ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б. Н. ЕЛЬЦИНА»

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
Бердюгин К. А.

Москва – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ТРАВМЫ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ И МЕНИСКА КОЛЕННОГО СУСТАВА 12

1.1 Этиология и патогенез травм крестообразных связок и менисков коленного сустава 12

1.2 Применение средств и форм физической реабилитации спортсменов на различных этапах процесса восстановления 18

1.3 Сравнительный анализ комплексов лечебной гимнастики после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки 23

1.4 Методы развития проприоцепции коленного сустава 26

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 36

2.1 Материал исследования 36

2.2 Методы исследования 39

ГЛАВА III. МЕТОДИКА ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ТРАВМЫ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ И МЕНИСКА КОЛЕННОГО СУСТАВА С ПРИМЕНЕНИЕМ БАЛАНС-ТРЕНИНГА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОПРИОЦЕПЦИИ 49

3.1 Основные положения методики физической реабилитации 49

3.2 Баланс-тренинг для развития проприоцепции в процессе физической реабилитации 52

3.3 Комплексная методика физической реабилитации спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции 63

ГЛАВА IV. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 69

4.1 Оценка показателей физического развития 69
4.2 Исследование показателей физической подготовленности 74
4.3 Динамика показателей проприоцепции 79
4.4 Изменение показателей по результатам анкетирования 82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 85
ВЫВОДЫ 92
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 94
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 97
ПРИЛОЖЕНИЯ 124

ВВЕДЕНИЕ

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 действия баланс-тренинга для восстановления проприоцепции и постуральной функции спортсменов 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.

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 после 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 самого пациента о функциональном состоянии коленного сустава как непосредственно после лечения, так и в отдаленном периоде (12 мес.)

Методология и методы исследования

Методологическая основа исследования определена: современными представлениями о физической реабилитации 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, 2012, 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.

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 гидрокинезотерапией 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.

Степень достоверности и апробация результатов

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.

Реализация 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».

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.

ГЛАВА I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ТРАВМЫ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ И МЕНИСКА КОЛЕННОГО СУСТАВА

1.1. Этиология и патогенез травм крестообразных связок и менисков коленного сустава

Коленный сустав (articulation genus) – наиболее крупный и сложно устроенный сустав тела человека. Он образован суставными поверхностями мыщелков бедренной кости, суставной поверхностью большеберцовой кости и надколенником.

Крестообразные связки находятся внутри сустава и имеют важное значение для укрепления коленного сустава: передняя крестообразная связка (ligamentum cruciatum anterius) препятствует соскальзыванию бедренной кости назад, а задняя крестообразная связка (ligamentum cruciatum posterius) – вперед. Также они регулируют стабильность сустава при движениях большого размаха и движениях, связанных с ротацией; оказывают тормозящее действие при разгибании и сгибании голени в коленном суставе.

Повреждения крестообразных связок являются одними из самых частых травм коленного сустава и наблюдаются до 62 % случаев[30, 53].

Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) возникает в результате: резкой перемены положения верхней части тела (скручивания) и одновременном нахождении на опорной конечности; резкой ротации голени кнаружи при одновременном отведении и разгибании в коленном суставе; отклонения голени кнаружи и ротации бедра кнутри; прямого удара в область коленного сустава.

Разрыв задней крестообразной связки (ЗКС) возникает в результате: удара по голени спереди; сильного переразгибания голени кнаружи; падения на согнутое колено.

Одновременное повреждение ПКС и ЗКС возникает в результате травмирующей силы в нескольких плоскостях: ротирующий момент при

фиксированной стопе с одновременным воздействием силы снаружи внутрь и спереди назад. Такой характер травмы наиболее возможен при ДТП и падениях с высоты [82].

Повреждения ПКС наблюдаются значительно чаще, чем ЗКС. Это связано с тем, что на ПКС приходится основная физическая нагрузка: 75% при полном разгибании КС и приблизительно 85 % при сгибании от 90° до 30°. Передняя крестообразная связка травмируется в 18-30% случаев, задняя крестообразная связка – от 2,4% до 10% случаев. Одновременное повреждение ПКС и ЗКС встречается в 3% случаев [82, 130, 132].

Поскольку связка очень прочная, то разрывы могут быть не только полными, но и частичными. Различают растяжения, частичный разрыв, полный разрыв на протяжении или у места прикреплении связки к кости, разрыв крестообразной связки с отрывом костной ткани межмыщелкового возвышения. Наиболее часто повреждаются средние отделы связки – 70 %, далее следуют повреждения проксимальных отделов – 20 %, на последнем месте – патология дистальных отделов – 10 % [15].

Группа риска – люди, занимающиеся спортом. В спорте по локализации преобладают травмы конечностей – 80% всех травм. По Башкирову В. Ф. процентное соотношение локализации травм показывает, что коленный сустав является самым травмоопасным в общей характеристике – 40,8% [14].

Рассмотрев индивидуально виды спорта, обозначим, что крестообразные связки чаще всего травмируются:

- в игровых видах спорта: футбол, хоккей, баскетбол, волейбол, гандбол;
- в единоборствах: спортивная борьба, бокс, самбо, джиу-джитсу, дзюдо;
- в прыжковых видах спорта: горнолыжный спорт, спортивная гимнастика, акробатика, прыжки на батуте и т.п.

Таким образом, наиболее вероятны повреждения крестообразных связок в контактных видах спорта, так как в них чаще других возможен удар в область коленного сустава; а также в прыжковых видах спорта, так как в данном случае возможно неправильное приземление со скручивающим действием.

При повреждении связки может возникать хруст, появляется отек (иногда через 3-4 часа), возникает сильный болевой синдром в бедренно-надколенном суставе и нарушается подвижность коленного сустава. После стихания болей и спадания отека у больных остается неустойчивость при нагрузке на коленный сустав, отмечается чувство подкашивания в колене.

Обследование пациента начинают с выяснения жалоб и сбора анамнеза. Обращают внимание на отечность сустава и скорость нарастания отека [130]. По различным данным в 60-75% случаев гемартроз коленного сустава является следствием частичных или полных разрывов крестообразных связок [128, 181, 215].

Анализируется объем активных и пассивных движений в КС. Меньшикова И.В. и др. [22] приводит следующую взаимосвязь объема движений в суставе и вида нарушения:

1. Ограничение всех активных и пассивных движений суставе обычно наблюдается при артрите и остеоартрозе;
2. Ограничение и болезненность только определенных активных движений характерно для поражения сухожилий, объем пассивных движений при этом не нарушен;
3. Избыточная подвижность в суставе может встречаться при синдроме гипермобильности (врожденная особенность развития соединительной ткани), либо как проявление нестабильности при повреждении связочного аппарата (при травме или тяжелой артропатии);
4. «Блокада» сустава (фиксация его в положении сгибания или разгибания) возникает при механических препятствиях движениям (ущемлении в полости сустава поврежденного мениска или культи разорванной крестообразной связки, внутрисуставного тела, конгломерата синовиальных ворсин).

Таким образом, «блокада» сустава является серьезным признаком вероятности повреждения крестообразных связок. Тесты, определяющие нестабильность передней крестообразной связки: тест Лахмана (Lachman),

неподвижный тест Lachman, активный тест Lachman, тест переднего выдвижного ящика при сгибании 90°, максимальный тест выдвижного ящика Якоба (Jakob), тест смещения стержня (pivot-shift), модифицированный тест смещения стержня, градуированный тест смещения стержня Якоба (Jakob), тест Мартенса (Martens). Тесты, определяющие нестабильность задней крестообразной связки: тест заднего выдвижного ящика при сгибании 90°, обратный тест смещения стержня Якоба (Jakob), тест заднего отвисания, симптом силы тяжести и тест рекурвации коленного сустава, тест Годфрея (Godfrey).

Основным характерным клиническим симптомом повреждения ПКС является положительный тест «переднего выдвижного ящика» – при захвате голени она легко выдвигается кпереди по отношению к бедру, что невозможно при целости связки. При разрыве задней крестообразной связки при тестировании голень может быть смещена кзади по отношению к бедру – симптом «заднего выдвижного ящика». Также данные тесты проводят вблизи разгибания 20°-30° (тест Лахмана). Остальные тесты являются дополнительными и проводятся для подтверждения или уточнения полученного диагноза.

Помимо тестов проводят аппаратные исследования: артрометром (КТ-1000, КТ-2000, Rolimeter), рентгенографию, компьютерную томографию, магнито-резонансную томографию, ультразвуковое исследование.

После констатации разрыва крестообразных связок возможно оперативное и консервативное лечение в зависимости от целей реабилитации. Для спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни, крестообразные связки восстанавливают оперативно, производя пластику. Пациентам, не нуждающимся в широком диапазоне движений и в полноценной стабильности коленного сустава и в связи с наличием соматической патологии как причиной отказа от оперативного лечения, возможно консервативное лечение. Однако следует отметить, что в случае сочетанных повреждений (разрывов), оперативное лечение назначают вне зависимости от целей реабилитации.

Существует несколько вариантов сроков оперативного лечения. Ряд ученых [82] считает, что наиболее оптимальное время проведения операции: 2-3 сутки после травмы (до 2 недель). В данном случае возможно сшивание связки ввиду ее разволокнения и, таким образом, реабилитационный процесс будет значительно меньше, т.к. сухожилия для аутотрансплантата не будут затронуты.

Некоторые реабилитологи [53, 92, 179, 180, 189, 231] придерживаются другой позиции: до операции необходим предоперационный период сроком 2-8 недель, где пациент учится элементам самообслуживания в условиях дальнейшего вынужденного ограничения движения и работает над увеличением силы четырехглавой мышцы бедра, так как последующие 4-6 недель иммобилизации приводят к значительной гипотрофии мышцы. Более того, Shelboume K. D., Patel D. V. [231] оценивают наличие предоперационного периода, как наиболее оптимальное условие для профилактики возможного последующего артрофиброза (возникает в 4-35 % случаях [180]).Тем не менее, при сравнении статистических данных, наилучшие результаты достигаются при реконструкции «свежих» [184] повреждений крестообразных связок, т.к. отсутствие своевременной операции приводит к хронической нестабильности коленного сустава, тем самым меняя процесс восстановительного лечения.

Полное морфо-функциональное восстановление связок после операции наступает от 5-6 месяцев до 1 года: в течение 3 мес. происходит приживление трансплантата в коленный сустав [32]; восстановление кровоснабжения трансплантата происходит в сроки от 2-х до 6 мес. [128]; через 6 мес. после травмы происходит полное завершение репарации соединительной ткани [149]; биологический процесс перестройки и укрепления новой связки продолжается не менее 6-12 мес. [32].

Данные сроки определяются выбранной методикой реабилитации, физической подготовленностью и индивидуальными особенностями пациента.

Однако изолированные разрывы передней крестообразной связки встречаются редко, в основном – в сочетании с другими повреждениями. Так, например, часто происходят разрывы передней крестообразной и большеберцовой

коллатеральной (БКС) связок – 20-39% случаев [85]. Значительно реже имеют место травмы малоберцовой коллатеральной (МКС) и задней крестообразной связок. Самым тяжелым повреждением называют комбинацию из повреждения ПКС, БКС и разрыва медиального мениска – «несчастливая триада». Такая травма возможна при ударе сбоку полностью разогнутой голени на фиксированной стопе. Тем не менее, первое место по статистическим данным множественной травмы занимает повреждения ПКС и мениска (латерального или медиального) которое встречается в 70% случаях [236]. Внутренний мениск имеет полулунную или С-образную форму, наружный мениск образует почти полный круг в форме буквы О. Наружные края менисков утолщены, по направлению же к центру они истончаются, их внутренний край острый. При движениях в коленном суставе мениски сжимаются, их форма меняется.

В норме при разгибании в КС и опоре на конечность мениски несколько смещаются вперед и кнаружи, а при сгибании – передвигаются кзади. При сгибании и разгибании мениски движутся вместе с большеберцовой костью, а при ротации – вместе с бедром, что играет весьма существенную роль в механизме их повреждений [53] – при сгибании колена с ротацией в ту или иную сторону; при ротационном движении – вращении бедра внутри при фиксированных голени и стопе. По статистическим данным, учитывая большую подвижность наружного мениска, его травматические повреждения происходят реже, чем внутреннего (1:10) [53, 85].

Характерные признаки травмы: боли в области сустава, изменение его контуров (гемартроз, синовит), блокада сустава; при пальпации определяется боль по ходу суставной щели, которая усиливается при ходьбе по лестнице вниз (симптом «лестницы») [48].

Тесты, определяющие разрыв мениска: симптомы Штейнманна (Steinmann), тест McMurray, тест Брагарда (Bragard), симптом Пайра (Payr), тест Кэбота (Cabot), ротационно-компрессионный тест Песслера (Paessler), тест Белера-Кремера (Boehler-Kroemer), тест Мерке (Merke), дистракционный и компрессионный тест Apley, медиальный и латеральный тест Anderson. [26]

При травме передней крестообразной связки и мениска коленного сустава, главным является повреждение ПКС, поэтому методика физической реабилитации формируется, исходя из доминирующего повреждения.

1.2. Применение средств и форм физической реабилитации спортсменов на различных этапах процесса восстановления

Физическая реабилитация – деятельность по восстановлению частично утраченных или ослабленных психофизических функций и способностей человека [102]. Основным содержанием физической реабилитации является восстановление трудоспособности спортсмена путем поэтапного применения лечебной физической культуры с использованием нарастающих по интенсивности и объему физических нагрузок.

Понятие «лечебная физическая культура» (ЛФК) в различных источниках трактуется по-разному. Некоторые авторы отмечают, что ЛФК – это медико-педагогическая дисциплина [28, 150], другие раскрывают понятие ЛФК как метод лечения, реабилитации и профилактики различных заболеваний [48, 54,74]. Однако обе позиции авторов сходятся в содержании понятия – ЛФК использует средства физической культуры с лечебно-профилактической целью.

По общепринятой классификации выделяют следующие средства физической культуры: физические упражнения, оздоровительные силы природы и гигиенические факторы.

Специалисты по физической реабилитации, рассматривая вопрос средств лечебной физической культуры, расширяют этот перечень. Так, по мнению Епифанова В.А. [54] помимо основных средств (физические упражнения, естественные факторы, двигательный режим), присутствуют дополнительные: трудотерапия, механотерапия и массаж. Такой же позиции придерживается Вайнер Э.Н. [28], только массаж выделяет не как средство ЛФК, а как метод. Дубровский В.И. [48], в свою очередь, механотерапию и трудотерапию относит не к средствам, а к формам ЛФК, наряду с лечебной гимнастикой, утренней

гигиенической гимнастикой, дозированными прогулками, ближним туризмом и гидрокинезотерапией.

Наиболее полно описываются средства и формы физической реабилитации спортсменов на различных этапах процесса восстановления после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава в классификации Епифанова В.А. [55]. При данной травме используются такие средства, как физические упражнения, криотерапия, массаж, механотерапия; формы: лечебная гимнастика и гидрокинезотерапия.

После операции главной целью реабилитационных мероприятий является снятие болевого ощущения и отечности, для чего применяется криотерапия, которая способствует уменьшению отека и боли, мышечных спазмов, вызывает снижение скорости обмена веществ в тканях, нервной проводимости, тем самым помогая поврежденным тканям восстанавливаться. Эффективность применения криотерапии после операций на крестообразных связках отмечают многие исследователи [169, 178, 185, 205, 206, 211, 223], которые сходятся во мнении, что «холодная» аппликация [205], проведенная в первые 12-72 часа после операции, снижает болевой эффект и отечность. Для реабилитации после реконструкции крестообразных связок в основном используются холодные компрессы (охлаждающие гелевые и химические пакеты), устройства холодного сжатия и массаж со льдом. По проведенным исследованиям, наиболее результативной является методика холодного сжатия [169, 185, 211], так как уменьшается риск некроза кожи. Криотерапия применяется в первые 12-72 часа после операции, продолжительность процедуры составляет 20-30 минут каждые 2 часа. Противопоказаниями к процедуре являются: гиперчувствительность к холоду, а также наличие вазоспастических нарушений (синдром Рейно) [205]. Важным преимуществом метода доступность и легкость применения, а также криотерапия может быть рекомендована для использования в домашних условиях.

После снятия отечности целью дальнейшего лечения становится нормализация кровообращения в суставе, устранение застойных явлений,

предотвращение контрактур, для чего со 2 дня начинают проводить физические упражнения и массаж.

Физические упражнения являются основным средством физической реабилитации и проводятся в форме лечебной гимнастики (ЛГ) и гидрокинезотерапии. Комплекс ЛГ начинают проводить со 2 дня после операции. Продолжительность занятий лечебной гимнастикой – около 6 месяцев.

Снизить нагрузку на сустав и начать активные упражнения раньше обычного позволяют упражнения в водной среде – гидрокинезотерапия.

Основные преимущества метода при данной травме [39, 167]: благодаря свойствам воды и механизмам воздействия, происходит снижение нагрузки на коленные суставы, что позволяет выполнять упражнений с большей, чем в обычных условиях, амплитудой движений в коленном суставе при минимальном мышечном усилии. Возможна постепенная тренировка опороспособности оперированной конечности при смене исходных положений – лежа, сидя, стоя, а также в ходьбе по дну бассейна с более глубокой части до более мелкой части. После восстановления амплитуды движений и опороспособности сустава посредством плавания стилями брасс и кроль, а также выполнению упражнений в быстром темпе и наличию водного сопротивления происходит укрепление передней и задней поверхности мышц бедра и голени, увеличивается проприоцепция и ощущение равновесия.

Гидрокинезотерапию назначают после снятия иммобилизации, занятия проводятся в бассейне при температуре воды 28-30° с продолжительность процедуры от 15 до 45 минут [39, 149]. Противопоказаниями к проведению процедуры являются открытые раны, инфекционные заболевания, высокая температура.

Часто чтобы адаптировать организм к предстоящим нагрузкам используют массаж, который также способствует нормализации кровообращения в суставе и устранению контрактур. Во время иммобилизации применяют массаж в зоне иннервации S5-S1, L5-L1, Th12-Th11 – поясничной области, также массируют здоровую конечность и мышцы выше и ниже коленного сустава оперированной

конечности с использованием приемов поглаживания, растирания, разминания, вибрации.

Некоторые авторы придерживаются необходимости проведения массажа в первые дни после операции (2-3 день) [62, 122, 238]. Цыкунов М.Б. рекомендует назначать массаж через 5-7 дней после операции [149].Массаж самого оперированного коленного сустава проводят после снятия иммобилизации. Применяют технику самомассажа 2-3 раза в день по 5-7 мин.

Zalta J. [238] пишет о том, что посредством массажа можно уменьшить пателло-феморальный болевой синдром, который является частым осложнением после реконструкции крестообразных связок.

Следующим средством физической реабилитации является механотерапия. Основу механотерапии составляют дозированные, ритмически повторяемые физические упражнения на специальных аппаратах и приборах с целью: восстановления подвижности в суставах (на аппаратах маятникового типа), облегчения движений и укрепления мышц (на аппаратах блокового типа), повышения общей работоспособности (на изокинетических тренажерах). Упражнения оказывают положительное влияние на тот или иной сустав или группы мышц и могут быть дозированы в отношении амплитуды движения, силы сопротивления и темпа при помощи специальных приспособлений.

Доказано, что локальные воздействия аппаратами механотерапии через возбуждение проприорецепторов и центральных зон моторного анализатора оказывают широкое воздействие на организм в целом [10].

Теория Юлиуса Вольфа о том, что кость здорового человека или животного адаптируется к нагрузкам, которым подвергается, и если нагрузка на кость возрастает, то кость перестроит себя таким образом, что станет сильнее по отношении к этому типу нагрузки, была дополнена. Так, Khan K.M., Scott A. [196] обосновали влияние внешнего воздействия (механотерапии) не только на заживление кости, но и на ремоделирование и заживление тканей. В литературе данные процессы обозначены понятием механотрансдукции. Механотрансдукция описывает клеточные процессы, которые транслируют механические стимулы в

биохимические сигналы, тем самым позволяя клеткам адаптироваться к их физическому окружению. Положительный эффект механотрансдукции описан в отношении сухожилий, мышц и суставного хряща [196]. Таким образом, механотерапии осуществляет двусторонний эффект на человека: во-первых, общее стимулирующее и развивающее воздействие, как от физической активности, во-вторых, стимулирует нервно-мышечные реакции в организме, которые способствуют развитию афферентных связей.

Средства и формы физической реабилитации, которые применяются в восстановлении после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава представлены (табл. 1).

Таблица 1 – Применение средств и форм физической реабилитации спортсменов на различных этапах процесса восстановления

Задачи	Средства и формы физической реабилитации				
	Криотерапия	Физические упражнения	Массаж	Гидрокинезотерапия	Механотерапия
Снижение болевого синдрома	+	-	+	-	-
Снятие отечности	+	-	+	+	-
Улучшение кровообращения, трофики тканей и обмена веществ	-	+	+	+	+
Разработка диапазона движений	-	+	-	+	+
Восстановление силы и тонуса мышц	-	+	-	+	+
Улучшение сократительной способности мышц	-	+	+	-	+
Восстановление стабильности сустава	-	+	-	+	+

Таким образом, проанализировав работу и направленность реабилитационных мероприятий, отметим, что для снятия болевого синдрома и отечности помимо физиотерапевтических методов (магнитотерапия, ультразвук, УВЧ) в первые дни после операции применяют криотерапию. С целью профилактики застойных явлений и контрактур проводят лечебную гимнастику,

начиная с легких упражнений по изометрическому напряжению мышц нижних конечностей и массаж.

После снятия иммобилизации (до 8 недель после операции) на первый план выходят задачи по разработке сустава, увеличения силы мышц, условия для этого создает применение гидрокинезотерапии.

На более поздних этапах реабилитации применяется механотерапия, в основном для улучшения силы и тонуса мышц, а также для восстановления стабильности сустава и активизации обменных процессов.

По нашему мнению, комбинирование всех вышеуказанных средств и форм физической реабилитации формирует наиболее рациональный планомерный алгоритм процесса восстановления, однако в настоящее время данная совокупность определяется с учетом оснащенности восстановительных центров и больниц, а также собственных двигательных потребностей пациента.

1.3. Сравнительный анализ комплексов лечебной гимнастики после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки

При сравнении комплексов лечебной гимнастики, были выделены основные и в тоже время наиболее спорные компоненты восстановления после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки: амплитуда движений в КС, осевая нагрузка при передвижении, упражнения с открытой и закрытой кинематической цепью, блочные аппараты и упражнения с отягощением, развитие проприоцепции.

1) Достижение угла сгибания в 90° (амплитуда движений в КС).

Adams D. et al. [179] пишет о том, что уже в первые 3 дня (и в течение 1 недели) объем активных и пассивных движений должен достигать от 0° до 90°. Автор полагает, что ранняя разработка сустава снижает риск возможного послеоперационного осложнения, такого как артрофиброз. Если в течение 2-х недель целевые показатели не достигнуты, пациенту предлагается дополнительное упражнение в исходном положении – лежа на животе,

оперированная конечность свисает с кушетки (вначале без груза по 10 мин., потом с утяжелителем на лодыжке). Аналогичного мнения придерживается и Епифанов А.В. [53].

Wang H.-J. et al. [237] и Кузьменко В.В. и др. [128] считают, что угол 90° должен достигаться за первые семь суток после операции, но разница во взглядах с вышеуказанными авторами заключается в позиции по дальнейшей разработке устава. Если Adams D. et al. [179] достигает угла сгибания 110°-115° уже на 2-й неделе, то Wang H.-J. [237] – спустя 4 недели.

Миронов С.П. и др. [82] доказал, что угол в 90° достигается через 2 недели после операции. Федорова Т.Н. и др. [136] ставит задачу достижения угла сгибания в 90° в течение всего первого периода (30 дней).

Cavanaugh J.T. et al. [172] пишет о том, что угол сгибания в 90° достигается к 4-6 неделе и определяет максимальный ограничитель в достижении угла сгибания в 90° – 12 недель. Если по истечению этого периода результат не достигнут, то выполняется артроскопическая операция по удалению спаек в области сустава.

2) Осевая нагрузка при передвижении.

