстановления в реабилитации спортсменов после сочетанной травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава // Чаклинские чтения – 2017: материалы VII науч-практич. конф., посвященная 125-летию со дня рождения члена-корреспондента АМН СССР В.Д. Чаклина, 6 октября 2017 года. Екатеринбург. – 2017. – С.54-55.
18. Федулова Д. В. Влияние развития проприоцепции на функциональное восстановление коленного сустава после сочетанной травмы передней крестообразной связки и мениска // Современные методы организации тренировочного процесса, оценки функционального состояния и восстановления спортсменов: материалы Всеросс. науч.-практич. Конф., 24-25 октября 2017 г. : в 2 т. – Челябинск, 2017. – Т. 1. – С. 310-314.
19. Федулова Д. В., Ямалетдинова Г. А. Методы оценки процесса восстановления после реконструкции крестообразных связок коленного сустава // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. – Челябинск. – 2018. – №1. – С. 68-86.
20. Федулова Д. В., Ямалетдинова Г. А. Концепция обучения спортсменов двигательным действиям баланс-тренинга в процессе физической реабилитации после сочетанной травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава // Интеграция теории и практики в общем, дополнительном и профессиональном физкультурном образовании: материалы межд. науч.-практич. конф., г. Москва, 15-17 февраля 2018 г. – С.570-578.

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ПКС	Передняя крестообразная связка
ЗК	Здоровая конечность
ОК	Оперированная конечность
Л.нк.	Левая нижняя конечность
Пр.нк.	Правая нижняя конечность
Откр.гл.	С открытыми глазами
Закр.гл.	С закрытыми глазами
PH	Физическое здоровье
MN	Психологическое здоровье