Adams D. et al. [179] полагает, что уже на 2-й неделе после операции допускается полная нагрузка на травмированную нижнюю конченость и перемещение без костылей. Несмотря на ранние сроки, Adams оговаривается, что использование костылей может быть прекращено тогда, когда во время передвижения у пациента не будут возникать болевые ощущения.

Епифанов В.А. и др. [71] допускает полную нагрузку на оперированную конечность (ОК) и ходьбу без костылей с 3-4 недели; Wang H.-J. et al. [237] – с 6 недели, Орлецкий А.К. и др. [96] – с 7 недели, Федорова Т.Н. и др. [136] полагает, что полная нагрузка возможна с 9 недели после операции.

3) Упражнения с открытой и закрытой кинематической цепью.

Спорность следующей базовой позиции комплекса лечебной гимнастики заключается в том, что с одной стороны считается, что упражнения с открытой кинематической цепью (сгибание и разгибание КС без опоры) увеличивают силу

четырехглавой мышцы бедра [228], с другой стороны – способствуют развитию нестабильности КС, оказывая растягивающее действие на ПКС. В связи с чем рекомендуют применять упражнения с закрытой кинематической цепью, т.к. рефлекторное включение сгибательной мускулатуры коленного сустава исключает «скольжение» берцовой кости во время разгибания нижней конечности и снижает растяжение ПКС [93].

При проведении исследований на предмет влияния отдельно упражнений с открытой кинематической цепью и отдельно упражнений с закрытой кинематической цепью было выявлено, что при занятиях до 6 недель отсутствует разница в результатах, наблюдается одинаковый эффект [189, 217]. В более позднем периоде реабилитации исследователи сходятся во мнении, что необходимо комбинировать упражнения.

По срокам начала занятий, большинство реабилитологов рекомендует начинать упражнения с закрытой кинематической цепью только, когда угол сгибания достигнут в 90°. Risberg et al., [228] в свою очередь, уточняет, для того чтобы минимизировать нагрузку на трансплантат, упражнения с открытой кинематической цепью должны выполняться при сгибании коленного сустава минимум 40°; упражнения с закрытой кинематической цепью – не более 60°.

4) Блочные аппараты и упражнения с отягощением.

Рой И.В. и др. [122] в свою программу по реабилитации включает упражнения с отягощением уже с 3-й недели. Валеев Н.М. [116] – с 9-й недели. Попов С.Н. [140] рекомендует использовать блочные аппараты на 5-8 неделе. В свою очередь, Тихилов Р.М. и др. [32] пишет о том, что исходя из его опыта, не следует тренировать мышцы передней поверхности бедра на аппаратах с блоком до 6 месяцев.

5) Развитие проприоцепции.

Авторы сходятся во мнении, что проприоцептивные упражнения необходимо включать в комплексы лечебной гимнастики с 5 недели [53, 136, 157]

Таким образом, анализ методик восстановления позволил определить целевые установки по реабилитации специалистов данной области и выявить способы их решения.

1.4 Методы развития проприоцепции коленного сустава

Научная разработка физиологии двигательного акта начинается с трудов британского физиолога Чарльза Белла (1774-1842), который высказал мысль о том, что мышечная система представляет собой не только рабочий эффекторный аппарат, но и является своеобразным органом чувств. Благодаря наличию двусторонней (афферентной и эффекторной) нервной связи между мозгом и мышцами создается своего рода замкнутый круг, в котором центробежные импульсы приводят в движение мышечный аппарат, а центростремительные импульсы, возникающие в самих мышцах, информируют мозг о текущих состояниях рабочего органа и дают возможность точно управлять мышечными движениями. Без такой обратной сигнализации, оцениваемой как «мышечное чувство», не может осуществляться координированный моторный акт.

Исследования этой проблемы в России начаты Сеченовым И.М. (1829-1905), который называл информацию от проприорецепторов «темным чувством», и продолжены Бернштейном Н.А. (1896-1966), идеи которого о многоуровневости системы организации движений и рефлекторном кольце лежат в основе современных представлений о регуляции движений.

Бернштейн, как и Ч. Белл полагал, что для выполнения того или иного движения мозг не только посылает определенную команду к мышцам, но и получает от периферийных органов чувств сигналы о достигнутых результатах и на их основании дает новые, корректирующие команды. Бернштейн Н.А. для обоснования теории создает схему рефлекторного кольца и формулирует концепцию физиологии активности.

Схема рефлекторного кольца – это определенная форма взаимоотношений между афферентным и эффекторным процессом (рис. 1). Афферентный процесс –

это центростремительный процесс нервного возбуждения, который происходит по направлению от органа к ЦНС. Эффекторный процесс – обеспечивает сигнал по обратной реакции от ЦНС к движущемуся органу.

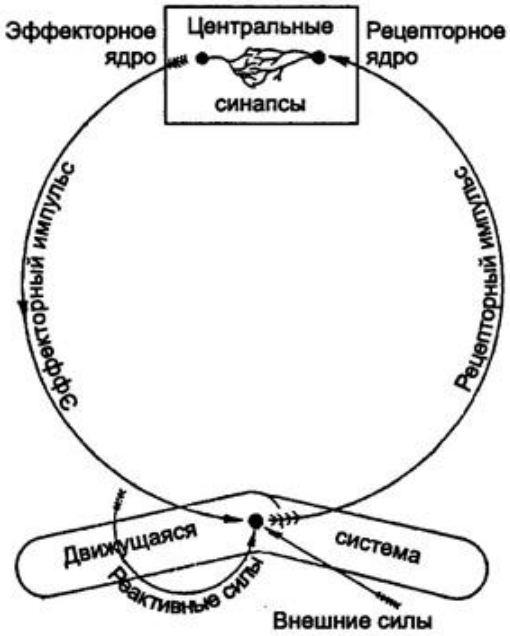

Рисунок 1 – Схема проприоцептивного рефлекторного кольца [16]

Немного другую точку зрения описывает Бальсевич В.К. [9], отражая 4 фазы схемы управления движениями:

1) мозг человека по двигательным нервам посылает мышцам команды;

2) мышцы, выполняя эти команды, создают тяги, приводящие в движение отдельные звенья аппарата движений;

3) от мышц и связок по чувствительным нервам в мозг поступают сигналы о том, как исполнены поданные команды;

4) затем этот цикл повторяется, и в случае необходимости осуществляется коррекция движений.

Первые 2 фазы – это эффекторный процесс, третья фаза – афферентный процесс; четвертая – осуществляется коррекция при помощи эффекторного и афферентного процессов.

Таким образом, нарушения в эффекторном процессе влекут за собой нарушения в виде параличей, парезов, контрактур и тд. Нарушения в афферентном процессе всегда сопровождаются нарушением координации.

Любой двигательный акт строится на основе работы кинематических цепей. Кинематические цепи – это костные звенья, которые подвижно сочленены между собой и работающие с постоянным активным участием мускулатуры. Суставы могут позволять звеньям поворачиваться относительно одной, двух или трех осей, соответственно обладать одной, двумя или тремя степенями свободы. То есть число степеней свободы конкретного сустава или конечности определяется мерой взаимной подвижности двух звеньев кинематической цепи.

От степени подвижности кинематических цепей зависит устойчивость движущегося органа. Для того чтобы зафиксировать позу сложной кинематической цепи, необходимо закрепить каждую из имеющихся у нее степеней свободы независимыми друг от друга связями. Роль этих связей в организме большей частью исполняют мышцы, реже – внешние силы. Центральная нервная система сможет придать мышце то или иное требующееся напряжение для стабилизации только в том случае, если она будет в курсе наличной длины мышцы и всех претерпеваемых изменений. В этом обмене информацией и заключается принцип обратной связи, который получил название принципа сенсорных коррекций.

Разрыв крестообразной связки приводит к повреждению в афферентной импульсации – нарушению передачи исходной информации о состоянии движущегося органа в ЦНС.

Для обозначения афферентной основы движений человека Sherrington C.S. [233, 234] вводит понятие «проприоцепция» в 1906 году.

Проприоцепция – способность воспринимать положение и перемещение в пространстве собственного тела или его отдельных сегментов [70, 78].

Проприорецепторы относятся к интерорецепторам (воспринимают внутренние сигналы), которые наряду с экстерорецепторами (воспринимают внешние сигналы из окружающей среды, например, зрительный рецептор,

слуховой и тд.) обеспечивают превращение влияния фактора внешней или внутренней среды в нервный импульс.

Проприорецепторы – механорецепторы, расположенные в тканях мышечно-суставного аппарата, воспринимающие их растяжение или сокращение [23], т.е. это рецепторы двигательного ощущения, которые передают сигналы о положении тела в пространстве и играют решающую роль в регуляции движений человека.

Специалисты по хирургическому восстановлению передней крестообразной связки определили способ ее восстановления, когда проприорецепторы могут быть сохранены при ее реконструкции.

Так, например, отечественные специалисты, создали новый способ восстановления целостности передней крестообразной связки за счет собственных тканей, избегая тем самым замещения поврежденной связки на трансплантат, максимально сохраняя механорецепторы [106, 107].

Способ хирургического сохранения проприоцепции при частичном повреждении ПКС выявила и другая группа исследователей. Авторы предложили производить реконструкцию одного изолированно поврежденного пучка передней крестообразной связки, не повреждая при этом целый пучок, таким образом, ускоряя процессы ремоделирования сухожильного трансплантата и его реваскуляризации [107].

Однако, при рассмотрении вопроса с точки зрения физической реабилитации, необходимо отметить функциональность и направленности самих проприорецепторов, чтобы определить возможности их восстановления через движение.

Как отмечает Лисицин М.П. [73], при проведении морфологических исследований внутрисуставных структур коленного сустава, были идентифицированы различные типы механорецепторов. Эти рецепторы проприоцепции были разделены на 2 большие группы: свободные нервные окончания и инкапсулированные нервные окончания (тельца Руффини, тельца Паччини, сухожильные тельца Гольджи). Считается, что каждый вид рецепторов реагирует только на специфический для него тип раздражения.

Свободные нервные окончания не имеют миелиновой оболочки, состоят из блестящих терминальных нервов. Они обнаружены в больших количествах на внутрисуставной поверхности капсулы сустава, связках, особенно в местах их прикрепления. Свободные нервные окончания являются высоко пороговыми механорецепторами, реагирующими на боль.

Тельца Руффини представляют собой инкапсулированные, шарообразные образования, объединенные в грозди. Каждый элемент грозди имеет свой миелиновый аксон. Эти механорецепторы обнаружены в коллатеральных и крестообразных связках, капсуле, менисках. Тельца Руффини относятся к низкопороговым, медленно реагирующим рецепторам, которые генерируют импульсы, связанные с относительным положением мышц и суставов, обеспечивая информацией о положении сустава, а также о направлении движения и угла ротации.

Тельца Паччини – это инкапсулированные, удлиненные образования конической формы. Тельца Паччини выявлены в капсуле сустава, крестообразных связках. Это быстрореагирующие рецепторы отвечают на малые изменения в давлении внезапным взрывом высокочастотных импульсов, за которыми следует быстрое затухание, даже если раздражение продолжается. Тельца Паччини чувствительны к ускорению, вибрации, реагируют на начало движения.

Сухожильные тельца Гольджи – самые крупные образования, состоят из инкапсулированных механорецепторов, имеющих веретенообразную форму, покрытые тонкой капсулой. Они обнаружены в связках, рогах менисков, расположены параллельно коллагеновым волокнам. Сухожильные тельца Гольджи относятся к высокопороговым, медленно реагирующим рецепторам. Они возбуждаются только при экстремальных углах сгибания и разгибания сустава, отвечают за направление движения.

В 1980 году Ferrell W. [187] выделил отдельную группу механорецепторов, которые способны возбуждаться не только при запредельных движениях в суставе, но и при низких нагрузках, так называемые «midrange units», т.е. проприорецепторы, действующие в среднем диапазоне движений. Ferrell W.

обнаружил, что до 50 % этих проприоцепторов находятся в передней крестообразной связке. Данный результат был получен из анализа кошачьих связок. Описание проприоцепторов крестообразных связок человека сделали следующие ученые, которые пришли к такому же выводу [116, 162, 195, 207, 213]. Соответственно, нарушение целостности крестообразных связок влечет за собой нарушение проприоцептивных способностей [162, 163, 177, 208], баланса тела во время движения, что может способствовать развитию дистрофических заболеваний и получению вторичных травм. Denti M. et al. [156] провел исследование, в результате которого выявил, что при отсутствии операции после разрыва связок, механорецепторы в них постепенно исчезают так, что через 9 месяцев после травмы выявляются только свободные нервные окончания, а через 1 год – и они отсутствуют. К такому же выводу пришел и Lee D.-H. et al. [184].

Основные функции, которые выполняют проприорецепторы [73]:

1) Обеспечивают чувство положения сустава в пространстве;
2) Инициируют защитные рефлексы, стабилизирующие сустав и предупреждающие его повреждение.

Анализируя современные способы развития проприорецепторов, отметим, что восстановление двигательной чувствительности (постурального контроля) осуществляется по двум направлениям: постуральная устойчивость – баланс в основной стойке, и постуральная ориентация – динамическое равновесие.

Постуральная устойчивость диагностируется и совершенствуется посредством стабилометрии [3, 126, 165, 176, 210] – метода регистрации положения и движений общего центра тяжести на плоскость опоры в положении стоя. Для проведения измерения в качестве плоскости опоры используется стабилометрическая платформа. Тренировка нацелена на улучшение постуральной стабильности, перемещения веса тела и управления центром тяжести. Возможны варианты стабильной опоры, а также с небольшим изменением уровня наклона основания (в 20°). Суть исследования заключается в том, что вначале у пациента регистрируется баланс тела в положении основной стойки. Далее реабилитолог предлагает выполнить несколько тестов на

координацию и равновесие. Тесты могут быть как статические, так и динамические, они программные, т.е. изначально составляют основу устройства. Реабилитолог может регулировать степень необходимых измерений и развитие функциональных возможностей. Развитие и корректировка нарушений возможна посредством биологической обратной связи, когда пациент, смотря на монитор, сам сознательно выполняет определенные упражнения и видит свой результат.

Для развития динамического равновесия используется более широкий круг методов, в большинстве – аппаратных. Учитывая взаимосвязь между состоянием околосуставных мышц и проприоцепцией [16, 83], наиболее востребованными в данном направлении является работа на артрологических комплексах Cybex [208], Biodex [83], Con-trex [201], где проводится комплексная оценка.

Однако также создаются узкоспециализированные аппараты только для оценки проприоцепции в сагиттальной (рис. 2) или только во фронтальной плоскости (рис. 3).

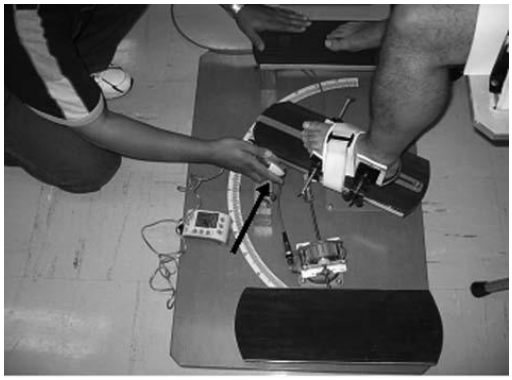

Рисунок 2 – Аппарат для оценки проприоцепции в сагиттальной плоскости [183]

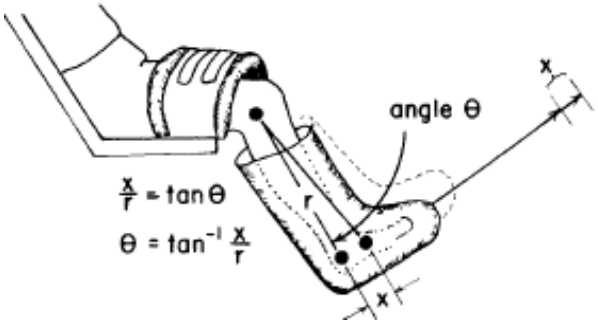

Рисунок 3 – Аппарат для оценки проприоцепции во фронтальной плоскости [162]

Объединяет их то, что все упражнения связаны с ротационными движениями (круговые движения, вращения) и выполняются с закрытыми глазами, чтобы отсутствие афферентной информации невозможно было компенсировалось зрительными и вестибулярными анализаторами. Суть метода заключается в том, что пациент сидит на стуле, оперированная конечность (ОК) согнута под углом в 90°. Врач задает исходные значения – определенные углы

сгибания (в случае исследования Muaidi Q.I. et al. [183] – исходные значения – углы поворота стопы). Задача пациента почувствовать и сказать, когда нижняя конечность проходит данные значения. Анализируется погрешность между воспринимаемым и фактическим углом сгибания при активных и пассивных движениях в КС. Barrack R.L., Skinner H.B., Buckley S.L. [162] на своем аппарате выявили, что дефицит афферентных связей в коленном суставе после травмы передней крестообразной связки наиболее ощущается при угле сгибания в 30°-40°, что является важным значением при исследовании.

Для оценки симметрии конечностей Noyes F.R., Barber S.D., Mangine R.E. [215], предложили использовать плиометрические тесты. Комплекс состоит из 4 прыжков, которые выполняются на оперированной конечности: прыжок в длину с места (рис. 4), тройной прыжок (рис. 5), тройной прыжок зигзагом (рис. 6) и преодоление 6-метровой дистанции, прыгая на ОК (рис. 7). После каждого прыжка, на преодоление 6-метровой дистанции, пациент фиксирует себя после приземления на 2 сек. с сохранением баланса. Далее производится оценка здоровой конечности, и сравниваются результаты.

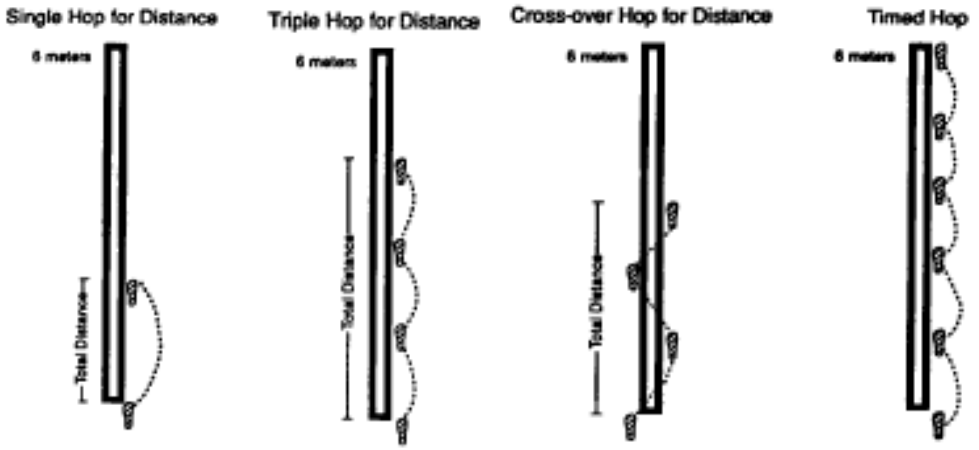

Рис. 4 Рис. 5 Рис. 6 Рис. 7

Рисунок 4-7–Функциональные тесты, определяющие симметрию конечностей по Noyes F.R., Barber S.D., Mangine R.E., 1991

Данные тесты являются показательными, учитывая наличие противоречия, которое заключается в том, что некоторые исследователи полагают, что травма

крестообразной связки нарушит проприоцепцию и баланс тела только со стороны поврежденной конечности [162, 201, 235]; другая часть ученых предполагает и научно доказывает двустороннее влияние травмы, т.е. несмотря на поражение связки одного коленного сустава, проприоцепция будет нарушена в обоих суставах [164, 175, 225]. Таким образом, посредством данного теста вычисляется индекс симметрии конечностей. Реабилитологи его используют в своей работе [157, 214].

С целью оценки функциональных изменений проприоцепции определяют время ответного сокращения мышцы, регистрируемого на разных видах ЭМГ [176, 177]. Разница между простым изучением состояния мышцы по электромиографии заключается в том, что в данном случае применяется внешнее воздействие на мышцу (зажимание, прижатие), и далее фиксируется время обратной реакции по сокращению. Стандартная методика ЭМГ основана на стимулирующем воздействии импульсами электрического тока на двигательные нервные проводники и регистрации величины вызванных мышечных сокращений, т.е. без физического воздействия.

С целью анализа характера изменения походки после реконструкции крестообразных связок применяют технологию «Motion analysis» [165], в отечественной литературе – «Клинический анализ движений» [11, 125]. Суть данного метода заключается в том, что производится оценка перемещения и баланса тела в движении. Основное исследование – диагностика походки и выявление на основе этого степени функционального нарушения. На теле пациента прикрепляются специальные датчики-электроды, которые регистрируют биоэлектрическую активность мышц, движение в суставах, уровень функциональных возможностей, а благодаря специальной дорожке, по которой ходит пациент – регистрируется время опоры на различные отдела стопы.

Рассматривая работы отечественных исследователей [32, 104], которые разработали и применили комплекс проприоцептивной тренировки для спортсменов, выявлено, что в доминирующем большинстве в комплексе используются упражнения на нестабильной опоре: эластичные плоские,

полуцилиндрические или полусферические платформы. Упражнения начинают выполнять с 5-й недели, после прекращения иммобилизации и до перехода к начальному этапу спортивной тренировки (5-6 мес. после операции) постепенно увеличивая нагрузку [38].

Таким образом, основные компоненты процесса реабилитации с применением методов проприоцептивного восстановления постурального контроля:

1) Применение ротационных упражнений во всех плоскостях;
2) Применение плиометрических (прыжковых) упражнений для развития функциональной устойчивости;
3) Использование нестабильной опоры для развития баланса и координации;
4) Выполнение упражнений с закрытыми глазами для лучшего развития сенсомоторного контроля.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Материал исследования

Исследование проводилось на базе Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Свердловской области «Центр специализированных видов медицинской помощи «Уральский институт травматологии и ортопедии имени В. Д. Чаклина» и Института физической культуры, спорта и молодежной политики УрФУ. Исследование проводилось в 3 этапа (2015-2019 гг.).

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 (рис.8): 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).

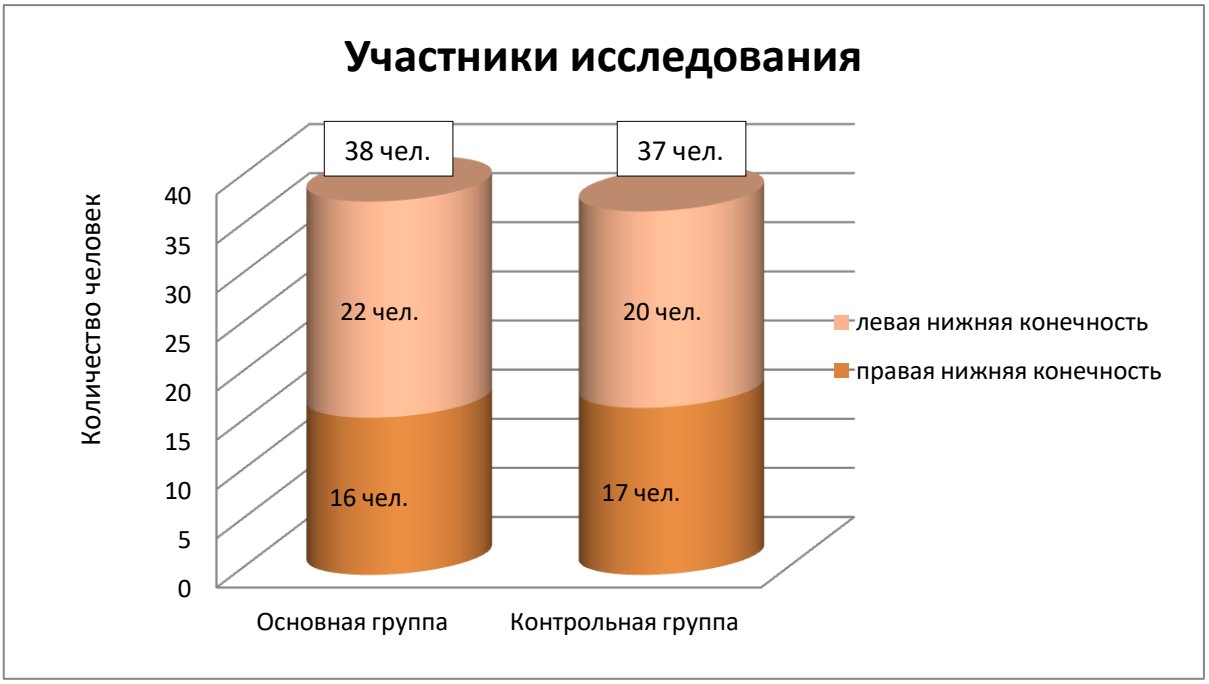

Рисунок 8 – Распределение участников исследования

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 (прил. 1).

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 (п. 3.3.).

Базовое лечение начинали проводить на следующий день после операции, в основном рекомендовались упражнения на подъем выпрямленной нижней конечности из положения лежа на спине и сгибание коленного сустава с максимально возможной амплитудой без формирования болевого синдрома 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.

У пациентов основной группы к базовой программе были добавлены упражнения баланс тренинга, которые занимали дополнительно 15 минут занятия. Таким образом, занятия в зале проходи 75 минут, в бассейне – 45 минут.

1. Критерии включения в исследование

- возраст 20-35 лет;

- пол: мужской, женский;

- оперированная травма передней крестообразной связки и резекция мениска коленного сустава;

- наличие информированного согласия.

2. Критериями невключения спортсменов в исследование являлись:

- нарушение вестибулярной устойчивости;

- для занятий лечебной гимнастикой: относительные ограничения – острый период заболевания, интенсивные боли, высокая температура тела, гипертонический криз; абсолютные ограничения – онкологические заболевания, нарушения психики, кровотечения;

- для занятий гидрокинезотерапией: психические, кожные, венерологические заболевания, открытые раны, язвы, инфекционные болезни, общее тяжелое состояние спортсмена;

- проведение операции по другим методикам хирургического восстановления связки (кроме исследуемой – при взятии трансплантата из подколенных сухожилий) и отсутствие сшивание мениска (только его резекция).

3. Критерии исключения из исследования:

- не соблюдение протокола;

- отказ от участия в исследовании;

- возникновение нежелательных явлений.

2.2. Методы исследования

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

- Медико-биологические методы исследования включали в себя: (антропометрические измерения: рост, вес, соматометрия, гониометрия); измерение частоты сердечных сокращений; двигательные тесты на определение функциональных возможностей спортсмена: тест на вестибулярную устойчивость, воспроизведение позиции, Ромберга, тесты, определяющие скоростно-силовые способности спортсменов по F.R. Noyes [215];

- 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.

Учитывая специфику травмы и функциональные возможности больного, проведение тестирования было разбито на 6 периодов (табл. 2):

Таблица 2 – Применение методов исследования на различных этапах физической реабилитации

№ п/п	Блок	Тест	Периоды					
			До операции	7 нед.	3 мес.	4,5 мес.	6 мес.	1 год
1	Блок физического развития	Рост	+	-	-	-	-	-
		Вес	+	-	+	-	+	-
		Соматометрия	+	+	+	+	+	-
		Гониометрия	+	+	+	+	+	-
		Измерение ЧСС	+	+	+	+	+	-
2	Блок физической подготовленности	Исследование силы на тренажере HUBER Motion Lab	+	+	+	+	+	-
		Исследование координации на тренажере HUBER Motion Lab	+	+	+	+	+	-
		Тесты, определяющие скоростно-силовые способности спортсменов и стабильность КС по F.R. Noyes	-	-	-	+	+	-
3	Блок проприоцепци	Тест на вестибулярную устойчивость	-	-	+	+	+	-
		Тест Ромберга	-	-	-	+	+	-
		Тест на воспроизведение позиции	+	+	+	+	+	-
4	Анкетирование	ШкалаThe Lysholm Knee Scoring Scale	+	-	+	-	+	+
		Анкета оценки качества жизни SF-36	+	-	+	-	+	-

1) До операции, чтобы получить представления об исходном уровне функционального состояния нижней конечности;

2) 7 недель после операции – прекращение фиксации ортезом, который ограничивает движения в коленном суставе до 90°. После прекращения фиксации необходимо проанализировать объем движений в коленном суставе и состояние мышц, так как длительная иммобилизация приводит к их атрофии;

3) 3 месяца после операции – на протяжении данного периода времени происходит интеграция трансплантата в ткани коленный сустав. После 3-х месяцев становится возможной б**о**льшая, чем ранее, нагрузка на травмированную конечность и увеличение объема силовых движений.

4) 4,5 месяца после операции – период начала занятий плиометрическими упражнениями (при успешном освоении программы и стабильности сустава), а также упражнениями с дестабилизирующим внешним воздействием;

5) 6 месяцев после операции – происходит оценка эффективности всей методики реабилитации, занятия лечебной гимнастикой завершаются, спортсмены переходят к тренировочной деятельности.

6) 1 год после операции – производится анализ отдаленных результатов, оценивается их устойчивость по сравнению тестированием на момент окончания реабилитации.

Анализ научно-методической литературы. Цель – проанализировать основные аспекты изучаемой проблемы и определить направления её решения. Для определения состояния исследуемой проблемы проводился углубленный анализ научно-методической отечественной и зарубежной литературы. Изучались вопросы, связанные с характеристикой травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава, особенностей физиологии и биомеханики исследуемого сегмента, а также теоретико-методический базис процесса восстановления.

Опрос спортсменов. Опрос больных проводился в процессе всего периода восстановления, начиная с момента поступления в стационар лечебного

учреждения, где определялось, при каких условиях произошла травма, какие функциональные ограничения возникали в результате травмы, ставились цели оперативного восстановления передней крестообразной связки, наличие устойчивых интересов в процессе реабилитации. По мере разработки сустава оперированной конечности, спортсмен сообщал информацию о своем самочувствии и состоянии работоспособности.

Эксперимент (констатирующий и формирующий).

Констатирующий эксперимент. Его цель заключалась в определении исходных данных спортсменов, формировании представления об уровне их физического развития и подготовленности, влияния травмы на физическую активность.

Формирующий эксперимент имел цель проверку эффективности разработанной методики физической реабилитации спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции.

Эксперимент заключался в сравнении 2-х групп: участникам основной группы (38 пациентов) были предложены занятия по разработанной методике физической реабилитации с применением баланс-тренинга; участникам контрольной группы (37 пациентов) были предложены занятия только физической реабилитацией, принятой в ГБУЗ ЦСВМП «УИТО им. В. Д. Чаклина». Продолжительность эксперимента и, соответственно, процесса восстановления составила 6 месяцев после операции.

Антропометрические измерения.

- Рост измерялся при поступлении в лечебное учреждение для составления общего представления об исследуемом контингенте.

- Вес измерялся как показатель эффективности физических упражнений и комплексной программы физической реабилитации.

- Соматометрия (измерение окружности бедра и голени). Цель – оценить влияние травмы и дальнейшего процесса восстановления на состояние мышц нижних конечностей. Ввиду продолжительной иммобилизации конечности после

операции, нагрузка на мышцы отсутствует, в результате чего они уменьшаются в объеме. Данный тест позволяет отслеживать степень восстановления мышц. Измерения мышц бедра проводили в исходном положении – лежа на спине, замерялась длина окружности бедра на уровне нижней и средней трети бедра (на расстоянии 10 и 20 см от надколенника). Измерение мышц голени проводилось в И.п. – лежа на спине, мышца замерялась в месте наибольшего ее выступления. В дальнейшем сравнивались результаты обеих нижних конечностей (в см). За индивидуальную условную норму принимается окружность здоровой конечности. Показатель оперированной конечности вычитается из него и учитывается разница в см. затем полученный результат соотносится со шкалой выраженности гипотрофии мышц: гипотрофия отсутствует при одинаковых результатах здоровой и оперированной конечности, средняя гипотрофия наблюдается при разнице в 1-2 см, выраженная – более 2 см.

- Гониометрия (измерение амплитуды активных и пассивных движений). Цель – оценить объема движений в коленном суставе. Измерения проводилось посредством угломера в положении лежа на животе, спортсмен сгибает нижнюю конечность в коленном суставе сначала активным движением, потом при помощи верхних конечностей – оценивается степень сгибания в градусах. Максимальное значение активного сгибания в коленном суставе составляет 130-135°, пассивного – 150°.

Измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС). Цель – получение данных о реакции организма спортсмена на физические нагрузки и степени его адаптации. Методика измерения: 2 пальца кисти прикладывается на лучевую артерию и замеряется пульс за 10 секунд, далее результат умножается на 6. Измерение ЧСС проводилось до начала занятия в положении лежа на спине после 5 минутного отдыха, в основной части занятия сразу после интенсивных нагрузок и в заключительной части занятия после проведения постизометрической релаксации мышц. Максимальный пульс спортсмена мы вычисляли по формуле 220-возраст. При физических нагрузках рекомендуется допускать 70% от максимально допустимого пульса.

Исследование на многофункциональном тренажере HUBER Motion Lab. Цель – проанализировать максимальную силу отдельно взятой мышцы (в даН), среднее значение силы, используемое в динамике, и процент координации (%) при выполнении движения.

Учитывая особенности травмы и длительный период восстановления, результатом которого является снижение мышечной силы в конечностях, мы проверяли следующие мышцы: четырехглавую мышцу, икроножную, приводящие и отводящие. Суть теста заключалась в том, что спортсмену предлагалось занять исходное положение на тренажере, при котором будет определена работа конкретной мышцы. В этом положении у спортсмена сначала тестировалось максимальное усилие мышцы, в дальнейшем компьютеризованная система HUBER Motion Lab моделировала упражнение, исходя из начальных силовых данных (с биологической обратной связью).

Четырехглавая мышца тестировалась в исходном положении полуприседа, упор на рукояти тренажера (рис. 9). Задача заключалась в том, чтобы сделав толчок ногами, максимально надавить на рукоятки тренажера. Икроножная мышца тестировалась в исходном положении – стоя на носках, упор на поручни. Тестируемая нижняя конечность стояла позади (рис. 10). Отводящие мышцы тестировались в положении стоя на 1 ноге, упор на рукоятки сбоку (рис. 11). Приводящие мышцы тестировались в положении стоя на 1 ноге, хват на рукоятках осуществлялся разноименными руками (рис. 12).

Для оценки максимальной силы мышцы, пациенту необходимо было удерживать усилие на протяжении 4 серий (каждая состоит из 4 подходов), общее время выполнения 4,12 минут. При этом колонна с рукоятками движется вверх-вниз, платформа, на которой стоит спортсмен, осуществляет колебания, амплитудой до 10 градусов (скорость вращения платформы 0-41об/мин) таким образом, помимо силы мышцы измерялась двигательная координация.

Рис. 9. Тест четырехглавой мышцы

Рис. 10. Тест икроножной мышцы

Рис. 11. Тест отводящих мышц

Рис. 12. Тест приводящих мышц

Двигательные тесты. Их цель заключалась в оценке уровня восстановления поврежденной конечности, силы мышц, координационных способностей и общей работоспособности организма. При выборе тестов мы руководствовались функциями пораженных сегментов конечности, содержательным компонентом методики развития проприоцепции и установками на работу над координацией движений. Во время исследования проводились следующие двигательные тесты: тесты, определяющие скоростно-силовые

способности спортсменов и стабильность КС по Noyes, тест на вестибулярную устойчивость, тест Ромберга и тест на воспроизведение позиции.

Тесты, определяющие скоростно-силовые способности спортсменов и стабильность КС по Noyes F.R. [215]. Данные тесты с одной стороны характеризуют состояние связочного аппарата, т.к. плиометрические (прыжковые) упражнения и тесты невозможно сделать без хорошего функционирования активных (мышцы) и пассивных (связки) стабилизаторов коленного сустава, с другой стороны тесты являются показательными при анализе двигательного ощущения, учитывая изменения направления и скорости движения при выполнении теста.

Комплекс состоит из 4 прыжков, которые выполняются сначала на здоровой конечности (ЗК), потом на оперированной конечности (ОК): прыжок в длину с места, тройной прыжок, тройной прыжок зигзагом и преодоление 6-метровой дистанции. После каждого прыжка, кроме прыжка на 6-метровой дистанции, спортсмен фиксирует себя после приземления на 2 сек. с сохранением устойчивости. Выполняется по 2 попытки каждого теста.

Посредством данного теста вычисляется индекс симметрии конечностей: среднее значение от 2-х попыток, выполненных на здоровой нижней конечности, делится на среднее значение от 2-х попыток, выполненных на оперированной конечности; результат умножается на 100.

Тест на вестибулярную устойчивость: на ровной площадке чертится круг диаметром 50 см. В левую сторону от круга линиями обозначается 3 коридора, каждый шириной 25 см. Участник теста выполняет 15 кружений за 20 сек. в согнутом положении, чтобы голова была под углом 90° к ногам, руки вниз. После окончания круговых движений участнику теста необходимо быстро выпрямиться и пройти по первому коридору. Вестибулярная устойчивость оценивается по величине отклонения в сторону от первого коридора в см. Не вышел из круга во время кружения и не перешагнул границу коридора – отлично; заступил за пределы круга или первого коридора во второй коридор – хорошо; при отклонении тела с переступанием в третий коридор – удовлетворительно.

Тест Ромберга. Выполняется в 3-х положениях. Во всех вариантах задача одна – устоять в тестируемом положении максимальное количество времени (с):

- И.п. – стойка ноги вместе, руки перед собой, глаза закрыты.
- В том же И.п. передвинуть ноги на одну линию, чтобы пятка одной ноги касалась носка другой (сначала правая спереди, затем левая).
- И.п. – стоя на 1 ноге, вторая согнута и пятка упирается в КС опорной ноги, руки скрещены перед собой.

Оценивается максимальное количество времени (сек.), в котором спортсмен может удержать исходное положение, не нарушая баланса отдельно на оперированной и здоровой конечности с открытыми и закрытыми глазами. Тест «Стоя» и тест «Нога к ноге» мы проводили для оценки общего состояния проприоцептивных способностей и вестибулярного аппарата, поэтому при проведении теста, мы ограничились 1 минутой. Если в течение 1 минуты пациент способен стоять неподвижно в данном положении, это говорит о хорошем функционировании вышеуказанных систем.

Тест на воспроизведение позиции. Суть теста заключается в воспроизведении заданных значений сгибания коленного сустава. Сначала спортсмену пассивно сгибают конечность на 30°, 45° и 60°. Затем ему необходимо повторить заданные углы самостоятельно. Тест проводится отдельно с открытыми и закрытыми глазами. Оценивается величина различия в градусах между первоначальным значением и воспроизведенным.

Анкетирование. Цель – выявить оценочную характеристику функционального состояния коленного сустава и оценить качество жизни спортсмена на фоне полученной травмы.

Шкала The Lysholm Knee Scoring Scale («Оценочная 100-бальная шкала хирургии крестообразных связок коленного сустава»), включала оценку таких показателей, как хромота; нагрузка на ОК; нестабильность в коленном суставе, боль, выпот в суставе; гипотрофия мышц бедра (прил. 2).

Анкета оценки качества жизни SF-36 (прил. 3) выявляла уровень физического и психологического здоровья спортсменов. Анкета состояла из 36 вопросов, которые были сгруппированы в 8 шкал: физическое функционирование; ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием; интенсивность боли и ее влияние на способность заниматься повседневной деятельностью, включая работу по дому и вне дома; общее состояние здоровья; жизненная активность; социальное функционирование; ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием; психическое здоровье. Эти 8 шкал были распределены и входили в 2 итоговых показателя анкеты: физическое здоровье (PH) и психологическое здоровье (MN).

Методы математической статистики.

Статистическая обработка собранных данных осуществлялась на основе общепринятых положений математической статистики. Для обработки полученной информации применялись следующие данные: среднее арифметической величины (M), ошибка среднего (m), темп роста (ΔM), который определялся по формуле: ΔM =M2/M1*100-100. Математическая статистика проводилась параметрическим парным двух выборочным t-тестом Стьюдента. Статистические расчеты были выполнены с использованием прикладных компьютерных программ универсальной обработки табличных данных Microsoft Excel 2007-2010.

ГЛАВА III. МЕТОДИКА ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ТРАВМЫ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ И МЕНИСКА КОЛЕННОГО СУСТАВА С ПРИМЕНЕНИЕМ БАЛАНС-ТРЕНИНГА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОПРИОЦЕПЦИИ

3.1. Основные положения и принципы методики физической реабилитации

Разработанная нами методика физической реабилитации спортсменов после оперативного лечения травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга являлась составной частью физической культуры, которая использует физические упражнения, методы, средства для восстановления временно утраченных или сниженных физических способностей.

Структура разработанной методики физической реабилитации включает следующие 4 этапа:

1) Ранний послеоперационный (1 нед.);
2) Поздний послеоперационный (2-4 нед.);
3) Функциональный (5-8 нед.);
4) Тренировочно-восстановительный (9-24 нед.).

Все упражнения и расширение двигательного режима проходили под контролем врачей, тестирующих процедур и имели индивидуальный характер.

Методика физической реабилитации в своем содержательном аспекте включала такие компоненты, как лечебная гимнастика, массаж и гидрокинезотерапия.

Занятие *лечебной гимнастикой* (ЛГ) состояло из вводного, основного и заключительного разделов.

Вводный раздел позволяет постепенно подготовить организм спортсмена к возрастающей физической нагрузке. Мы проводили разминку, состоящую из базовых упражнений для туловища и конечностей, а также изометрическое напряжение мышц голени и бедра, чтобы активизировать обменные процессы в

организме и вывести на оптимальный уровень психосоматическое состояние занимающегося.

На протяжении *основного раздела* осуществляется тренирующее (общее и специальное) воздействие на организм спортсмена. Физические упражнения подбирались в соответствии с решаемыми на данном этапе задачами. В послеоперационном и функциональном этапах, в основном были специальные упражнения, преимущественно ориентированные на оперированную конечность. Для симметричного развития, упражнения выполнялись и здоровой конечностью, однако их содержание определяло функциональное состояние оперированной конечности. На тренировочно-восстановительном этапе упражнения были, в основном, динамического характера и направлены на развитие устойчивости нервно-мышечного аппарата.

В *заключительном разделе* занятия лечебной гимнастики осуществляется постепенное снижение нагрузки с переходом к двигательному покою. Используются упражнения, закрепляющие достигнутый ранее лечебный эффект и упражнения на расслабление. После снятия иммобилизации в заключительном разделе занятия проводились упражнения на растяжения мышц нижних конечностей и связочного аппарата коленного сустава с применением методики *постизометрической релаксации мышц*, которая более подробно описана в п. 3.3.

Занятия лечебной гимнастикой начинали со 2 дня после операции и непрерывно продолжали до 6 месяцев, так как по данным различных авторов, процесс реабилитации после данной травмы обычно занимает 6 месяцев [157, 161, 179, 200, 237]. Занятия в группе в спортивном зале проходили 60 минут, занятия в бассейне – 45 минут.

В разработанной методики физической реабилитации после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава применяется *массаж*. Его задача – научить спортсменов различным техническим приемам для самостоятельного применения массажа в домашних условиях по методике И. М. Саркизова-Серазини [124].

Гидрокинезотерапия. Средства гидрокинезотерапевтического комплекса лечебных воздействий подразделяются на плавание, физические упражнения в воде, подводный массаж, вытяжение и коррекцию положением в воде [64].

Наиболее ценным свойством является то, что вес части тела, погруженной в воду, в значительной степени снижается, а именно, конечность, погруженная в воду, теряет 9/10 своего веса, что позволяет снизить нагрузку на коленный сустав и делать активные движения в воде при минимальном мышечном усилии и с большей амплитудой.

Кроме того, масса воды облегчает как условия балансирования при ходьбе благодаря поддержке рук, так и необходимое перемещение центра тяжести кпереди, что позволяет применять упражнения для развития проприоцепции и разработки опороспособности оперированной конечности.

Физические упражнения в бассейне мы начинали проводить с 8 недели, после снятия ортеза. Продолжительность занятия составляла 30-45 мин при температуре воды около 28°. Занятие состояло также из 3 частей: вводная часть (5-10 мин) включала в себя общеразвивающие упражнения на суше, основная часть занятия (20-25 минут) была направлена на решение конкретных задач физической реабилитации и в соответствии с этим варьировалось содержание и нагрузка занятия, заключительная часть (5-10 мин) состояла из дыхательных упражнений в воде и свободного плавания.

Таким образом, занятия по разработанной методике физической реабилитации спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава включают лечебную гимнастику, самомассаж, гидрокинезотерапию для восстановления опороспособности и силы мышц нижних конечностей.

3.2. Баланс-тренинг для развития проприоцепции в процессе физической реабилитации

Баланс-тренинг представляет собой комплекс упражнений 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 (табл. 3-9).

Баланс-тренинг после операции по восстановлению передней крестообразной связки и резекции мениска коленного сустава включает совокупность форм, средств, методов физической культуры, которые направлены на достижение максимального восстановления проприоцепции спортсменов в контексте общего алгоритма восстановления оперированной конечности.

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

Основой для методики баланс-тренинга стала концепция Бернштейна Н.А. о принципе сенсорных коррекций (координации). Сущность координации заключается в согласовании отдельных видов деятельности организма при выполнении целостного двигательного акта. Бернштейн этот процесс описывает, как «преодоление избыточных степеней свободы движущегося органа» [16].

Преодоление избыточных степеней свободы, чтобы кинематическая цепь совершала нужное движение, возможно, по нашему мнению, посредством целенаправленной работы в 2-х направления:

1) Контроля позы и точности произвольных движений;
2) Развития координации и баланса при внешнем сопротивлении.

Основная работа по вышеуказанным направлениям осуществлялась в функциональном (5-8 нед.) и тренировочно-восстановительном (9-24 нед.) периоде. Особенностью выполнения упражнений являлась их комбинация изометрического и концентрического режимов работы мышечного сокращения.

Таблица 3 – Комплекс упражнений баланс-тренинга, выполняемый без инвентаря

Сроки начала выполнения	Инвентарь	Упражнение	Дозировка	Методические рекомендации
5-6 нед	Без инвентаря	И.п. – стоя с опорой о стену. Перекаты с пятки на носок	10 раз активно + 10 раз с задержкой по 5-7 сек. + 1 раз активно.	Перекаты одновременно на 2-х ногах, спина прямая
5-6 нед		И.п. – то же: Отведение, приведение, поднимание выпрямленной конечности на 30°-45°.	По 5 раз в каждом направлении с задержкой по 5 сек.	Постепенно увеличивая количество раз
5-6 нед		И.п. – сидя на скамейке: Разгибание голени на заданные углы значение (рис. 13)	По 5-7 раз на каждый угол сгибания 30°, 45°, 60°, 90°.	Упражнение выполняется сначала пассивно, потом повторить с закрытыми глазами активно. Спина прямая, разгибание конечности осуществляется за счет работы мышц бедра
7-8 нед		И.п. – стоя с опорой на шведскую стенку: Упражнение «Ласточка»	20 раз	Наклон вперед 45°-90°,отведение свободной конечности назад, руки выставлены вперед с опорой на шведскую стенку – возвращение И.п. – то же самое другой ногой. После освоения упражнения – без опоры (рис. 14.)

Рис. 13. Разгибание голени

Рис. 14. Упражнение «Ласточка»

Таблица 4 – Комплекс упражнений баланс-тренинга, выполняемый с резиновым амортизатором

Сроки начала выполнения	Инвентарь	Упражнение	Дозировка	Методические рекомендации
7-8 нед.	Лента (резиновый амортизатор), закреплена на голеностопных суставах	И.п. – стойка, ноги врозь. Присед с перекатом и отведением одной ноги (рис. 15)	30-40 раз	Присед 90°, дальнейшее отведение осуществляется полусогнутой ноги.
9-10 нед		И.п. – стоя на 1 ноге. Поднимание бедра свободной конечности вверх (рис. 16)	10-15 раз по 5 сек.	Лента закреплена на голеностопных суставах
9-10 нед		И.п. – то же: Поднимание, отведение в сторону, отведение назад свободной конечности на 30°.	По 5 раз в каждом направлении с задержкой по 3 сек.	Постепенно увеличивая количество раз и время задержки. Упражнение выполняется с чередованием открытых и закрытых глаз

Таблица 5 – Комплекс упражнений баланс-тренинга, выполняемый на функциональных петлях TRX

Сроки начала выполнения	Инвентарь	Упражнение	Дозировка	Методические рекомендации
11-12 нед.	Петли для функционального тренинга TRX	И.п. – стоя на 1 ноге, вторая нога в петле. Выпад назад (рис. 17)	По 20 раз	Спина прямая. При выпаде ногой назад, опорная нога остается перпендикулярно полу
11-12 нед		И.п. – то же. Выпад боком с чередованием углов сгибания колена (рис. 18)	По 20 раз	При выполнении выпада, таз отводится назад, коленный сустав на исходном месте. Производится чередование незначительного и более глубокого выпада на 30°, 45°, 60°, 90°. С открытыми и закрытыми глазами.
11-12 нед		И.п. – упор лежа, 1 нога в петле. После статического удержания выполняется сгибание колена к груди (рис. 19)	15 секунд удержания в упоре лежа, далее 15 раз сгибание колена к груди и смена ног.	В упоре лежа стараться удерживать прямую линию туловища: спину не прогибать и таз высоко не поднимать. Свободная конечность находится в воздухе, не касаясь другой .

Рис. 15. Присед с перекатом и отведением ноги

Рис.16. Поднимание бедра

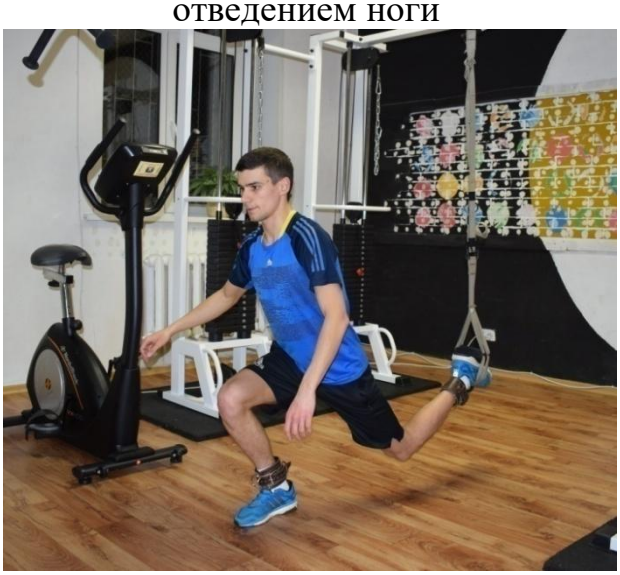

Рис. 17. Выпад назад

Рис. 18. Выпад боком

Рис. 19. Сгибание колена к груди после статического удержания

Таблица 6 – Комплекс упражнений баланс-тренинга, выполняемый на нестабильных опорах

Сроки начала выполнения	Инвентарь	Упражнение	Дозировка	Методические рекомендации
8-9 нед.	Балансировочные подушки и платформа BOSU	И.п. – широкая стойка, стоя на подушках. Перекаты на подушках (рис. 20)	20-30 раз	Спина прямая, небольшой наклон вперед, руки перед собой
8-9 нед.		Комбинированные упражнения на тренажере Кроссовер. И.п. – то же: Присед на 1 ноге 45° и жим руками вперед (рис. 21)	По 15 раз на ногу	Упражнения варьируются. Можно делать жим руками над головой или разноименный. Задача – усложнить упражнение движениями верхней части тела.
9-10 нед.		И.п. – стоя на 1 ноге на BOSU или баланс-подушке: Поднимание, отведение в сторону, отведение назад свободной конечности на 30°.(рис. 22)	По 5 раз в каждом направлении с задержкой по 3 сек.	Постепенно увеличивая количество раз и время задержки. Упражнение выполняется с чередованием открытых и закрытых глаз. С 12 недели это упражнение выполняется дополнительно с резиновым амортизатором
12-13 нед.		И.п. – основная стойка. Выпад на балансировочную подушку	20 раз с задержкой в фазе приземления 2-3 сек.	Стараться наступать на центр подушки, чтобы конечность в выпаде стояла на воздухе в подушке, не касаясь пола

Таблица 7 – Комплекс упражнений баланс-тренинга, выполняемый на фитболе

Сроки начала выполнения	Инвентарь	Упражнение	Дозировка	Методические рекомендации
5-6 нед.	Фитбол	И.п. – Лежа на спине, 1 ноге стоит на фитболе, вторая в воздухе. Осуществляется подъем таза по 1 ноге, при этом угол сгибания в коленном суставе составляет 90°. (рис. 23)	20 раз. По мере овладевания упражнением выполняем его с чередованием режимов: 10 раз КС 90° и сразу после 2 подхода по 10 раз сгибание КС с поднятым тазом	Таз стараться поднять до единой линии с туловищем. Для более устойчивого положения руки кладутся вдоль туловища
5-6 нед.		И.п. – сидя на фитболе. Разгибание ноги в КС на заданные углы 30°, 45°, 60°, 90°.	На каждый угол разгибание осуществляется по 5 раз.	Стараться руки держать перед собой, не фиксировать ими фитбол. Выполнение упражнения чередуется с открытыми/закрытыми глазами (3 подхода: 1 с открытыми, 2 с закрытыми глазами)
12-13 нед.		И.п. – стоя на 1 ноге в упоре боком стоя на фитбол. Выполняется приседание на 1 ноге. (рис. 24)	По 20 раз	Регулировать угол наклона туловища: чем дальше нога от опоры на фитбол, тем больше нагрузка на конечность. Упражнение выполняется стоя как на внутренней, так и на наружной ноге от фитбола
12-13 нед.		И.п – стоя на 1 ноге в упоре на фитбол. Присед на 1 ноге. (рис. 25)	По 20 раз	В момент приседа опорная конечность должна быть перпендикулярна полу, колено не должно выходить за носок. Вторая нога прямая поднимается на уровень бедра опорной ноги

Рис. 20. Перекаты на подушках

Рис. 21. Присед на 1 ноге и жим руками вперед

Рис. 22. Баланс на 1 ноге

Рис. 23. Подъем таза по 1 ноге

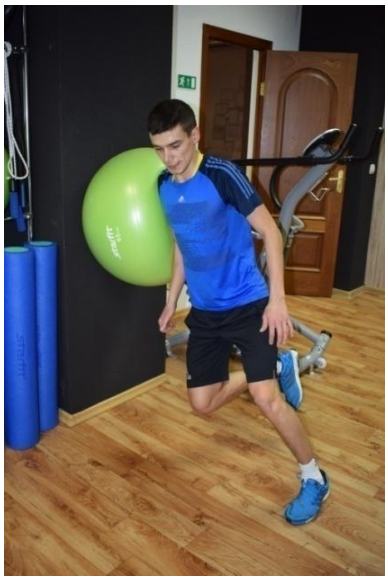

Рис. 24. Боковые приседания на 1 ноге

Рис. 25. Присед на 1 ноге в опоре на фитбол

Таблица 8 – Комплекс проприоцептивных упражнений для контроля позы и точности произвольных движений (динамическое равновесие)

Срок	Упражнение	Методические рекомендации
9-10 нед.	И.п. – стоя, ноги (стопы) на одной вертикальной линии, руки на пояс: Круговые движения туловищем	Дозировка: по 8 раз в каждую сторону.
	И.п. – то же: Ходьба по линии. Далее: шаг-наклон влево-шаг-наклон вправо	Дозировка: 5 раз с открытыми глазами, 5 раз с закрытыми
	Ходьба в полуприседе на носочках	Дозировка: 2 подхода по 30-50 метров. Наклон корпуса вперед
	И.п. – О.С., руки на пояс: Выпад вперед, руки вверх, удержание 5 сек. и продолжение другой ногой.	Дозировка: 10 раз, чередуя по возможности с закрытыми глазами.
	И.п. – стоя, ноги на одной вертикальной линии, руки на пояс: Ходьба по линии, выполняя упражнения с лентой для верхней части тела	Дозировка: 5 подходов по 1 мин, перерыв 30 сек, 1 мин. Упражнения: растягивание ленты в различных направлениях, с поворотами и наклонами
	И.п. – то же: Работа с напарником. Сопротивление засчет силы рук (рис. 26)	Дозировка: 15 раз. Задача – устоять на линии в И.п. Упражнения выполняются при очередной смене ног.
17-19 нед.	И.п. – стока ноги врозь, руки на пояс: Попеременный шаг-подъем на степ-платформу и спуск с нее	Дозировка: 20 раз, начиная с одной ноги и 20 раз, начиная с другой ноги
17-19 нед.	Подъем на степ-платформу, спрыгивание с нее на 2 ноги.	Дозировка: 10 раз. Платформа невысокая, не более 10-15 см.
20-24 нед.	И.п. – то же: Прыжки по Noyes: прыжок в длину, тройной прыжок, тройной прыжок зигзагом и прыжок, преодолевая 6-метровую дистанцию (рис. 27)	Дозировка: по 5-7 раз каждый прыжок каждой ногой
	И.п. – то же: Прыжки на 2 ногах на скамейку или степ-платформу и с нее.	Дозировка: 15-20 раз
	И.п. – то же: Прыжок на одной ноге, приземление на другой ноге.	Дозировка: по 10 раз на каждой ноге
22-24 нед.	Бег змейкой	Дозировка: 3 подхода по 2 мин.
22-24 нед.	И.п. – ноги на ширине плеч, руки на пояс: Выполняются прыжки на 90, 180, 360 градусов.	Дозировка: по 10 раз каждый прыжок. При выполнении прыжка напарник осуществляет легкий толчок. Задача пациента – встать устойчиво на 2 ноги.

Таблица 9 – Специальный комплекс гидрокинезотерапии для развития проприоцепции

Срок	Упражнение	Методические рекомендации
8 нед.	Ходьба в воде (рис. 28)	5 минут вначале занятия и 5 минут в конце. Сначала производится с поддержкой руками о поручень или бортик, в дальнейшем – о воду
8 нед.	И.п. – стоя, с опорой руками о бортик. Поднимание прямой ноги в верх-в сторону-назад	2 подхода по 15 раз на каждой ноге. Упражнение выполняется стоя сначала на здоровой, потом на оперированной конечности. Темп выполнения – медленный.
9-12 нед.	И.п. – стойка ноги врозь, руки на пояс. Поднимание на носки	30 раз. Без опоры
9-12 нед.	И.п. – то же. Поднимание прямой ноги вверх-в сторону-назад	2 подхода по 15 раз на каждой ноге. При выполнении упражнения рука, спина и нога составляют единую линию
12-24 нед.	И.п. – стоя на 1 ноге. Наклон вперед, руки в сторону, нога вверх	По 5 раз на каждой ноге с удержанием в 10 сек. При выполнении упражнения рука, спина и нога составляют единую линию
12-24 нед.	И.п. – стойка ноги врозь, руки вперед. Выпады на месте (рис. 29) и в движении	25 метров с удержанием в 5 сек. Стараться не помогать себе руками в удержании баланса. Выполняется с чередование открытых/закрытых глаз
12-24 нед.	И.п. – то же. Приседание на 1 ноге.	2 подхода по 10 раз на каждую ногу. Приседание до угла 90°, спины прямая, руки перед собой, взгляд вперед
12-24 нед.	Упражнение на воде: сгруппироваться и обхватить ноги руками «поплавок» - далее «звездочка» - встать на 1 ногу	5 раз на каждую ногу с удержанием баланс 3 сек. При выполнении движения группировки в «поплавок» и выход в «звездочку» осуществляются синхронно. При опускании на 1 ногу задача максимально сохранять баланс
12-24 нед.	Плавание кролем зигзагом по дорожке от бортика к бортику	25-50 метров. При выполнении задания плавательная дорожка должна быть свободна
12-24 нед.	Ходьба со скручиванием вправо-влево	2 подхода по 20 шагов. Нога наступает на 0,5-1 ступню в сторону от опорной ноги
12-24 нед.	Ходьба с поворотами туловища в сторону и интенсивными упражнениями для верхней части тела	2 подхода по 10 метров. Упражнения для верхней части тела выполняются как над водой, так и внизу с использованием пенопластовых гантелей
17-24 нед.	Прыжки в воде: Опускание вниз в положение полной группировки в воде – раскрытие – прыжок с толчком 2 ногами вверх и вперед	2 подхода по 15 раз. Во время прыжка из положения группировки происходит раскрытие, далее толчок 2 ногами, прыжок с синхронным подниманием рук вверх для создания дополнительной амплитуды, и обратно опускание в положение полной группировки
17-24 нед.	Имитация бега в воде	3 подхода по 25 метра. Полное движение, как при обычном беге. Движение руками происходит в воде и создает дополнительное сопротивление

Рис. 26. Баланс в контакте с напарником

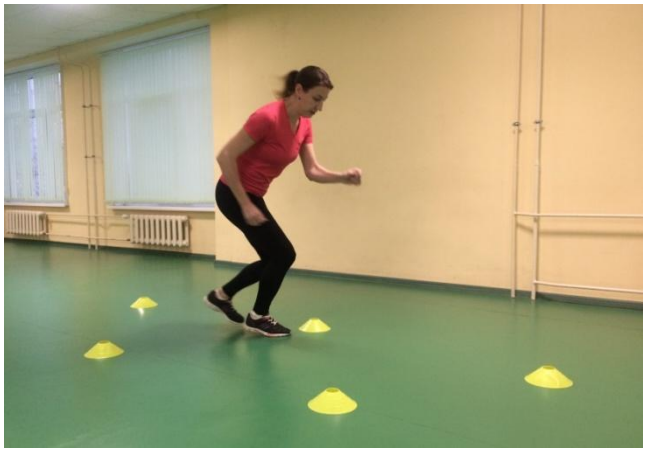

Рис. 27. Прыжки

Рис 28. Ходьба в воде

Рис. 29. Выпады на месте

Общие методические рекомендации при выполнении упражнений спортсменами для контроля позы и точности произвольных движений на статическое и динамическое равновесие:

Упражнения на статическое равновесие мы проводили с 5 недели после операции. После освоения комплекса на неподвижной опоре, комплекс выполнялся на балансировочной подушке и с 9 недели начинали проводить упражнения на развитие динамического равновесия.

1. Проприоцепция в опорно-двигательном аппарате может быть нарушена из-за боли, синовита, травмы, усталости [173], поэтому важно в первую очередь устранить боль и выпот посредством медицинских манипуляций и только после их купирования приступать к выполнению упражнений.

2. Все упражнения баланс-тренинга с осевой нагрузкой на конечность необходимо выполнять в шарнирном ортезе на коленный сустав.

3. Сначала все упражнения необходимо выполнять с поддержкой (поручень, стена, опора на спинку стула и т.д.), после ощущения уверенности в выполнении – без опоры.

4. При выполнении упражнений на статическое равновесие (стоя на одной нижней конечности, отведение конечности в различных направлениях; выпады на функциональных петлях TRX с фиксированной опорной конечностью и другие) – спина прямая, голова тянется вверх, постоянный контроль прямой осанки.

5. Во время осуществления отклонения и перемещения центра тяжести тела, удержание положения тела производить не более 7-10 секунд.

6. При выполнении упражнений на динамическое равновесие (перекаты на балансировочных подушках; ходьба по линии, прыжки зигзагом, бег змейкой и другие) важно контролировать болевые ощущения. При их возникновении следует прекратить упражнения, особенно прыжковые.

Общие методические рекомендации при выполнении упражнений для развития координации и баланса при внешнем сопротивлении:

Упражнения при внешнем сопротивлении мы проводили на тренировочно-восстановительном этапе (9-24 неделя). Для этого использовались тренажеры с блоком и упражнения с эластичной лентой (сгибание, разгибание, отведение, приведение, поднимание и опускание прямой ноги в положении лежа и стоя) для развития устойчивости при дестабилизирующем внешнем воздействии.

1. При выполнении упражнений с внешним сопротивлением, необходимо сначала занять устойчивое положение, затем приступать к выполнению.

2. Нагрузку натяжения эластичной ленты (резинового амортизатора) регулировать индивидуально под возможности каждого занимающегося, чтобы упражнения не вызывали болевых ощущений.

3. Упражнения при внешнем сопротивлении на занятии гидрокинезотерапии выполнять при глубине не более 1,50 м.

Таким образом, баланс-тренинг для развития проприоцепции коленного сустава базировался на принципе сенсорных коррекций Н. А. Бернштейна и включал в себя: упражнения на координацию в положении стоя, упражнения на развитие статического равновесия на нестабильной опоре, дестабилизирующие упражнения с внешним воздействием, с сопротивлением и упражнения в динамическом режиме; теоретико-методическую компетентность спортсменов, выражающуюся в освоении алгоритма построения занятия, последовательностью двигательных возможностей и методов развития проприоцепции в процессе занятий физической реабилитацией; а также упражнения в воде статического и динамического характера.

3.3. Комплексная методика физической реабилитации спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции

Комплексная методика включала в себя базовую программу реабилитации после операции по восстановлению передней крестообразной связки и резекции мениска коленного сустава, используемую в ГБУЗ СО ЦСВМП «УИТО им. В. Д. Чаклина» и баланс-тренинг для развития проприоцепции.

Ранний послеоперационный этап (1 нед.).

Данный период характеризуется наличием болевого синдрома после операции, отечностью сустава. После операции спортсмен одевает ортез и на нем выставляется допустимая подвижность в коленном суставе – 20°. Статическая нагрузка на оперированную конечность запрещена, ходьба с опорой на нижнюю конечность также отсутствует. Наличие иммобилизации и отсутствие ходьбы с

опорой на оперированную конечность влияет на функциональность мышц нижних конечностей – наблюдается резкое снижение силы мышц, особенно четырехглавой мышцы бедра, поэтому основными задачами *раннего послеоперационного этапа* являются: уменьшение болевого синдрома, уменьшение выпота в полости сустава, улучшение тонуса мышц бедра.

Для решения поставленных задач на данном этапе помимо физиотерапии (назначалась магнитотерапия на 2-е сутки после операции) применяются физические упражнения в изометрическом режиме, в частности, изометрическое сокращение мышц голени и бедра, т.е. осуществляется напряжение в мышце без изменения своей длины.

Ввиду ограничения подвижности, упражнения на сгибание/разгибание конечности отсутствуют. Исходя из функции четырехглавой мышцы, основное упражнение данного этапа – подъем выпрямленной ноги вверх на 30°-40° с удержанием, начиная с 5 сек. из исходного положения лежа на спине.

На 6 день на ортезе выставляется ограничитель угла сгибания в коленном суставе – 60°, на 7 день – 90°.

Помимо упражнений для мышц нижних конечностей, также на каждом этапе проводится комплекс общеразвивающих упражнений, который направлен на всестороннее развитие и активизацию сил организма, что особенно актуально и необходимо в раннем послеоперационном этапе, учитывая, что спортсмен большую часть времени проводит в положении лежа.

Поздний послеоперационный этап (2-4 нед.).

Поздний послеоперационный этап характеризуется более широким диапазоном возможностей. Спортсменам рекомендуется ходить с постепенным вовлечением оперированной конечности, сокращая нагрузку на костыли и, стремясь к тому, чтобы после 2 недели костыли при ходьбе уже не использовать.

После снятия фиксации конечности из положения разгибания, основными задачами периода являются: разработка коленного сустава (увеличение объема движений в КС до 90°), профилактика контрактур.

Однако, учитывая механизм операции, то, что аутотрансплантат для новой связки был взят из подколенных сухожилий, соответственно, задняя группа мышц бедра находится в гипотрофии, первое время выполнять активные упражнения по разработке сустава становится невозможным. Поэтому на второй неделе позднего послеоперационного этапа применяются пассивные упражнения на сгибание/разгибание в коленном суставе, которые выполняются при помощи рук самого пациента в исходном положении – сидя на кушетке, обе ноги немного согнуты в КС. После 2-й недели, упражнения на сгибание/разгибание в КС выполняются активно, т.е. самостоятельно спортсменом.

Помимо разработки коленного сустава, важной задачей является увеличение силы мышц бедра и стимуляции сократительной способности мышц. Для этого, помимо подъема оперированной конечности вверх, мы применяли упражнения на отведение, приведение, круговые движения прямой ногой с увеличением времени удержания конечности на весу.

Также со 2-й недели после операции рекомендовалось проводить процедуры самомассажа мышц нижних конечностей по методике Саркизова-Серазини [124].

Массаж самого оперированного коленного сустава рекомендовалось проводить после снятия иммобилизации. Здесь положительное влияние массажа акцентировано на увеличение амплитуды движений и подвижности в суставе.

К концу позднего послеоперационного этапа применялись упражнения с активным вовлечением связочного аппарата: полуприседания (сначала с опорой на гимнастическую палку или спинку стула, после 4 недель – без опоры).

Функциональный этап (5-8 нед.).

Функциональный этап включает задачи по: увеличению силы мышц бедра и голени, улучшению тонуса и эластичности мышц, нормализации функции нервно-мышечного аппарата, восстановлению полноценного акта ходьбы, улучшению проприоцептивной чувствительности.

С 5-6 недели в программу включаются упражнения для тренировки задней группы мышц бедра, а также упражнения на вращение в коленном суставе. Физические упражнения выполняются с утяжелителями 0,7-1,5 кг.

Для улучшения проприоцептивной чувствительности спортсменам предлагалось выполнять упражнения статического (а с 9 недели – динамического) характера на удержание баланса тела и координацию. Также с 8-9 недели применялись упражнения на баланс-подушке сначала с опорой, позже – без нее.

После снятия иммобилизации дополнительно занятия проводились в бассейне. Гидрокинезотерапия в данном периоде включала активные упражнения со сниженной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат. Для этого упражнения выполнялись в исходном положении стоя и в висе, для ряда упражнений использовались специальные приспособления, облегчающие выполнение, такие как, пенопластовые поплавки и водные гантели, поддержка осуществлялась при помощи поручней в воде и бортиков.

В первую неделю после снятия ортеза на занятиях гидрокинезотерапией отдельное внимание уделялось ходьбе в воде для восстановления правильной биомеханики акта ходьбы. Гидростатические свойства воды снижают нагрузку на нижние конечности и на коленный сустав, что облегчает восстановление, для более устойчивого положения во время ходьбы осуществляется помощь руками в воде.

Плавать рекомендовалось сначала стилем кроль, примерно к 9 неделе или в следующем периоде – брассом.

Тренировочно-восстановительный этап (9-24 нед.).

Данный этап характеризуется переходным моментом, как в функциональном, так и в психологическом плане. Спортсмены снимают ортез, и психологически им хочется больше двигаться, т.к. конечность была долго ограничена в движении. В некоторых случаях наблюдается иллюзорная уверенность в конечности, которую проявляют спортсмены в результате регулярных занятий, им хочется уже бегать, прыгать и здесь важно не допустить большей активности. На протяжении 3-х месяцев трансплантат (новая связка)

приживается в коленный сустав, поэтому в это время необходимо исключить серьезные нагрузки и запредельные движения на коленный сустав.

Задачами данного этапа являются: восстановление полной амплитуды движений в коленном суставе, нервно-мышечного аппарата, координации движения и симметрия конечностей.

Занятия лечебной гимнастики проводятся с утяжелителями 1-2 кг. Упражнения с сопротивлением включаются в программу с 9 недели, в качестве сопротивления используется собственный вес, эластичные ленты, а с 10 недели – тренажеры с блоком, основные исходные положения при выполнении упражнений: сидя и стоя.

Также в заключительной части занятия лечебной гимнастикой через 2,5-3 месяца мы проводили постизометрическую релаксацию (ПИР) мышц. Суть данного метода заключалась в плавном растяжении мягких тканей (главным образом мышц, сухожилий) до максимально возможного уровня, далее спортсмену предлагалось осуществить противодействие направлению растяжения мышцы. В то же время сам спортсмен или инструктор удерживает положение растяжения мышцы, чтобы не произошло обратное смещение по уменьшению амплитуды растяжения. Как правило, после контрусилия (5-7 сек), мышцы и другие мягкие ткани становятся более податливыми и при дальнейшем пассивном воздействии, растяжение совершается с большей амплитудой.

На занятиях гидрокинезотерапией применяются упражнения с сопротивлением. В качестве сопротивления выступает сама вода. Дополнительная нагрузка на мышечно-суставной аппарат достигается: 1) ускорением темпа движений; 2) изменением направления движений в воде (создание вихревых потоков воды); 3) выполнением упражнений вначале в воде, а затем вне ее (силовой контраст); 4) применением специальных приспособлений (ручные и ножные ласты, водные пенопластовые гантели). Тренирующий эффект проявляется за счет большего количества непрерывных повторений активных движений. Плавание осуществляется стилем брасс.

Для развития проприоцепции используются упражнения на динамическое равновесие. Это упражнения с партнером, который оказывает дестабилизирующее внешнее воздействие для развития устойчивости; упражнения с переменой направления движения, выпады в движении с удержанием баланса тела и тд.

Плиометрические упражнения включаются в программу физической реабилитации с 5-6 месяцев. После 6 месяцев спортсмены переходят к общим и специальным тренировкам.

Принципы формирования тренировочной программы:

1.Упражнения формируются небольшими группами (связками) по 2-3 упражнения, одна связка повторяется 3-4 подхода;

2. В каждой связке первое и второе упражнение дополняют друг друга (на одну мышечную группу);

3. Количество повторений упражнения в концентрическом режиме работы выбирается, исходя из того, чтобы последние 3 раза были уже сложны для выполнения, повторение от 15 до 20 раз;

4. Программа на занятие должна состоять из 3 связок;

5. Упражнения баланс-тренинга в зависимости от этапа реабилитации и сложности выполнения включаются либо по 1 упражнению в каждую связку, либо формируется отдельно связка со всеми 2-3 баланс-упражнениями (как правило, в середине занятия, пока не наступило сильное утомление, чтобы мог координировать движения);

6. Обязательна вариативность упражнений и смена режимов мышечного сокращения.

ГЛАВА IV. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Оценка показателей физического развития

Физическое развитие оценивалось нами по показателям роста и массы тела, соматометрии, гониометрии и функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Длина тела измерялась при поступлении в лечебное учреждение и составил в основной группе – 174,1±6; в контрольной – 175±6,9. Взвешивание производилось трехкратно: до операции, спустя 3 и 6 месяцев после нее (табл. 10).

Таблица 10 – Показатели изменения массы тела, (кг)

Группа	Периоды наблюдения					
	До оп.	3 мес.	6 мес.	P^1	P^2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7
О	76±2,9	74,7±2,8	72,7±2,8	0,426	0,857	-4,3
К	76,3±2,6	74,8±2,7	73,5±2,8	0,461		-3,7

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)

Показатели свидетельствуют о том, что результатом занятий физической реабилитацией являлось динамическое снижение массы тела спортсменов. Показатели в сроке три месяца наблюдения не имели значимого различия у представителей основной и контрольной групп (74,7±2,8 и 74,8±2,7 соответственно), что было обусловлено тем, что до трех месяцев в проводимой нами методике не имелось существенных различий. В сроке пять месяцев к комплексу реабилитации добавлялись упражнения плиометрического характера, способствовавшие повышению нагрузки на организм, что приводило к снижению показателей веса – в основной группе они ниже, чем в контрольной (снижение на 4,3% в основной и 3,7% в контрольной).

Соматометрия.

Результаты представлены в табл.11.

Таблица 11 – Результаты соматометрии в основной и контрольной группах

Показатели	Группа	Периоды наблюдения							
		До оп.	7 нед.	3 мес.	4,5 мес.	6 мес.	P^1	P^2	ΔМ
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)
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

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

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≤0,05). К 6 месяцам в основной группе разница между объемом мышц голени составляла 0,5±2 и 1,8±2,3.

Гониометрия. Результаты представлены в табл. 12.

Таблица 12 – Результаты гониометрии в основной и контрольной группах

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

Учитывая, что всем спортсменам операция была проведена в среднем спустя 2,5±0,5 года после травмы, на момент поступления в лечебное учреждение они демонстрировали полный объем движений в коленном суставе, при этом имелись признаки нестабильности коленного сустава.

Показатели активного сгибания конечности были ниже, чем пассивного. К 3 месяцам объем пассивных движений в большинстве случаев был полностью восстановлен, показатели объема активных движений этого уровня достигались к 4,5 месяцам после операции. К 6 месяцам амплитуда активных и пассивных движений была восстановлена у всех занимающихся. Темпы роста

свидетельствовали о незначительных различиях в результатах среди участников исследования.

Для оценки степени адаптированности спортсменов к физической нагрузке проводилось *измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС)* (рис. 30 и 31).

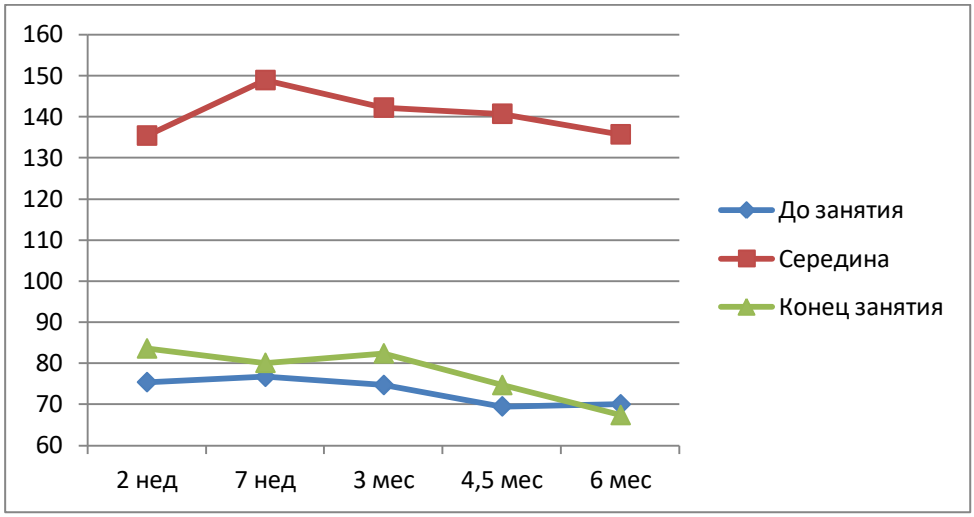

Рисунок 30 – Изменение ЧСС в основной группе

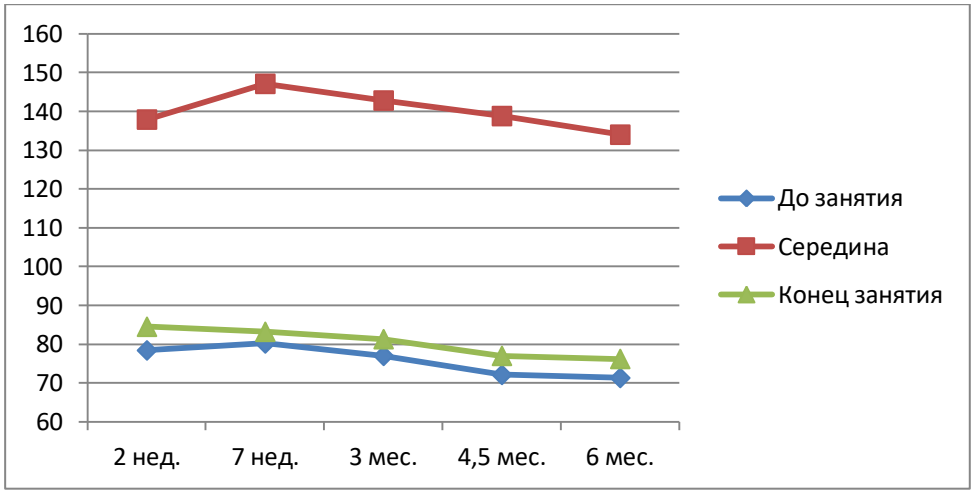

Рисунок 31 – Изменение ЧСС в контрольной группе

Исследование показало, что занятия положительно влияют на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы: пульс уменьшается как в основной, так и в контрольной группах.

Значительное увеличение пульса происходит в промежутке от двух недель к седьмой неделе в середине занятия (от 135,4 к 148,9 уд/мин. в основной группе и от 137,9 к 147,1 в контрольной), что было связано с увеличением интенсивности упражнений и большим двигательным режимом. В последующие периоды,

несмотря также на расширение двигательных возможностей спортсменов, пульс снижался, что говорило о планомерности и адаптации организма к реабилитационным мероприятиям.

4.2. Исследование показателей физической подготовленности

Для оценки физической подготовленности спортсменов после травмы проводилось тестирование на многофункциональном тренажере Huber Motion Lab тесты по методике Noyes F.R. (1991), методика исследования подробно представлена в главе 2.

Исходные результаты тестирования на многофункциональном тренажере *HUBER Motion Lab* показали, что мышцей, наиболее подверженной атрофии среди исследуемых мышц нижних конечностей была четырехглавая мышца бедра на оперированной конечности в обеих группах исследования (табл. 13).

Было выявлено, что при систематических занятиях сила всех исследуемых мышц, кроме икроножной, восстанавливается к уровню «до операции» спустя три месяца занятий. Икроножная мышца восстанавливается сложнее, мы полагали, что это было связано с техникой проведения операции: аутотрансплантат для передней крестообразной связки брался из подколенных сухожилий, соответственно, использование силы мышцы в полном объеме становилось возможным позднее, после заживления донорского ложа. По этому же признаку наблюдалось более медленное восстановление приводящей мышцы оперированной конечности по сравнению со здоровой конечностью.

Таблица 13 – Результаты тестирования силы мышц на многофункциональном тренажере HUBER Motion Lab,(даН)

Исследуемые мышцы	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	28,3±1,8	21,4±1,2**	30,5±1,4**	36,5±1,3*	40,3±1,5*	<0,001	0,05	42,4
	К	27,9±1,5	21,9±1,3*	27,3±1,7*	31±1,8	34,3±1,2	0,04		22,9
Правая 4-х главая мышца	О	30,2±1,4	23,8±1**	31,1±1,3**	36,3±1,1*	41,7±1,4*	<0,001	0,05	38,1
	К	29,6±1,5	22,9±1,2*	30,9±1,2**	34,9±1,4*	36,9±1,2	0,004		24,7
Левая икроножная мышца	О	34,8±1,4; 36,2±1,5	23,2±1,7; 27,7±1,5**	33,9±2,2; 34,2±2,4**	38,6±1,8; 39,5±1,7	45,7±1,3; 45,6±1,5*	<0,001 <0,001	0,03 0,05	31,3 26
	К	34,2±1,5; 35,5±1,6	24,1±1,9; 27,1±1,5**	30,9±2,2; 32,5±2,7*	34,6±1,9; 35,1±2,4	39,5±2,1; 40,6±1,9	0,048 0,046		15,5 14,4
Правая икроножная мышца	О	38,1±1,8; 37,3±1,5	26,7±1,9; 24,7±2,1**	35,9±1,9; 31,8±2,5*	39,8±1,8; 36,7±2,2	48,5±1,3; 47,5±1,3**	<0,001 <0,001	0,05 0,04	27,3 27,3
	К	36,6±2,1; 36±1,6	29,8±2,3; 24,6±2,1*	33,5±2,1; 32,3±2,6*	36,3±1,9; 34,6±1,7	43,1±2,1; 41,8±2,3*	0,035 0,047		17,8 16,1
Левые приводящие мышцы	О	35,6±1,2	30,1±1,1*	41,4±1,8**	44,3±1,7	47,8±1,6	<0,001	0,04	34,3
	К	36,5±1,2	29,3±1**	37±1,5*	41,4±1,4	43,4±1,7	0,007		18,9
Правые приводящие мышцы	О	40,3±0,9	32,9±0,9**	42,2±0,7**	45,5±1,4*	46,9±1,3*	<0,001	0,9	16,4
	К	40,5±1,2	32±1,1**	39,5±1,6*	43,3±1,5	46,9±1,8	0,044		14,6
Левые отводящие мышцы	О	36,2±1,8	29,1±1,2*	37,1±2,3*	46,2±1,5*	50,9±1,3*	<0,001	0,04	40,6
	К	37,3±1,7	31,5±1,9*	36±2,2	40,9±1,3	46±1,5*	0,001		23,3
Правые отводящие мышцы	О	37,9±1,3	31±1,6*	38,1±2,8*	45,9±2,1*	51,4±1,9	<0,001	0,03	35,6
	К	39,3±1,9	33±2,1*	38±2,9	42,5±2	45,1±2,2	0,05		14,8

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

Показатели достоверности статистических различий тестирования, а также темпы роста от периода к периоду в основной группе исследования

свидетельствовали о наличии достоверных различий в период от «до операции» до «7 недель», что было связано с резким снижением силы мышц в результате проведения операции, последующим постельным режимом и временным периодом иммобилизации конечности, в период от «7 недель» до «3 месяцев», что являлось следствием разработки конечности и увеличением двигательной активности. Период от «3 месяцев» до «4,5 месяцев» являлся переходным: двигательный режим расширялся, однако полноценно использовать упражнения баланс-тренинга в движении пока было невозможно, поэтому различия по силе мышц не везде очевидны. В период от «4,5 месяцев» до «6 месяцев» наблюдалось увеличение силы мышц, особенно икроножной мышцы, и что к окончанию занятий становилось более выраженным. Полученные результаты статистически достоверны ($p<0,001$).

Показатели силы и координации мышц нижних конечностей в контрольной группе ниже, чем в основной группе. Наибольшие различия наблюдались после трех месяцев после операции. В целом к шести месяцам статистические показатели по силе $p>0,05$ и двигательной координации $p<0,001$ по всем мышцам существенно различались, и разница была достоверна.

Таким образом, было выявлено, что через 7 недель после операции ухудшалась работоспособность мышц нижних конечностей и проприоцепция. Однако к 3 месяцам данные показатели восстанавливались. Результаты основной группы по силе мышц выше показателей контрольной группы, что говорит о влиянии баланс-тренинга на укрепление мышц. На срок трех месяцев разница между мышцами составляла: 4-главая мышца 0,6±2,7 в основной, 3,6±2,9 – в контрольной группах; икроножная мышца – 2±4,1 и 2,6±4,3 соответственно; приводящие мышцы – 0,8±2,5 и 2,5±3,1 соответственно; отводящие мышцы – 1±5,1 и 2±5,1 соответственно. Также эффективность методики физической реабилитации спортсменов после травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава с применением баланс-тренинга для развития проприоцепции выражалась в высоких показателях двигательной координации,

которые достигают 80-90% состояния неоперированной конечности (табл. 14), в контрольной группе этот показатель варьировался в диапазоне 50-70%.

Таблица 14 – Результаты тестирования координации мышц на многофункциональном тренажере HUBER Motion Lab, (%)

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

Тесты, определяющие скоростно-силовые способности и стабильность КС у спортсменов по методике Noyes F.R. (табл. 15).

Таблица 15 –Показатели скоростно-силовых способностей и стабильности КС

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)
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

Было выявлено, что изменения произошли во всех рассматриваемых показателях. Однако наиболее существенные увеличения результатов наблюдались у спортсменов основной группы в показателях при выполнении теста прыжка «зигзаг» и на преодоления «6 метров» на оперированной конечности, прирост результатов составил 59,3% и -13,2% соответственно. По всем тестам результаты индекса симметрии конечности к 6 месяцу превышают

90%, что свидетельствует о функциональном восстановлении оперированной конечности и демонстрирует результаты наравне со здоровой конечностью.

Таким образом, данные тесты также подтверждают эффективность баланс-тренинга в процессе физической реабилитации после оперативного лечения травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава.

4.3. Динамика показателей проприоцепции

Тест на вестибулярную устойчивость (табл. 16) являлся отборочным тестом для участия в экспериментальном исследовании и проводился спустя три месяца после операции, при достижении опороспособности конечностей. По итогам данного теста трое участников показали удовлетворительные результаты вестибулярной устойчивости, и по критериям невключения в исследование их результаты не учитывались.

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 *Тест Ромберга* на одной нижней конечности показывали значительную разницу показателей как здоровой, так и оперированной конечности уже к 4,5 месяцам после операции (табл. 16). К 6 месяцам эта разница между основной и контрольной группами увеличивается. 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.

Таблица 16 – Результат теста на вестибулярную устойчивость и теста Ромберга

Показатели	Группа	Периоды наблюдения					
		3 мес.	4,5 мес.	6 мес.	P^1	P^2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8
Тест на вестибулярную устойчивость, (см)	О	8±1,2	5,7±1	4,1±1	0,02	0,47	-48,8
	К	7,8±1,2	7,4±1,2	7,2±1,1	0,673		-7,7
Тест Ромберга, стоя, ноги вместе, (с)	О	-	>1 мин	>1 мин	-	-	-
	К	-	>1 мин	>1 мин	-		-
Тест Ромберга, нога к ноге правая вперед, (с)	О	-	>1 мин	>1 мин	-	-	-
	К	-	>1 мин	>1 мин	-		-
Тест Ромберга, нога к ноге левая вперед, (с)	О	-	>1 мин	>1 мин	-	-	-
	К	-	>1 мин	>1 мин	-		-
Тест Ромберга, стоя на ЗК с открытыми глазами, (с)	О	-	52,4±3,4	68,4±4,1*	0,009	<0,001	30,5
	К	-	39,1±2,2	45,2±3,5	0,163		15,9
Тест Ромберга, стоя на ЗК с закрытыми глазами, (с)	О	-	19±1,2	27,4±1,5**	<0,001	0,012	44,2
	К	-	14,9±1,3	20,6±1,9*	0,027		38,2
Тест Ромберга, стоя на ОК с открытыми глазами, (с)	О	-	35,9±3,1	43±4,9	0,195	0,062	22
	К	-	26,9±2,4	31,1±3,4	0,331		15,6
Тест Ромберга, стоя на ОК с закрытыми глазами, (с)	О	-	11,1±1	21,9±1,9**	<0,001	<0,001	97,3
	К	-	5,6±0,7	9,5±1,1*	0,008		69,6

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

Тест на воспроизведение позиции (табл. 17) также является показательным при оценке уровня проприоцепции коленного сустава.

По исследованиям Barrack R. L. et al [162] было выявлено, что недостаток проприоцепции наиболее ощущался при угле сгибания в коленном суставе 30-40°.

Наше исследование подтвердило данный вывод и выявило, что при выполнении теста с закрытыми глазами, разница в показателях увеличивается.

Таблица 17 – Результаты теста на воспроизведение позиции, (градусы)

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±0,8	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

Результаты данного теста свидетельствовали о влиянии травмы на проприоцептивную чувствительность, при этом ее показатели оперированной конечности были 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 ($p \leq 0,05$).

4.4. Изменение показателей анкетирования

Анкетирование использовалось с целью комплексной оценки общего состояния спортсмена и оперированной конечности.

Оценка состояния спортсмена по клиническим признакам функционирования коленного сустава *(The Lysholm Knee Scoring Scale)* демонстрировала оптимистичное состояние травмированной конечности пациентов основной группы, что выражалось в более высоких показателях (рис. 32).

Через 1 год оценка достигнутых результатов реабилитации выявила, что показатели основной группы по-прежнему стабильно высоки, контрольной группы – на 5 баллов ниже периода 6 месяцев и разница между группами составляет 18,3 балла.

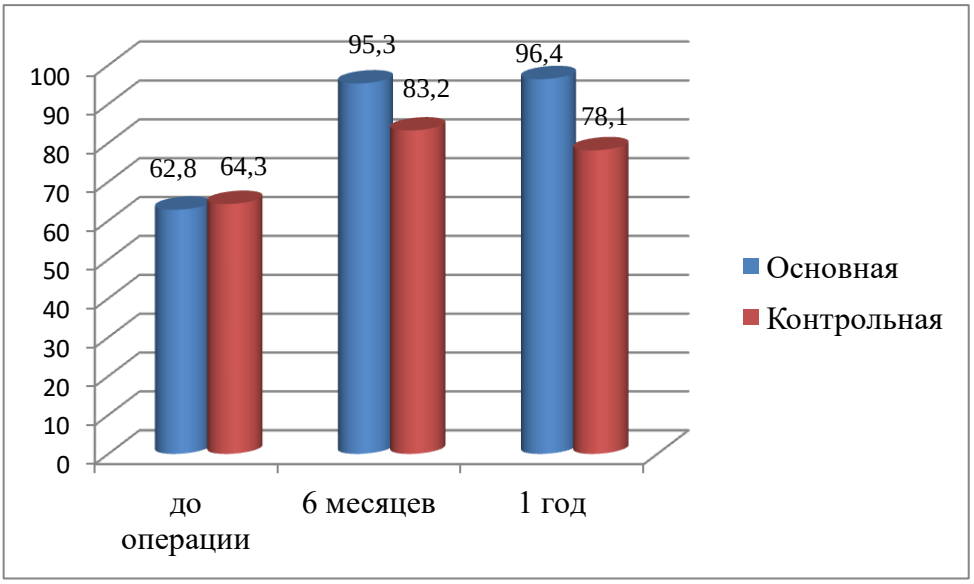

Рисунок 32 – Результаты исследования по шкале шкала The Lysholm Knee Scoring Scale у спортсменов основной и контрольной групп, (баллы)

Травма передней крестообразной связки и мениска коленного сустава в основном встречается среди людей молодого возраста (20-35 лет). Помимо спортивных занятий ведущим видом деятельности пациентов данной возрастной категории является труд, как максимальная реализация сущностных сил человека в ходе определенной деятельности. Представленная в исследовании травма серьезно ограничивала движения и опороспособность конечности, что в свою очередь временно делало невозможным занятия профессиональной деятельностью. В связи с этим, становилось важным определение степени влияния травмы не только на физический, но и на психологический компонент здоровья, что было возможно посредством анкетирования по шкале «SF-36».

Изучение качества жизни по данным *Анкеты SF-36* (табл. 18) показало, что уровень психологического компонента здоровья (PH) на протяжении всех периодов анкетирования выше, чем физический компонент здоровья (MN).

Ухудшение физического компонента здоровья наблюдалось в период от «до операции» до «3 месяца», что было связано с проведением оперативного лечения с последующим ограничением движений и наличием болевого синдрома. К 6

месяцам общий процент на 2 показателя составил 100%, что означало положительные ответы на все вопросы анкеты.

Таблица 18 – Исследование качества жизни спортсменов, (баллы)

Показатели	Группа	Компонент здоровья	Периоды наблюдения					
			До оп.	3 мес.	6 мес.	P^1	P^2	ΔM
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Анкета качества жизни SF-36	О	PH	40,5±1	34,9±1**	42,3±1,1**	<0,001	>0,05	4,4
		MN	46,5±1,4	50,9±1*	57,1±0,9*	<0,001		22,8
	К	PH	41,1±1	37,3±1,2*	42,1±1*	0,168	>0,05	2,4
		MN	47±1,4	50,4±1*	54,2±1*	<0,001		15,3

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

Ухудшение физического компонента здоровья наблюдалось в период от «до операции» до «3 месяца», что было связано с проведением оперативного лечения с последующим ограничением движений и наличием болевого синдрома. К 6 месяцам общий процент на 2 показателя составил 100%, что означало положительные ответы на все вопросы анкеты.

В целом, методика физической реабилитации показала положительную динамику и улучшение качества жизни спортсменов: как в основной (PH – $p \leq 0,05$; MN – $p<0,001$), так и в контрольной (PH – $p \leq 0,05$; MN – $p<0,001$) группах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время разрывам связочного аппарата коленного сустава больше всего подвержены профессиональные спортсмены и люди, занимающиеся физической активностью, т.к. по механизм получения связан с плиометрической нагрузкой и контактностью в видах спорта. Исходя из основной аудитории, целевые установки на процесс восстановления после травмы, являются возвращение к спортивной деятельности и продолжение спортивной карьеры. Современные методики реабилитации в случае оперативного лечения сконцентрированы на восстановление силы мышц, амплитуды движения, разработки сустава. Как показывают исследования, этого чаще всего недостаточно и сохраняется высокий риск получения вторичных травм [159, 191, 192].

Проведенный теоретический анализ уровня развития проприоцепции после травмы передней крестообразной связки позволил выявить **противоречия между:**

- необходимостью возвращения в тренировочный процесс спортсменов и отсутствием комплексной методики физической реабилитации для предотвращения вторичных травм;
- степенью влияния нарушенной проприоцепции на конечности и отсутствием ее развития в процессе реабилитации [162, 164, 201, 225];
- восстановлением проприоцепции коленного сустава без целенаправленного воздействия и сниженным сенсомоторным контролем движений после травмы [196, 222].

Выявленные противоречия позволили сформулировать **проблему исследования:** вследствие перенесенной травмы передней крестообразной связки и мениска коленного сустава в послеоперационном периоде практически отсутствует проприоцепция коленного сустава, которую необходимо возродить с целью обеспечения восстановления его двигательной активности.

Целью нашего исследования являлось проанализировать изменение проприоцепции после реконструкции передней крестообразной связки и резекции

мениска коленного сустава и на основе этого разработать методику баланс-тренинга для совершенствования физической реабилитации спортсменов после исследуемой травмы. Основу исследования составило тестирование спортсменов на многофункциональном тренажере HUBER Motion Lab, который позволял оценить показатели силы мышц нижних конечностей и двигательной координации человека. Изменение проприоцепции отслеживалось тестами на вестибулярную устойчивость, Ромберга и тестом на воспроизведение позиции. Также изучались вопросы динамики физического развития (соматометрия, гониометрия, ЧСС, рост, вес), оценка качества жизни спортсмена (анкета SF-36, шкала The Lysholm Knee Scoring Scale) в связи с получением травмы и по ходу восстановления.

Исследование проводилось на базе государственного бюджетного учреждения здравоохранения Свердловской области «Центр специализированных видов медицинской помощи «Уральский институт травматологии и ортопедии имени В.Д. Чаклина» и Института физической культуры, спорта и молодежной политики УрФУ.

В исследовании приняли участие 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 эксперимента 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 эксперимента 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. В контрольной группе левая нижняя конечность была травмирована у 20 спортсменов (54%) из 37, правая – у 17 (46%). По признаку места получения травмы и характеристике контингента пациентов формировались однородные

группы. Помимо основного нарушения (разрыва ПКС), у пациентов наблюдалось повреждение мениска (67% – медиального и 33% – латерального).

У спортсменов контрольной группы занятия проводились по методике физической реабилитации, используемой в ЦСВМП «УИТО им. В. Д. Чаклина», у спортсменов основной группы – по разработанной нами методике физической реабилитации для спортсменов с рассматриваемой травмой, включающей занятия лечебной гимнастики со 2-го дня после операции, самомассаж со 2-й недели, гидрокинезотерапию – с 8 недели и применение статических (с 5 недели) и динамических (с 9 недели) упражнений баланс-тренинга.

При разработке методики баланс-тренинга мы руководствовались следующими положениями:

- 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, так как отмечают Пинчук Д.Ю., Дудин М.Г. [109], это 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. При его помощи оценивается расстояние до предметов и их взаимное расположение [90]. Таким образом, убирая функционирование зрительного анализатора, мы добивались того, чтобы вся нагрузка ложилась на проприоцептивный аппарат травмированной конечности, что позволило лучше развивать проприоцепцию посредством развития дополнительных компенсаторных реакций.

- При составлении комплекса мы также учитывали, что на конечный результат движения влияют не только силы, развиваемые мышцами, но и силы немышечного происхождения. В частности, мы 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, мы принимали во внимание тот факт, что при удержании положении человека в позе стоя, основная нагрузка ложится на стопу и голеностопный сустав. Для того чтобы в работу включить связочный аппарат 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, мы учитывали исследования ряда авторов, которые изучили время проприоцептивной реакции человека [111]. Таким образом, упражнения разрабатывались и выполнялись с быстрой сменой внешних обстоятельств.

Для оценки динамики изменения результатов проводилось исследование спортсменов в течение 6 периодов: до операции, через 7 недель, 3 месяца, 4,5 месяца, 6 месяцев и через 1 год после операции.

При оценке силы мышц на тренажере HUBER Motion Lab было выявлено, что наиболее слабой мышцей среди мышц нижних конечностей была четырехглавая мышца бедра. Также было выявлено, что при систематических занятиях сила всех мышц, кроме икроножной мышцы восстанавливается к уровню «до операции» спустя 3 месяца занятий. Как мы полагаем, более сложное восстановление икроножной мышцы связано с техникой проведения операции: аутотрансплантат для передней крестообразной связки берется из подколенных сухожилий, соответственно, использование силы мышцы в полном объеме

становится возможным позже, нежели остальных мышц. По этому же признаку наблюдается более медленное восстановление приводящей мышцы оперированной конечности, по сравнению со здоровой конечностью. В период от «4,5 месяцев» до «6 месяцев» наблюдается большее увеличение силы мышц, особенно икроножной мышцы, что связано с добавлением плиометрических упражнений в программу реабилитации. Об этом же свидетельствуют показатели соматометрии: к 6 месяцам в основной группе разница между мышцами голени составляла 0,5±2 см и 1,8±2,3 см в контрольной; разница между объемом мышц бедра в основной группе составляла менее 1 см, что соответствовало допустимым физиологическим различиям, в контрольной группе наблюдалась асимметрия, разница в показателях более 3 см. Наибольший прирост объема мышц наблюдается в период «7 недель» до «3 месяца» и в период от «4,5 месяца» до «6 месяцев», особенно в основной группе, что связано с расширением программы реабилитации упражнениями, развивающими проприоцепцию.

Показатели двигательной координации демонстрируют высокие результаты основной группы, которые достигают 80-90% состояния неоперированной конечности. Для сравнения в контрольной группе этот показатель варьируется в диапазоне 50-70%, что говорит об эффективности разработанной методики.

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%.

В тесте оценки проприоцепции при воспроизведении углов сгибания коленного сустава было выявлено, что недостаток проприоцепции наиболее ощущается при угле сгибания в коленном суставе 30-40°. Результаты данного теста свидетельствуют о влиянии травмы на проприоцептивную чувствительность, показатели оперированной конечности почти в 2 раза выше, чем у здоровой конечности. Эффективность баланс-тренинга отражается на показателях основной группы: при целенаправленной работе проприоцепция восстанавливается, и к окончанию физической реабилитации различия здоровой и

оперированной конечности составляет не более 2°. В контрольной группе показатели от «до операции» до «6 месяцев» немного улучшаются, но разница между основной и контрольной группами существенна ($p \leq 0,05$).

Не менее важным в понимании целостного восстановления является оценка качества жизни спортсменов и уровень личного субъективного восприятия последствий травмы. Для этого мы использовали исследование по анкетированию: шкалу The Lysholm 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 демонстрирует лучшее функциональное состояние травмированной конечности пациентов основной группы, что выражается в более высоких показателях. И через 1 год для выявления состояния отдаленных результатов реабилитации, показатели основной группы также стабильно высоки, у спортсменов контрольной группы – на 5 баллов ниже периода 6 месяцев. Разница между группами составляет 18,3 балла.

В начале исследования при проведении теоретического анализа были выявлены противоречия в современных подходах и методиках реабилитации, которые удалось решить в данном исследовании, а именно: возвращение спортсмена к тренировочной и соревновательной деятельности обязательно должно сопровождаться анализом возможных причин получения вторичных травм и целенаправленной работой над этим; необходимостью включения в процесс реабилитации упражнений на восстановление сенсомоторного контроля движений и оценка динамики его восстановления.

Таким образом, 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 действия 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 УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ПКС	передняя крестообразная связка
ЗК	здоровая конечность
ОК	оперированная конечность
Л.нк.	левая нижняя конечность
Пр.нк.	правая нижняя конечность
Откр.гл.	соткрытыми глазами
Закр.гл.	с закрытыми глазами
ЧСС	частота сердечных сокращений
PH	физическое здоровье
MN	психологическое здоровье
M±m	среднее арифметической величины (M) ±ошибка среднего (m)
P^1	статистическая достоверность различий по группе
P^2	статистическая достоверность различий между группами на 6 мес.
ΔM (%)	темп роста, который показывает процентное изменение показателей от «до операции» до «6 месяцев». ΔM =M2/M1*100-100
ИФКСиМП ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»	Институт физической культуры, спорта и молодежной политики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
ГБУЗ СО «ЦСВМП «УИТО им. В.Д. Чаклина»	Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Свердловской области «Центр специализированных видов медицинской помощи «Уральский институт травматологии и ортопедии имени В. Д. Чаклина

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов А. М. Роль скелетных мышц в жизнедеятельности организма / А. М. Аксенов // ЛФК и массаж. – 2007. – № 7 (43). – С. 3-6.

2. Аксенов А. Ю. Комплексная инструментальная оценка функционального состояния нижних конечностей и коррекция их нарушений / А. Ю. Аксенов // Биотехносфера. – 2015. – № 4 (40). – С. 31-37.

3. Алфимов М. Н. Биологические критерии оценки нарушений и эффективности коррекции нервно-мышечного дисбаланса мышц нижней конечности / М. Н. Алфимов, Т. Ф. Абрамова, В. Л. Крашенинников // Вестник спортивной науки. – 2008. – С. 27-32.

4. Алфимов М. Н. Компенсаторные механизмы нервно-мышечного дисбаланса у спортсменов высокой квалификации /М. Н. Алфимов, Т. Ф. Абрамова, В. В. Арьков [и др.] // Биомедицина. – 2011. – №2. – С. 58-65

5. Амжад А. Б. Хамдони. Электромиография как метод объективизации результатов физической реабилитации травм связочного аппарата коленного сустава после хирургического лечения / А. Б. Х. Амжад // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2008. – № 1. – С. 8-11.

6. Амирджанова В. Н. Шкалы боли и HAQ в оценке пациента с ревматоидным артритом / В. Н. Амирджанова // Научно-практическая ревматология. – 2006. – №2. – С. 60-65.

7. Анохин П. К. Очерки физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. – Москва : Медицина, 1975. – 448 с.

8. Артроскопическая диагностика и лечение частичных повреждений передней крестообразной связки коленного сустава / В. А. Огибенин, С. В. Иванников, Л. А. Семенова [и др.] // Медицинская помощь. – 2008. – № 2. – С. 28-31.

9. Арьков В.В. Стабило- и тензометрия при травме нижних конечностей спортсмена / В. В. Арьков, Л. А. Калинкин, О. Н. Миленин [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2008. – №2 . – С. 30-34

10. Атлас анатомии человека. – 2-е изд., перераб и доп. – Москва : РИПОЛ классик, 2009. – 576 с.

11. Батышева Т. Т. Функциональный подход к восстановительному лечению больных с патологией опоры и движения / Т. Т. Батышева, Д. В. Скворцов // Медицинская помощь. – 2007. – № 3. – С. 23-27.

12. Батюта М. Б. Возрастная психология: учеб. пособие / М. Б. Батюта, Т. Н. Князева. – Москва : Логос, 2001 – 306 с.

13. Башкиров В. Ф. Возникновение и лечение травм у спортсменов / В. Ф. Башкиров. – Москва : Физкультура и спорт, 1981. – 224 с.

14. Башкиров В. Ф. Комплексная реабилитация спортсменов после травм опорно-двигательного аппарата / В. Ф. Башкиров. – Москва : Физкультура и спорт, 1984. – 240 с.

15. Берген Т. А. Магнитно-резонансная томография анатомических соотношений после восстановления передней крестообразной связки коленного сустава / Т. А. Берген, А. Ю. Летягин, Е. Ю. Дремов // Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. – 2008. – Т. 6. – Вып. 3. – Ч.1. – С. 110-114.

16. Бернштейн Н. А. Биомеханика и физиология движений: Избранные психологические труды / под ред. В. П. Зинченко. – 2-е изд. – Москва : Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж : Модек, 2004. – 688 с.

17. Бернштейн Н. А. О ловкости и ее развитии / Н. А. Бернштейн. – Москва : Физкультура и спорт, 1991. – 288 с.

18. Бернштейн Н. А. Физиология движений и активность / под. ред. О. Г. Газенко. – Москва : Наука, 1990. – 495 с.

19. Бирюков А. А. Спортивный массаж : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Бирюков. – 2-е изд., стер. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 576 с.

20. Боген М. М. Физическое воспитание и спортивная тренировка: обучение двигательным действиям / Предисл. П. Я. Гальперина. – Изд. 3-е. – Москва : Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2011. – 200 с.

21. Болотов Д. Д. Применение гидрокинезотерапии в реабилитации больных с травмами опорно-двигательного аппарата / Д. Д. Болотов, С. М. Стариков // Вестник восстановительной медицины. – 2014. – № 3. – С. 75-79.

22. Боль в области коленного и плечевого суставов. Алгоритмы дифференциальной диагностики (Клиническое руководство для практических врачей) / И. В. Меньшикова, С. А. Сергиенко, Ю. В. Пак [и др.]. – Москва : МЕДПРАКТИКА-М, 2011. – 144 с.

23. Большой словарь медицинских терминов /сост. Федотов В. Д. – Москва : Центрполиграф, 2007. – 959 с.

24. Большой толковый медицинский словарь: Оксфорд (Oxford) / под ред. проф. Г. Л. Билича. – Москва : Вече : АСТ, 1998. — 607 с.

25. Борщенко И. Суставы без боли. Курс упражнений для суставов в изометрическом режиме / И. Борщенко. – Москва : Астрель, Метафора ; Владимир : ВКТ, 2012. – 187 с.

26. Букуп К. Клиническое исследование костей, суставов и мышц : пер. с англ. / Клаус Букуп. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Медицинская литература, 2015. – 352 с.

27. Быковская Т. Ю. Виды реабилитации: физиотерапия, лечебная физкультура, массаж : учеб. пособие / Т. Ю. Быковская, А. Б. Кабарухин, В. А. Семененко [и др.] ; под общ. ред. Б. В. Кабарухин. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. – 557 с.

28. Вайнер Э. Н. Лечебная физическая культура : учебник / Э. Н. Вайнер. – Москва : Наука, 2009. – 424 с.

29. Верхало Ю. Н. Тренажеры и устройства для восстановления здоровья и рекреации инвалидов / Ю. Н. Верхало. – Москва : Советский спорт, 2004. – 536 с.

30. Ветрилэ В. С. Стабилометрия как метод оценки проприоцепции при повреждениях капсульно-связочного аппарата коленного сустава / В. С. Ветрилэ, И. С. Косов, А. К. Орлецкий // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2002. – №2. – С. 34-37.

31. Витензон А. С. Обоснование и результаты применения функциональной электрической стимуляции мышц при ходьбе больных с различной патологией опорно-двигательного аппарата / А. С. Витензон, К. А. Петрушанская // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 2 (74). – С. 29-41.

32. Восстановительное лечение после реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава (руководство для пациента) / Р. М. Тихилов, А. П. Трачук, О. Е. Богопольский [и др.]. – Санкт-Петербург, 2009. – 32 с.

33. Восстановление стабильности коленного сустава эндопротезами крестообразных связок / М. А. Малыгина, Н. С. Гаврюшенко, В. П. Охотский [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2004. – № 1. – С. 40-44.

34. Восстановление функции коленного сустава при его контрактурах с применением обезболивающих средств / С. И. Робина, Т. С. Авдонченко, Н. М. Водянов [и др] // ЛФК и массаж. – 2007. – № 9 (45). – С. 39-44.

35. Гайворонский И. В. Нормальная анатомия человека: учебник для мед. вузов: в 2 т. / И. В. Гайворонский. – 8-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2013. – Т. 1. – 568 с.

36. Гайгер Г. Клинометрия и клинические скоринговые системы в оценке эффективности реабилитации и лечения при заболеваниях опорно-двигательного аппарата / Г. Гайгер, Ф. А. Юнусов // ЛФК и массаж. – 2007. – № 11 (47). – С. 3-6.

37. Гершбург М. И. Восстановление сенсомоторного контроля у спортсменов после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки / М. И. Гершбург, С. Н. Попов // Национальные программы формирования здорового образа жизни: международный научно-практический конгресс. – 2014. – С. 42-47.

38. Гершбург М. И. Проприоцептивная тренировка в реабилитации спортсменов после операций и травм нижней конечности / М. И. Гершбург, С. Н. Попов, М. Хайдари // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 7 (115). – С. 13-19.

39. Глазков Ю. К. Комплексная реабилитация больных после хирургического лечения заболеваний и повреждений пателло-феморального сочленения / Ю. К. Глазков, В. А. Епифанов, И. И. Глазкова // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2009. – № 8 (68). – С. 25-33.

40. Гребень Н. Ф. Психологические тесты для профессионалов / Н. Ф. Гребень. – Минск : Современная школа, 2007. – 496 с.

41. Губман Л. В. Моторно-висцеральные рефлексы и физиология спорта / Л. В. Губман, М. Р. Могендович // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2008. – № 8. – С. 51-59.

42. Гудков А. Г. Функциональный ряд аппаратно-программных комплексов для пассивной механотерапии / А. Г. Гудков, Г. Е. Ройтберг // Медицина и высокие технологии. – 2014. – № 2. – С. 4-10.

43. Гурфинкель В. С., Левик Ю. С. Мышечная рецепция и обобщенное описание положения тела / В. С. Гурфинкель, Ю. С. Левик // Физиология человека. – 1999. – Т. 25. – № 1. – С. 87-97.

44. Дейкало В. П. Структура травм и заболеваний коленного сустава / В. П. Дейкало, К. Б. Болобошко // Новости хирургии. – 2007. – Т. 15. – № 1. – С 26-31.

45. Деревянко С. Н. Перспективы использования стабилометрии в спортивной медицине / С. Н. Деревянко, Г. З. Орджоникидзе, В. И. Павлов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 2 (74). – С. 50-53.

46. Дубровский В. И. Биомеханика : учебник для сред. и высш. учеб. заведений / В. И. Дубровский, В. Н. Федорова. – 2-е изд. – Москва : Издательство ВЛАДОС-ПРЕСС, 2004. – 672 с.

47. Дубровский В. И. Гидрокинезотерапия в профилактике и лечении контрактур после оперативных вмешательств на тканях опорно-двигательного аппарата у спортсменов / В. И. Дубровский, К. В. Лядов, А. В. Дубровская // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 1. – С. 61-63

48. Дубровский В. И. Лечебная физическая культура (кинезотерапия) : учебник для студентов вузов / В. И. Дубровский. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : ВЛАДОС, 2004. – 624 с.

49. Дубровский В. И. Специальные упражнения на растягивание и криомассаж как средство профилактики и лечения травм заболеваний опорно-двигательного аппарата у спортсменов / В. И. Дубровский, К. В. Лядов, А. В. Дубровская // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – № 2 (30). – С. 91-94.

50. Дубровский В. И. Спортивная медицина : учебник для студентов вузов, обучающихся по пед. специальностям / В. И. Дубровский. – 3-е изд. и доп. – Москва : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 528 с.

51. Дубровский В. И. Спортивная физиология : учебник для сред. и высш. учеб. заведений по физич. культуре / В. И. Дубровский. – Москва : ВЛАДОС, 2005. – 462 с.

52. Евсеев Ю. И. Физическая культура / Ю. И. Евсеев. – Изд. 6-е, доп. и. испр. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. – 444 с.

53. Епифанов А. В. Восстановительное лечение после артроскопических вмешательств на коленном суставе при повреждениях капсульно-связочного аппарата / А. В. Епифанов, О. С. Цека, В. А. Епифанов, А. В. Королев. – Москва : Авторская Академия, 2011. – 152 с.

54. Епифанов В. А. Лечебная физическая культура и массаж : учебник / В. А. Епифанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 528 с.

55. Епифанов В. А. Реабилитация в травматологии / В. А. Епифанов, А. В. Епифанов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 336 с.

56. Зедгенидзе И. В. Лечебная тактика при повреждении менисков / И. В. Зедгенидзе, В. М. Прохоренко // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – № 4 (80). – С.76-79.

57. Иваницкий М. Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): учебник для институтов физич. культуры / под ред. Б. А. Никитюка, А. А. Гладышевой, Ф. В. Судзиловского. – Изд. 9-е. – Москва : Человек, 2014. – 624 с.

58. Изометрические упражнения с элементами постизометрической релаксации в устранении контрактур коленного сустава после артроскопической пластики передней крестообразной связки / О. В. Пилипенко, А. А. Захаров [и др.]

// Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2014. – № 2. – С. 48-51.

59. Ингерлейб М. Б. Анатомия физических упражнений / М. Б. Ингерлейб. – Изд. 2-е. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. – 187 с.

60. Ингерлейб М. Б. Лечебный, косметический и точечный массаж : полное руководство / М. Б. Ингерлейб, М. С. Панаев, Е. А. Морозова. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. – 448 с.

61. К вопросу о формировании вертикальной позы человека / Г. Е. Иванова, Е. А. Ковражкина, А. Ю. Суворов [и др.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2009. – № 12 (72). – С. 51- 59.

62. Калюжин В. Г. Программа ЛФК и массажа при травмах крестообразной связки коленного сустава у спортсменов / В. Г. Калюжин, Ю. В. Зыбин // Материалы II Всерос. науч-практич. конф. с междунар. участием «Лечебная физическая культура: достижения и перспективы развития». – 2013. – С. 94-96.

63. Калюжнова И. А. Лечебная физкультура / И. А. Калюжнова, О. В. Перепелова. – Изд. 3-е. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. – 349 с.

64. Каптелин А. Ф. Гидрокинезотерапия в ортопедии и травматологии / А. Ф. Каптелин. – Москва : Медицина, 1986. – 224 с.

65. Кожевников Е. В. Пластическое восстановление передней крестообразной связки свободным аутотрансплантатом из сухожилия длинной малоберцовой мышцы / Е. В. Кожевников, П. А. Баженов // Политравма. – 2011. – № 1. – С. 76-81.

66. Комогорцев И. Е. Посттравматическая нестабильность коленного сустава (лечение и реабилитация) / И. Е. Комогорцев. – Иркутск : НЦ РВХ СО РАМН, 2010. – 196 с.

67. Котельников Г. П. Особенности походки у больных с сагиттальной посттравматической нестабильностью коленного сустава / Г. П. Котельников, В. Ф. Краснова, Д. М. Цейтлин // Медицинская биомеханика. – 1986. – Т. 3. – С. 172-177.

68. Кочнев А. В. Физическая реабилитация после травм коленного сустава у мужчин в постиммобилизационный период в зависимости от их физической подготовленности / А. В. Кочнев, А. И. Кулакин // Сб. науч. трудов по итогам межд. науч-практич. конф. «Основные вопросы теории и практики педагогики и психологии». – 2015. – С. 79-80.

69. Краснов А. Ф. Реабилитация больных с посттравматической нестабильностью коленного сустава / А. Ф. Краснов, Г. П. Котельников. – Куйбышев, 1990. – 153 с.

70. Ларченко Н. А. Словарь-справочник медицинских терминов и основных медицинских понятий / Н. А. Ларченко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. – 602 с.

71. Лечебная физическая культура : учеб. пособие / Епифанов В. А. [и др.] – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 268 с.

72. Лечебная физическая культура : учебник для студентов учреждений высш. проф. образования / С. Н. Попов, Н. М. Валеев, Т. С. Гарасева [и др.] ; под ред. С. Н. Попова. – 8-е изд., испр. – Москва : Академия, 2012. – 416 с.

73. Лисицын М. П. Проприоцептивная функция крестообразного комплекса коленного сустава / М. П. Лисицын, Т. М. Андреева // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2001. – № 3. – С. 69-74.

74. Лукомский И. В. Физиотерапия. Лечебная физкультура. Массаж : учебник / И. В. Лукомский, И. С. Сикорская, В. С. Улащик ; под ред. В. С. Улащика. – 3-е изд. – Минск : Выш. шк., 2010. – 384 с.

75. Лядов К. В. Комплексная реабилитация спортсменов после операций на коленном суставе / К. В. Лядов, В. И. Дубровский, А. В. Дубровская // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2008. – № 6. – С. 27-29.

76. Лях В. И. Теория о поэтапном формировании знаний, умений и навыков в процессе освоения двигательных действий / В. И. Лях, П. Я. Гальперин, М. М. Боген //Физическая культура в школе. – 2007. – № 3. – С. 15-19.

77. Макаренко А. С. Коллектив и воспитание личности / А. С. Макаренко. – Москва : Педагогика, 1972. – 236 с.

78. Медицинский энциклопедический словарь / В. И. Бородулин, А. В. Бруенок, Ю. Я. Венгеров [и др.] ; под ред. В. И. Бородулина. – Москва : Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2002. – 704 с.

79. Меньшикова И. В. Причины боли в коленном суставе / И. В. Меньшикова, В. В. Бабырэ // Клиническая медицина. – 2008. – № 8. – С. 67-70.

80. Меньшикова И. В. Современные физиотерапевтические методы в реабилитации больных после артроскопических операций на коленном суставе / И. В. Меньшикова, Т. И. Андрущак // Вестник восстановительной медицины. – 2007. – № 4 (22). – С. 53-55.

81. Методические подходы к реабилитационному лечению после реконструктивных операций: пластика передней крестообразной связки комбинированная с резекцией мениска / Н. С. Николаев, В. Н. Яковлев, Р. В. Петрова [и др.] // Технологии восстановительной медицины и медицинской реабилитации. – 2014. – № 3. – С. 50-54.

82. Миронов С. П. Одномоментное восстановление передней и задней крестообразных связок коленного сустава при их травматическом повреждении / С. П. Миронов, А. К. Орлецкий, А. Е. Авдеев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2004. – № 2. – С. 37-40.

83. Миронов С. П. Повреждение связок коленного сустава / С. П. Миронов, А. К. Орлецкий, М. Б. Цыкунов. – Москва : Лесар, 1999. – 208 с.

84. Миронов С. П. Способ артроскопической фиксации крестообразных связок коленного сустава при их остром повреждении / С. П. Миронов, А. К. Орлецкий, В. С. Ветрилэ // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2001. – № 3. – С. 26-28.

85. Миронова З. С. Повреждение менисков, боковых и крестообразных связок коленного сустава при занятиях спортом / З. С. Миронова. – Москва : Государственное издательство медицинской литературы, 1962. – 136 с.

86. Миронова З. С. Спортивная травматология / З. С. Миронова, Е. М. Морозова. – Москва : Физкультура и спорт, 1976. – 152 с.

87. Мышцы в спорте. Анатомия. Физиология. Тренировка. Реабилитация / под ред. Й. М. Йегера, К. Крюгера; пер. с. нем. под общ. ред. Д. Г. Калашникова. – Москва : Практическая медицина, 2016. – 408 с.

88. Назаренко Г. И. Восстановительное лечение посттравматических контрактур / Г. И. Назаренко, И. Б. Героева // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 7 (115). – С. 20-27.

89. Нарушение силы мышц бедра у спортсменов после реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава / З. Г. Орджоникидзе, В. В. Арьков [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. – 2012. – № 4. – С. 7-9.

90. Немцев О. Б. Биомеханические основы точности движений. – Майкоп : Издательство Адыгейского государственного университета. – 2004. – 187 с.

91. Нефедова Н. В. Диагностика и коррекция биомеханических нарушений опорно-двигательного аппарата методом биологической обратной связи в физической реабилитации и спорте / Н. В. Нефедова, Ю. И. Тимофева // Ученые записки. – 2015. – № 2 (120). – С. 99-108.

92. Никаноров А. К. Значение предоперационного периода в восстановлении двигательной функции коленного сустава при артроскопической реконструкции передней крестообразной связки / А. К. Никаноров // Слобожанский научно-спортивный вестник. – 2013. – № 2. – С. 131-133.

93. Ницше Н. Эффект тренировок с открытой и закрытой кинематическими цепями после пластики передней крестообразной связки / Н. Ницше, Н. Шульц // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 8 (116). – С. 34-42.

94. Общие вопросы применения метода БОС : сб. ст. / Институт биологической обратной связи. – Санкт-Петербург : ЗАО «Биосвязь», 2008 – 102 с.

95. Орджоникидзе З. Г. Проприоцептивная тренировка в системе реабилитации футболистов с патологией опорно-двигательного аппарата / З. Г. Орджоникидзе, М. И. Гершбург, Г. А. Кузнецова // Физическая культура в профилактике, лечении и реабилитации. – 2006. – № 1 (16). – С. 56-60.

96. Орлецкий А. К. Оперативное лечение посттравматической задней нестабильности коленного сустава / А. К. Орлецкий, Л. Л. Буткова // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2007. – № 1. – С. 22-27.

97. Орлецкий А. К. Послеоперационные рецидивы нестабильности коленного сустава: меры профилактики / А. К. Орлецкий, З. С. Миронова // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 1997. – № 2. – С. 41-43.

98. Осложнения при артроскопическом аутопластическом замещении передней крестообразной связки коленного сустава / Г. Д. Лазишвили, В. Э. Дубров, А. Б. Бут-Гусаим, [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2006. – № 4. – С. 48-52.

99. Основные направления биомеханического обследования в изучении системы проприоцепции в спорте высоких достижений / Д. А. Андреев, Н. В. Борисова, В. В. Кармазин [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – № 4. – С. 37-40.

100. Основные направления биомеханического обследования в изучении системы проприорецепции в спорте высоких достижений / Д. А. Андреев, Н. В. Борисова, В. В. Карамзин [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – № 4. – С. 37-40.

101. Основные принципы восстановления функции коленного сустава после артроскопических вмешательств / А. А. Ахпашев, А. В. Епифанов, А. В. Королев [и др.] // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. – 2007. – № 3 (22). – С. 33-39.

102. Основы теории и методики физической культуры: учеб. для техн. физич. культ. / Под ред. А. А. Гужаловского. – Москва : Физкультура и спорт, 1986. – 352 с.

103. Оценка физического состояния спортсменов после пластики передней крестообразной связки с целью предупреждения повторных травм / В. Ю. Преображенский, О. В. Зиновьев [и др.] // Доктор.Ру. – 2011. – № 8 (67). – С. 38-41.

104. Оценка эффективности ранней реабилитации с использованием симуляционных тренажеров спортсменов различных видов спорта после травм коленного сустава / В. Ю. Преображенский, Е. В. Сидоренко, А. В. Преображенский, [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2013. – № 4. – С. 39-42.

105. Париш М. Изменение показателей миотонометрии под влиянием программы физической реабилитации у футболистов с повреждением передней крестообразной связки / М. Париш // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2012. – № 11. – С. 72-75.

106. Пат. 2204346 Российская Федерация, МПК51 А 61 В 17/56 (2000.01), А 61 В 17/32 (2000.01). Способ артроскопической фиксации одной из поврежденных крестообразных связок коленного сустава к другой, неповрежденной, крестообразной связке / А. К. Орлецкий, В. С. Ветрилэ ; заявитель и патентообладатель ГУН Центральный НИИ травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова ; опубл. 20.05.2003, Бюл. № 14.

107. Пат. 2370231 Российская Федерация, МПК51 А61В 17/56 (2006.01). Способ артроскопической реконструкции частично поврежденной передней крестообразной связки / И. А. Кузнецов, А. В. Рыбин, М. В. Рябинин, И. В. Фролов ; заявитель и патентообладатель ФГУ «РНИИТО им. Р. Р. Вредена Росмедтехнологий» ; опубл. 20.10.2009, Бюл. № 29.

108. Педагогика физической культуры : учебник / под общ. ред. В. И. Криличевского, А. Г. Семенова, С. Н. Бекасовой. – Москва : КНОРУС, 2012. – 320 с.

109. Пинчук Д. Ю. Биологическая обратная связь по электромиограмме в неврологии и ортопедии. Справочное руководство. – Санкт-Петербург : Человек, 2002. – 120 с.

110. Подласый И. П. Педагогика. Новый курс: учебник для студ. пед. вузов : В 2 кн. / И. П. Подласый. – Москва : Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 1999. – Кн. 2: Процесс воспитания. – 256 с.

111. Попов Г. И. Биомеханика: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. И. Попов. – Москва : Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.

112. Попов Г. И. Искусственная управляющая и предметная среда как факторы управления параметрами двигательных действий спортсменов / Г. И. Попов // Моделирование спортивной деятельности в искусственно созданной среде (стенды, тренажеры, имитаторы) : (материалы конф.). – Москва, 1999. – С. 80-84.

113. Попов С. Н. Проприоцептивные и плиометрические упражнения в реабилитации спортсменов после реконструкции передней крестообразной связки / С. Н. Попов, М. Хайдари, М. И. Гершбург // Доктор.Ру. – 2013. – № 10 (88). – С. 31-36.

114. Порчинская К. П. Физическая реабилитация спортсменов после травм коленных суставов / К. П. Порчинская, И. И. Мацейко, Ю. В. Шереметьева // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2009. – № 11. – С. 83-86.

115. Программа восстановительного лечения нестабильности коленного сустава / М. Л. Смирнов, М. А. Еремушкин, А. Н. Лобов [и др.] // ЛФК и массаж. – 2007. – № 9 (45). – С. 36-39.

116. Проприоцептивная тренировка в процессе физической реабилитации футболистов после артроскопической аутопластики передней крестообразной связки / Н. М. Валеев, М. И. Гершбург, Н. Л. Иванова [и др.] // Спортивная медицина. – 2012. – № 3 (99). – С. 26-32.

117. Психология движений и восприятия в спорте / А. А. Хадарцев, Н. А. Фудин, В. Г. Зилов [и др.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2015. – № 4 (130). – С. 47-56.

118. Ратов И. П. Пограничные проблемы биомеханики, психологии и теории обучения движениям / И. П. Ратов. – Москва, 1982. – 51 с.

119. Реабилитация детей и подростков с повреждениями передней крестообразной связки коленного сустава / В. Н. Меркулов, М. А. Еремушкин, А.

Г. Ельцин [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2015. – № 3 (67). – С.7-14.

120. Ревизионная хирургия передней крестообразной связки при ограничении разгибания в коленном суставе / М. П. Лисицын, А. М. Заремук, Е. А. Ткаченко [и др.] // Эндоскопическая хирургия. – 2011. – № 6. – С. 29-30.

121. Ревизионная хирургия передней крестообразной связки при ограничении разгибания в коленном суставе / М. П. Лисицын, А. М. Заремук, Е. А. Ткаченко [и др.] // Эндоскопическая хирургия. – 2011. – № 6. – С. 29-30.

122. Рой И. В. Физическая реабилитация после артроскопического восстановления передней крестообразной связки / И. В. Рой, Т. В. Заморський, И. А. Лазарев // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2008. – № 6 (54). – С. 46-51.

123. Самусев Р. П. Атлас функциональной анатомии человека: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений физич. культуры и спорта / Р. П. Самусев, Е. В. Зубарева. – Москва : Оникс : Мир и Образование, 2010. – 768 с.

124. Саркизов-Серазини И. М. Спортивный массаж и самомассаж : учеб. пособие для институтов и техникумов физич. культуры. — Москва : Физкультура и спорт, 1947. — 255 с.

125. Скворцов Д. В. Клинический анализ движений. Стабилометрия / Д. В. Скворцов. – Москва : Антидор, 2000. – 189 с.

126. Скворцов Д. В. Стабилометрическое исследование : краткое руководство / Д. В. Скворцов. – Москва : Маска, 2010. – 176 с.

127. Современные методы лечения повреждений и заболеваний органов опоры и движения / Н. В. Загородний, С. В. Сергеев, Ф. Л. Лазко, [и др.] // Вестник РУДН. – 2006. – № 2 (34). – С. 176-180.

128. Современные принципы артроскопической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава. Анализ ошибок и осложнений / В. В. Кузьменко, Г. Д. Лазишвили, С. Г. Гиршин [и др.] / Анналы травматологии и ортопедии. – 1997. – № 2. – С. 8-13.

129. Современные технологии в эндопротезировании передней крестообразной связки коленного сустава / А. В. Королев, Г. В. Федорук, А. В. Голева, [и др.] // Медицинская помощь. – 2009. – № 1. – С. 42-44.

130. Спортивная медицина: национальное руководство / под ред. С. П. Миронова, Б. А. Поляева, Г. А. Макаровой. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 1184 с.

131. Сулимцев Т. И. Физическая реабилитация и профилактика наиболее часто встречающихся заболеваний суставов : учеб. пособие / Т. И. Сулимцев. – Малаховка, 2000. – 99 с.

132. Травматология : национальное руководство / под ред. Г. П. Котельникова, С. П. Миронова. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 808 с.

133. Третьякова Н. В. Лечебная физическая культура и массаж : учеб. пособие / Н. В. Третьякова. – Екатеринбург : Издательство Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. – 357 с.

134. Тяжелов А. А. О компенсации стабильности коленного сустава при повреждении передней крестообразной связки / А. А. Тяжелов, И. А. Суббота // Травма. – 2011. – Т. 12. – № 4. – С. 35-39.

135. Фарфель В. С. Управление движениями в спорте / В. С. Фарфель. – 2-е изд. – Москва : Советский спорт, 2011. – 202 с.

136. Федорова Т. Н. Программа физической реабилитации после оперативной пластики передней крестообразной связки у спортсменов / Т. Н. Федорова, Т. М. Пинаева // Адаптивная физическая культура. – 2014. – № 2 (58). – С. 47-50

137. Федорова Т. Н. Этапная реабилитация спортсменов после оперативной пластики передней крестообразной связки / Т. Н. Федорова, Т. М. Пинаева, Д. Е. Батушенко // Актуальные проблемы Восстановительной медицины, спортивной медицины, лечебной физкультуры, курортологии и физиотерапии. – 2013. – С. 56-64.

138. Физиология человека / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. – Москва, 2003 – 656 с.

139. Физиотерапия : национальное руководство / под ред. Г. Н. Пономаренко. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 864 с.

140. Физическая реабилитация : учебник для студентов высш. учеб. заведений / под общ. ред. С. Н. Попова. – Изд. 5-е. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2008 – 602 с.

141. Физическая реабилитация инвалидов с поражением опорно-двигательной системы : учеб. пособие / под ред. С. П. Евсеева, С. Ф. Курдыбайло. – Москва : Советский спорт, 2010. – 488 с.

142. Фискалов В. Д. Теоретико-методические аспекты практики спорта : учебное пособие / В.Д. Фискалов, В.П. Черкашин. – Москва : Спорт, 2016. – 350 с.

143. Функциональное состояние мышц нижних конечностей больных с патологией коленного сустава до и после лечения с использованием артроскопических технологий / З. М. Кривоногова, М. С. Сайфутдинов [и др.] // Гений Ортопедии. – 2007. – № 1. – С. 65-68.

144. Хайдари М. Восстановление сенсомоторного контроля у спортсменов после операций и травм опорно-двигательного аппарата / М. Хайдари, С. Н. Попов, М. И. Гершбург // Теория и практика физической культуры. – 2013. - № 12. – С. 44.

145. Холодов Ж. К. Теория и методика физической культуры и спорта : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – 10-е изд., испр. – Москва : Издательский центр «Академия», 2012. – 480 с.

146. Цыкунов М. Б. Изометрическая тренировка четырехглавой мышцы при повреждениях капсульно-связочных структур коленного сустава / М. Б. Цыкунов, И. С. Косов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 1997. – № 4. – С. 45-50.

147. Цыкунов М. Б. Клиническая и инструментальная оценка состояния активных стабилизаторов при повреждениях капсульно-связочного аппарата коленного сустава / М. Б. Цыкунов, А. К. Орлецкий, И. С. Косов // Вестник травматологии и ортопедии им Н. Н. Приорова. – 1997. - № 1. – С. 27-32.

148. Цыкунов М. Б. Принципы реабилитации при травмах конечностей / М. Б. Цыкунов // ЛФК и массаж. – 2002. – № 2. – С. 46-51

149. Цыкунов М. Б. Программа реабилитации при повреждениях хрящевых и капсульно-связочных структур коленного сустава. Методические рекомендации / М. Б. Цыкунов // Вестник восстановительной медицины. – 2014. – № 3. – С. 3-7.

150. Черкасова И. В. Лечебная физическая культура в специальной медицинской группе вуза : учеб.-методич. пособие для студентов очной формы обучения / И. В. Черкасова, О. Г. Богданов. – Москва-Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 128 с.

151. Чернышева И. Н. Физиологические (биомеханические) аспекты двигательной активности человека и закономерности ее становления (обзор литературы) / И. Н. Чернышева // Медико-биологические аспекты физической культуры и спорта. – 2012. – № 1. – С. 102-107.

152. Чмутов А. М. Обоснование алгоритмов диагностики и лечения пациентов с передней нестабильностью коленного сустава / А. М. Чмутов // Фундаментальные исследования. – 2013. – №9. – С. 934-938.

153. Шихов А. В. Спортивная травматология : учеб. пособие / А. В. Шихов. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 150 с.

154. Ячник С. П. Оценка эффективности электромиостимуляции у пациентов после реконструкции передней крестообразной связки / С. П. Ячник, Л. Д. Кравчук, А. К. Никаноров // Слобожанский научно-спортивный вестник. – 2013. – № 5 (38). – С. 310-313.

155. A randomized controlled trial of electrostimulation effects on effussion, swelling and pain recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: a pilot study / L. Ediz, M. F. Ceylan, U. Turktas [et al.] // Clinical Rehabilitation. – 2011. – Vol. 26. – No. 5. – P. 413-422.

156. Anterior cruciate ligament mechanoreceptors / M. Denti, M. Monteleone, A. Berardi [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 1994. – № 308. – P. 29-32.

157. Anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport activity: postural control as the key to success / R. Papalia, F. Franceschi, A. Tecame [et al.] // International Orthopaedics. – 2015. – Vol. 39. – P. 527-534.

158. Ardem C. L. Psychological Aspects of Anterior Cruciate Ligament Injuries / C. L. Ardern, J. Kvist, K. E. Webster // Operative Techniques in Sports Medicine. – 2015. – P. 1-7.

159. Arthrosis of the knee in chronic anterior laxity / H. Dejour, G. Walch , G. Deschamps [et al.] // Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research. – 2014. – Vol. 100. – P. 49-58.

160. Barber F. A. Meniscus repair rehabilitation with concurrent anterior cruciate reconstruction / F. A. Barber, S. D. Click // Arthroscopy. – 1997. – Vol. 13. – Issue 4. – Pages 433-437.

161. Barber-Westin S. D. Objective criteria for return to athletics after anterior cruciate ligament reconstruction and subsequent reinjury rates: a systematic review / S. D. Barber-Westin, F. R. Noyes // The Physician and Sports Medicine. – 2011. – Vol. 39. – No. 3. – P. 100-110.

162. Barrack R. L. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee / R. L. Barrack, H. B. Skinner, S. L. Buckley // The American Journal of Sports Medicine. – 1989. – Vol. 17. – No. 1. – P. 1-6.

163. Barrett D. S. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction / D. S. Barrett // Journal of Bone and Joint Surgery. – 1991. – Vol.73. – Issue 5. – P. 833-837.

164. Bilateral proprioceptive defects in patients with a unilateral anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison between patients and healthy individuals / D. Roberts, T. Fridén, A. Stomberg [et al.] // Journal of Orthopaedic Research. – 2000. – Vol. 18. – Issue 4. – P. 565-571.

165. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport / M. V. Paterno, L. C. Schmitt, K. R. Ford [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. – 2010. – Vol. 38. – No. 10. – P. 1968-1978.

166. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes / Timothy E. Hewett, Gregory D. Myer, Kevin R. Ford [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. – 2005. – Vol. 33. – № 4. – P. 492-501.

167. Biscarini A. Modeling of the knee joint load in rehabilitative knee extension exercises under water / A. Biscarini, G. Cerulli // Journal of Biomechanics. – 2007. – Vol. 40. – P. 345-355.

168. Blackburn J. T. Influences of hamstring stiffness and strength on anterior knee joint stability / J. T. Blackburn, M. F. Norcross, D. A. Padua // Clinical Biomechanics. – 2011. – Vol. 26. – P. 278-283.

169. Bleakley C. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury / C. Bleakley, S. McDonough, D. MacAuley // The American Journal of Sports Medicine. – 2004. – Vol. 32. – № 1. – P. 251-261.

170.Can the gracilis be used to replace the anterior cruciate ligament in the knee? A cadaver study / E. Cavaignac, R. Pailhé, J. Murgier [et al.] // The Knee. – 2014. – Vol. 21. – P. 1014-1017.

171. Cascio B. M. Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction / B. M. Cascio, L. Culp, A. J. Cosgarea // Clinics in Sports Medicine. – 2004. – Vol. 23. – No. 3. – P. 395-408.

172. Cavanaugh J. T. Postoperative rehabilitation after posterior cruciate ligament reconstruction and combined posterior cruciate ligament reconstruction-posterior lateral corner surgery // J. T. Cavanaugh, A. Saldivar, R. G. Marx // Operative Techniques in Sports Medicine. – 2015. – September. – P. 1-13.

173. Clark N. C. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention / N. C. Clark, U. Roijezon, J. Treleaven // Manual Therapy. – 2015. – Vol. 20. – P. 378-387.

174. Combined chronic anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament reconstruction: functional and clinical results / M. Denti, D. Tornese, G. Melegati [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2015. – Vol. 23. – P. 2853-2858.

175.Contributions of neural excitability and voluntary activation to quadriceps muscle strength following anterior cruciate ligament reconstruction / A. S. Lepley, H. M. Ericksen, D. H. Sohn [et al.] // The Knee. – 2014. – № 21. – P. 736-742.

176. Cooper R. L. A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament / R. L. Cooper, N. F. Taylor, J. A. Feller // Research in Sports Medicine. – 2005. – Vol. 13. – № 2. – P. 163-178.

177. Corrigan J. P. Proprioception in the cruciate deficient knee / J. P. Corrigan, W. F. Cashman, M. P. Brady // Journal of Bone and Joint Surgery. – 1992. – Vol. 74. – Issue 2. – P. 247-250.

178. Cryotherapy after ACL reconstruction: a meta-analysis. (Review) / M. C. Raynor, R. Pietrobon, U. Guller [et al.] // The Journal of Knee Surgery. – 2005. – № 18. – P. 123-129.

179. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression / D. Adams, D. Logerstedt, A. Hunter-Giordano [et al.] // Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. – 2012. – Vol. 42. – No. 7. – P. 601-614.

180. DeHaven K. E. Arthrofibrosis of the knee following ligament surgery / K. E. DeHaven, A. J. Cosgarea, W. J. Sebastianelli // Instructional Course Lectures. – 2003. – Vol. 52. – P. 369-381.

181. DeHaven K. E. Diagnosis of acute knee injuries with hemarthrosis / K. E. DeHaven // The American Journal of Sports Medicine. – 1980. – Vol. 8. – No. 1. – P. 9-14.

182. Differences in muscle strength after ACL reconstruction do not influence cardiorespiratory responses to isometabolic exercise / M. S. Andrade, C. A. B. Lira, R. L. Vancini [et al.] // Brazilian Journal of Physical Therapy. – 2014. – Vol. 18 (2). – P. 144-151.

183. Effect of anterior cruciate ligament injury and reconstruction on proprioceptive acuity of knee rotation in the transverse plane / Q. I. Muaidi, L. L. Nicholson, K. M.

Refshauge [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. – 2009. – Vol. 37. – No. 8. – P. 1618-1626.

184. Effect of time after anterior cruciate ligament tears on proprioception and postural stability / Dae-Hee Lee, Jin-Hyuck Lee, Sung-Eun Ahn [et al.] // Plos One. – 2015. – Vol. 9. – P. 1-10.

185. Effectiveness of cryotherapy after anterior cruciate ligament reconstruction / C. Dambros, A. L. C. Martimbianco, L. O. Polachini [et al.] // Acta Ortopédica Brasileira. – 2012. – Vol. 20. – № 5. – P. 285-290.

186. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction / S. van Grinsven, R. E. H. van Clingel, C. J. M. Holla [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2010. – № 18. – P. 1128-1144.

187. Ferrell W. R. The adequacy of stretch receptors in the cat knee joint for signalling joint angle throughout a full range of movement / W. R. Ferrell // Journal of Physiology. – 1980. – № 299. – P. 85-99.

188. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and metaanalysis including aspects of physical functioning and contextual factors / C. L Ardern, N. F Taylor, J. A. Feller [et al.] // British Journal of Sports Medicine. – 2014. – Vol. 48. – P. 1543-1552.

189. Fleming B. C. Open- or closed-kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction? / B. C. Fleming, H. Oksendahl, B. D. Beynnon // Exercise and Sport Sciences Reviews. – 2005. – Vol. 33. – P. 134-140.

190. Freeman M. A. R. The etiology and prevention of functional instability of the foot / M. A. R. Freeman, M. R. E. Dean, I. W. F. Hanham // The Journal of Bone and Joint Surgery. – 1965. – Vol. 47 B. – № 4. – P. 678-685.

191. Function, osteoarthritis and activity after ACL-rupture: 11 years follow-up results of conservative versus reconstructive treatment / M. A. Kessler, H. Behrend, S. Henz [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2008. – Vol. 16. – P. – 442-448.

192. Hewett T. E. Current concepts for Injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction / T. E. Hewett, S. L. Di Stasi, G. D. Myer // The American Journal of Sports Medicine. – 2013. – Vol. 41. – No. 1. – P. 216-224.

193. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction / A. Reid, T. B. Birmingham, P. W. Stratford [et al.] // Physical Therapy. – 2007. – Vol. 87. – P. 337-349.

194. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry / H. Grindem, L. P. Granan, M. A. Risberg [et al.] // British Journal of Sports Medicine. – 2015. – Vol. 49. – Issue 6. – P. 385-389.

195. Kennedy J. C. Nerve supply of the human knee and its functional importance / J. C. Kennedy, I. J. Alexander, K. C. Hayes // American Journal of Sports Medicine. – 1982. – Vol. 10. – Issue 6. – P. 329-335.

196. Khan K. M. Mechanotherapy: how physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair / K. M. Khan, A. Scott // British Journal of Sports Medicine. – 2009. – Vol. 43. – P. 247-251.

197. Knee proprioception following ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone–patellar tendon–bone autograft / A. G. Angoules, A. F. Mavrogenis, R. Dimitriou [et al.] // The Knee. – 2011. – Vol. 18. – P. 76-82.

198. Knee rotational laxity and proprioceptive function 2 years after partial ACL reconstruction / J. Chouteau, R. Testa, A. Viste [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2012. – Vol. 20. – P. 762-766.

199. Krishnan G. Effect of knee angle on quadriceps strength and activation after anterior cruciate ligament reconstruction / C. Krishnan, P. Theuerkauf // Journal of Applied Physiology. – 2015. – Vol. 119. – No. 3. – P. 223-231.

200. Kvist J. Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation / J. Kvist // Sports Medicine. – 2004. – Vol. 34. – No. 4. – P. 269-280.

201. Lee H.-M. Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency / H.-M. Lee, C.-K. Cheng, J.-J. Liau // The Knee. – 2009. – Vol. 16. – P. 387-391.

202. Letsch R. К истории оперативного восстановления крестообразных связок коленного сустава / R. Letsch, J. Schmidt, A. Domagk, О.А. Каплунов // Травматология и ортопедия России. – 2007. – № 1 (43). – С. 74-81.

203. Lim B. O. Biomechanical comparison of rotational activities between anterior cruciate ligament- and posterior cruciate ligament-reconstructed patients / B. O. Lim, H. S. Shin, Y. S. Lee // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2015. – Vol. 23. – P. 1231-1238.

204. Loss of normal knee motion after anterior cruciate ligament reconstruction is associated with radiographic arthritic changes after surgery / K. D. Shelbourne, S. E. Urch, T. Gray [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. – 2012. – Vol. 40. – No. 1. – P. 108-113.

205. Martinez D. A. Криотерапия (обзор литературы) / D. A. Martinez // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 3 (111). – С. 45-48.

206. McGuire D. A. Incidences of frostbite in arthroscopic knee surgery postoperative cryotherapy rehabilitation / D. A. McGuire, S. D. Hendricks // Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. – 2006. – Vol. 22. – № 10. – P. 1141.e1–1141.

207. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments: A histological study / R. A. Schultz, D. C. Miller, C. S. Kerr [et al.] // Journal of Bone and Joint Surgery. – 1984. – Vol. 66. – Issue 7. – P. 1072-1076.

208. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense / N. Adachi, M. Ochi, Y. Uchio [et al.] // Acta Orthopaedica Scandinavica. – 2002. – Vol. 73. – № 3. – P. 330-334.

209. Meniscal tear repaired with Fast-Fix sutures: clinical results in stable versus ACL-deficient knees / A. Tucciarone, L. Godente, R. Fabbrini [et al.] // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. – 2012. – Vol. 132. – P. 349-356.

210. Molka A. Z. Visual biofeedback exercises for improving body balance control after anterior cruciate ligament reconstruction / A. Z. Molka, P. Lisiński, J. Huber // Journal of Physical Therapy Science. – 2015. – Vol. 27. – No. 7. – P. 2357-2360.

211. Murgier J. Cryotherapy with dynamic intermittent compression for analgesia after anterior cruciate ligament reconstruction. Preliminary study / J. Murgier, X. Cassard // Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research. – 2014. – № 100. – P. 309-312.

212. Muscular isokinetic strength recovery after knee anterior cruciate ligament reconstruction revision: Preliminary study / M. Dauty, P. Menu, A. Fouasson-Chailloux [et al.] // Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. – 2014. – Vol. 57. – P. 55-65.

213. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament / M. J. Schutte, E. J. Dabezies, M. L. Zimny [et al.] // Journal of Bone and Joint Surgery. – 1987. – Vol. 69. – Issue 2. – P. 243-247.

214. Neuromuscular evaluation with single-leg squat test at 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction / M. P. Hall, R. S. Paik, A. J. Ware [et al.] // Orthopaedic Journal of Sports Medicine. – 2015. – Vol. 3. – P. 1-8.

215. Noyes F. R. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop test after anterior cruciate ligament rupture / F. R. Noyes, S. D. Barber, R. E. Mangine // The American Journal of Sports Medicine. – 1991. – Vol. 19. – No. 5. – P. 513-518.

216. Noyes F. R. The effect of an extra-articular procedure on allograft reconstructions for chronic ruptures of the anterior cruciate ligament / F. R. Noyes, S. D. Barber // The Journal of Bone and Joint Surgery. – 1991. – Vol. 73 A. – P. 882-892.

217.Open and closed kinetic chain exercises in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction: Improvements in level walking, stair ascent, and stair descent / D. M. Hooper, M. C. Morrissey, W. Drechsler [et al.] // American Journal of Sports Medicine. – 2001. – Vol. 29. – P. 167-174.

218. Outcome of meniscal repair prior compared with concurrent ACL reconstruction / P. D. Gallacher, R. E. Gilbert, G. Kanes [et al.] // The Knee. – 2012. – Vol. 19. – P. 461–463.

219. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment / E. F. Temponi, L. H. de Carvalho Júnior, B. Sonnery-Cottet [et al.] // Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition). – 2015. – Vol. 50, Issue 1. – P. 9-15.

220. Parus K. Body balance control deficiencies following ACL reconstruction combined with medial meniscus suture. A preliminary report / K. Parus, P. Lisinski, J. Huber // Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research. – 2015. – Vol. 101. – P. 807-810.

221. Postural stability in patients with anterior cruciate ligament tears with and without medial meniscus tears / J.-H. Park, W.-K. Jeong, J.-H. Lee [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2015. – Vol. 23. – P. 240-245.

222. Posture and equilibrium in orthopedic and rheumatologic diseases / B. Missaoui, P. Portero, S. Bendaya [et al.] // Clinical Neurophysiology. – 2008. – Vol. 38. – P. 447-457.

223. Preoperative cryotherapy use in anterior cruciate ligament reconstruction / L. Koyonos, K. Owsley, E. Vollmer [et al.], O. Limpisvasti, R. Gambardella // The Journal of Knee Surgery. – 2014. – № 27 (06). – P. 479-484.

224. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with defiency of the anterior cruciate ligament / R. W. Fremerey, P. Lobenhoffer, J. Zeichen [et al.] // Journal of Bone and Joint Surgery. – 2000. – Vol. 82. – Issue 6. – P. 801-806.

225. Proprioceptive changes in the contralateral knee joint following anterior cruciate injury / J. Arockiaraj, R. J. Korula, A. T. Oommen [et al.] // The Bone and Joint Journal. – 2013. – Vol. 95. – P. 88-91.

226. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase / G. D. Myer, M. V. Paterno K. R. Ford, C. E. Quatman [et al.] // Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. – 2006. – Vol. – 36. – No. 6. – P. 385-402.

227. Remaud A. Agonist muscle activity and antagonist muscle co-activity levels during standardized isotonic and isokinetic knee extensions / A. Remaud, C. Cornu, A. Guevel // Journal of Electromyography and Kinesiology. – 2009. – Vol. 19. – P. 449–458.

228. Risberg M. A. A systematic review of evidence for anterior cruciate ligament rehabilitation: how much and what type? / M. A. Risberg, M. Lewek, L. Snyder-Mackler // Physical Therapy in Sport. – 2004. – Vol. 5. – P. 125-145.

229. Self-efficacy of knee function as a pre-operative predictor of outcome 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction / Pia Thomee´, Peter Wa¨hrborg, Mats Bo¨rjesson [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2008. – Vol. 16. – P. 118-127.

230. SF-36 Health Survey. Manual and interpretation guide / J. E. Ware, K. K. Snow, M. Kosinski [et al.] // The Health Institute, New England Medical Center. Boston, Mass.–1993.

231. Shelboume K. D. Treatment of limited motion after anterior cruciate ligament reconstruction / K. D. Shelboume, D. V. Patel // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 1999. – Vol. 7. – № 3. – P. 85-92.

232. Shelbourne K. D. Anterior cruciate ligament reconstruction with contralateral autogenous patellar tendon graft / K. Donald Shelbourne, Matthew B. Beck, Tinker Gray // American Journal of Sports Medicine. – 2015. – Vol. 43. – No. 3. – P. 648-653.

233. Sherrington C.S. Observations on the scratch-reflex in the spinal dog / C. S. Sherrington // The Journal of Physiology. – 1906. – Vol. 34 (1-2). – P. 1-50.

234. Sherrington C.S. On plastic tonus and proprioceptive reflexes / C. S. Sherrington // Quarterly Journal of Experimental Physiology. – 1909. – Vol. 2 (2). – P. 109-156.

235. Shim J.-K. Effects of neuromuscular training on knee joint stability after anterior cruciate ligament reconstruction / J.-K. Shim, H.-S. Choi, J.-H. Shin // Journal of Physical Therapy Science. – 2015. – Vol. 27. – № 12. – P. 3613-3617.

236. Short-term effects of partial menisciectomy on the clinical results of anterior cruciate ligament reconstruction / H. Sofu, T. Yildirim, S. Gu¨rsu [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2015. – Vol. 23. – P. 184-187.

237. Wang H.-J. Relationship between quadriceps strength and patellofemoral joint chondral lesions after anterior cruciate ligament reconstruction / Hai-Jun Wang, Ying-

Fang Ao, Dong Jiang // American Journal of Sports Medicine. – 2015. – Vol. 43. – No. 9. – P. – 2286-2292.

238. Zalta J. Massage therapy protocol for post-anterior cruciate ligament reconstruction patellofemoral pain syndrome: a case report / J. Zalta // International Journal of Therapeutic Massage and Bodywork: Research, Education and Practice. – 2008. – Vol. 1. – № 2. – P. 11-21.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Комплекс лечебной гимнастики после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки аутотрансплантатом из подколенных сухожилий и резекции мениска

Этап	Недели	Упражнения	Дозировка	Примечания
Ранний послеоперационный	**1 неделя**	1. Изометрическое напряжение мышц голени и бедра 2. Подъем выпрямленной ноги вверх на 30°-40° 3. Сгибательные, разгибательные, круговые движения стопами 4. ОРУ для здоровых частей тела	1. 15-20 раз с удерж. напряжения 3-5 сек. каждые 2 часа 2. 15-20 раз по 3-5 сек. каждые 2 часа 3. 2 подхода по 20-30 раз каждые 2 часа 4. 2 раза в день	Проведение комплекса начинают на 2 день после операции На 6 день на ортезе выставляется ограничитель сгибания – 60°, на 7 день – 90°, до этого времени оперированная конечность зафиксирована в положении разгибания. Осевая нагрузка отсутствует.
Критерии перехода к следующему периоду: снижен или отсутствует отек в суставе.				
Поздний послеоперационный	**2 неделя**	И.п. – лежа на спине: 5. Сгибание и разгибание в КС 6. Подъем, отведение и приведение выпрямленной ноги И.п. – лежа на боку: 7. Подъем выпрямленной ноги И.п. – сидя на стуле: 8. Сжатие мяча или полотенца между ногами 9. Поднимание голени 45° – полное разгибание 10. Ходьба с вовлечением оперированной конечности + ОРУ для здоровых частей тела и изометрическое напряжение мышц голени и бедра	5. 10-15 раз каждые 2 часа 6. 10-20 раз 7. 10 раз с удерж. в 10 сек. 8. 10-15 раз по 5 сек. 9. 2 подхода по15-20 раз 10. по 20-30 мин 2 раза в день (постепенно увеличивая время)	Упражнения выполняется по очереди для здоровой и оперированной конечности 5. Выполняются только в случае отсутствия выпота в суставе. Упражнение выполняется пассивно. 10. При наличии выпота в суставе – ходьба минимальна или отсутствует 2-3 раза в день

	3-4 неделя	*Комплекс включает в себя полностью упражнения предыдущего периода.* 11. И.п. – лежа на спине, ноги согнуты в коленном суставе (КС) Поднимание ног к груди, задержка 3 сек – выпрямление ног вверх в КС, удержание 3 сек – сгибание ног в КС обратно к груди – выпрямление ног до положения лежа на спине. 12. И.п. – то же Поочередное разгибание голени – возвращ. в И.п. 13. И.п. – сидя на стуле. Поднимание голени до полного разгибания конечности. 14. И.п. – стоя Полуприседания 90° с опорой	11. 10 раз 12. 20 раз каждой ногой 13.2 подхода по 15-20 раз 14.10 раз с удерж. в 7 сек.	Упражнения на сгибание и разгибание в КС, которые до этого выполнялись пассивно, сейчас выполняются активно. 11. Выпрямление ног осуществляется, скользя пяткой по полу, не на весу. 14. Полуприседания выполняются в конце 4 недели 2-3 раза в день
Критерии перехода к следующему периоду: отсутствует отек в суставе, объем движений –90°, нагрузка на ОК – 50%.				

Функциональный	**5-6 неделя**	И.п. – лежа на спине, на боку: 15. Подъем – отведение – приведение выпрямленной ноги. 16. И.п. лежа на спине: Поднимание выпрямленной конечности – удержание 10 сек – 15 движений на сгибание/разгибание в КС – удержание 10 сек – возвращение в И.п. 17. И.п. – то же: Сгибание ног в КС – выпрямление ног с разведением в разные стороны – возвращение в И.п. 18. И.п. – то же: Круговые движения выпрямленной конечностью вправо, потом влево 19. И.п. – лежа на спине, ноги согнуты в КС 90° и подняты к груди. Круговые движения ногами вперед, потом назад (упражнение велосипед) 20. И.п. – лежа на животе Сгибание и разгибание ног в КС 21. И.п. – то же Скрестное отведение и приведение ног (упражнение ножницы) 22. И.п. – лежа на боку: Сгибание ноги в КС – поднимание ноги вверх, выпрямление, удержание 5 сек – сгибание ноги в КС – возвращение в И.п. 23. И.п. – то же Вес тела на бедре, руки поддерживают устойчивость засчет поднимания корпуса. Круговые движения ногами (имитация велосипеда). 24. И.п. – сидя на стуле: Поднимание голени до полного разгибания конечности 25. И.п. – основная стойка (О.С.), с опорой руками на гимнастическую палку (или спинку стула): Поднимание на носки – возвращение в И.п. – перекат на пятку 26. И.п. – стойка ноги врозь: Ходьба 27.И.п. – стойка ноги врозь, носки развернуты на 45°: Полуприседания без опоры 28. Велотренажер +ОРУ для здоровых частей тела	15. 15 раз 16. 5 раз каждой ногой 17. 15 раз 18. 2 подхода по 20 раз в каждую сторону 19. по 20-30 раз в каждую сторону 20. 20 раз 21. 15-20 раз 22. 15 раз для каждой ноги 23. 20-25 раз на каждой стороне 24. 15-20 раз 25. 15 раз 26. 2 подхода по 10 мин 27. 10 раз с удерж. в 10 сек. 28. 10 минут	Упражнения выполняются с утяжелителями 0,7-1 кг. 17. Для облегчения выполнения упражнения, руки кладутся под ягодицы 20. К 6 недели под ноги кладется валик и упражнение выполняется с удержанием в позиции полного разгибания 10 сек 20-21. на 5 неделе упражнения выполняются без утяжелителей, на 6 – с ними. 26.Целенаправленно следить за восстановлением правильного акта ходьба: идти, не хромая, полноценно наступая на ногу. 27. Угол сгибания-приседания 90°. Следить, чтобы при приседании колен не выходили за носки, спина прямая 28. Постепенно увеличивать время и нагрузку на сустав (режим восхождения – к 6 неделе) Весь комплекс выполняется2 раза в день

	7-8 неделя	29.И.п. – лежа на спине, ноги согнуты в коленном суставе (КС): Поднимание туловища вверх – удержание 10 сек – разгибание и сгибание голени в КС – возвращение в И.п. 30. И.п. – лежа на спине: Круговые движения прямой ногой. 31. И.п. – лежа на спине, ноги согнуты в КС 90° и подняты к груди: Круговые движения ногами вперед, потом назад (упражнение велосипед). 32. И.п. – то же: Круговые движения голенью при неподвижном бедре. 33. И.п. – лежа на животе, набивной мяч зажат между голеностопными суставами: Сгибание и разгибание ног в КС. 34. И.п. – то же: Круговые движения прямой ногой. 35. И.п. – то же: Поднимание выпрямленной конечности вверх 15 раз – удержание 10 сек – поднимание 15 раз – возвращение в И.п. 36. И.п. – стойка ноги врозь: Ходьба 37. И.п. – стойка ноги врозь: Полуприседания (к концу периода – на 1 ноге). 38. Велотренажер 39. Тренажер степпер 40. Плавание кролем + ОРУ для здоровых частей тела и изометрическое напряжение мышц голени и бедра	29.сгиб/разгиб 20 раз каждой ногой 30. по 20 раз в каждую сторону. 31. 30 раз вперед и 30 назад 32. 20 раз в каждую сторону 33. 2 подхода по 20 раз 34. 15 раз в каждую сторону 35. 10 раз с удерж. в 5-7 сек 36. 2 подхода по 10 мин 37. по 3 подхода на каждую ногу 38. 2 подхода по 10 мин. 39. 2 подхода по 3-5 мин 40. 20-30 мин.	Первые дни после снятия ортеза – нагрузка на оперированную конечность – 2/3 от нужной дозировки. Упражнения выполняются с утяжелителями 1-2 кг. 29. Разгибание голени осуществляется до полного выпрямления конечности в 180°. 30. По очереди, сначала одной ногой, потом другой. 33. На сгибании – макс. Сжатие мяча, на разгибании – расслабление 35. Угол подъема конечности составляет 50°-70°. Без опоры. 36. Целенаправленно следить за правильным актом ходьбы 38. Уровень сложности 2-3. 39. Уровень сложности 1-2. 40. Стараться во время плавания равномерно распределять нагрузку между конечностями. Оперированную конечность не сгибать и не разворачивать Весь комплекс выполняется 2 раза в день
Критерии перехода: сила мышц поврежденной конечности составляет около 70% от здоровой конечности, пациент устойчиво стоит на 2-х ногах, восстановлена правильный акт ходьбы.				

Тренировочно-восстановительный	**9-16 неделя**	41. Упражнения на тренажерах с блоком 42. Упражнения с эластичной лентой (эспандер): а) И.п. – лежа на спине, лента (завязана в круг) зафиксирована на уровне щиколотки. Разведение ног в стороны – удержание 7 сек (сопротивление) – возвращение в И.п. б) И.п. – то же: Разведение ног вперед-назад (доминирует нога, которая вперед) – удержание 7 сек (сопротивление) – возвращение в И.п. в) И.п. – лежа на животе, лента на щиколотке: Поднимание ноги вверх – удержание 7 сек. – возвращение в И.п. То же повторить в И.п. – лежа на боку г) Один конец ленты закреплен к стенке, второй на ноге занимающегося. И.п. – сидя, ноги выпрямлены Маховые движения ногами: вперед, в сторону (внешняя и внутренняя). 43. Выпады вперед-назад, вправо-влево 44. И.п. – сидя на стуле, набивной мяч между голеностопными суставами: Поднимание обеих ног – удержание 20 сек – возвращение в И.п. 45. И.п. – сидя на стуле: Круговые движения прямой ногой 46. И.п. – упор на предплечьях Поднимание согнутой в коленном суставе ноги вверх 47. И.п. – упор лежа сзади Поднимание прямой ноги вверх 48. И.п. – упор лежа правым боком Поднимание правой (нижней) ноги вверх, потом поменять сторону 49. Подъем/спуск по лестнице 50. Велотренажер 51. Степпер 52. Плавание кролем, с 12 недели – брассом 53. Пассивная разработка конечности: И.п. – лежа на животе, потом в И.п. лежа на спине Пассивное (с помощью рук) сгибание ноги в КС + ОРУ для здоровых частей тела и изометрическое напряжение мышц голени и бедра	41. 15-20 раз 42. а-б-в-г) 2 подхода по 15 раз 42. г) 2 подхода по 15 раз, потом поменять ногу 43. по 15 раз в каждую сторону 44. 2 серии по 10 раз 45. 30 раз в одну и 30 раз в другую сторону каждой ногой 46. 2 подхода по 20 раз 47. 2 подхода по 10 раз каждой ногой 48. 2 подхода по 15 раз каждым боком 50. 2-3 подхода по 10 минут на 4-5 уровне 51. 2 подхода по 5 минут на 6 уровне 52. 30 минут в интенсивном режиме 53. 5 раз по 5 сек. в каждом положении каждой конечностью	Упражнения выполняются с утяжелителями 1-2 кг. 42.а-б-в-г) Сначала движение с сопротивлением выполняет здоровая конечность, потом оперированная 43. Выпады неглубокие и без задержки 46-47) Держим прямую линию, не прогибаться 49. Нагрузка индивидуальна, обратить внимание на личные ощущения натяжения в КС. При появлении боли – прекратить упражнение. 53. Активные движения отсутствуют, сгибание только при помощи рук до болевых ощущений Весь комплекс выполняется 2 раза в день

	17-24 неделя	54. Упражнения с лентой (эспандер): Лента закреплена на уровне 1 м. от пола а) И.п. – лежа на спине, один конец ленты закреплен на ноге. Поднимание и опускание прямой ноги. б) И.п. – упор на коленях, один конец ленты закреплен на ноге. Сгибание/разгибание ноги в) И.п. – лежа на боку, один конец ленты закреплен на ноге Сгибание/разгибание ноги г) И.п. – то же Поднимание ноги – опускание вниз, сгибая в коленном суставе до касания пола. Поднимание и опускание прямой ноги. 55. Сед в упоре у стены 56. Упражнения с внешним сопротивлением: Например, и.п. лежа на спине. Поднимание обеих ног вверх, верхняя давит на нижнюю. То же повторить в и.п. – лежа на боку. 57. Прыжки после 6 мес. 58. Бег после 6 мес. + ОРУ для здоровых частей тела и изометрическое напряжение мышц голени и бедра	54. а-б-в-г) 2 подхода оп 25 раз на каждой ноге 55. 2 подхода по 5 раз с удерж. 10 сек. 56. 2 подхода по 15 раз 57. по 5-10 раз в каждую сторону 58. начать с 5 мин., далее увеличивать	Упражнения выполняются с утяжелителями 1,5-2 кг. 55. Угол 90° в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах 56. Упражнение выполняется в медленном темпе 49. Прыжки по мере адаптации КС к нагрузкам Весь комплекс выполняется 2 раза в день
Критерии полного восстановления функции коленного сустава и начало тренировок: восстановлен полный объем активных движений, сила мышц бедра соответствует 80% и более от пораженной конечности, восстановлены кинестетическая чувствительность и контроль нервно-мышечного аппарата, проприоцепция составляет 80% от здоровой конечности; полностью нормализован акт ходьбы и опороспособность конечности.				

Приложение 2

Критерии оценки клинических признаков по шкале

The Lysholm Knee Scoring Scale (1982)

Клинические признаки	**Критерии оценки**	**Баллы**	**Клинические признаки**	**Критерии оценки**	**Баллы**
Хромота (5 баллов)	Отсутствует	5	Нагрузка на оперированную конечность (5 баллов)	Полная нагрузка на конечность	5
	Легкая или периодическая	3		Нагрузка с помощью трости или костылей	3
	Выраженная или постоянная	0		Невозможность опоры на конечность	0
Подъем по лестнице (10 баллов)	Свободный	10	Приседание (5 баллов)	Свободное	5
	Слегка затруднен	6		Слегка затруднено	4
	Шаг за шагом	2		Сгибание менее 90°	2
	Невозможен	0		Невозможно	0
Ходьба, бег и прыжки (75 баллов)					
Нестабильность (30 баллов)	Отсутствует	30	Боль (30 баллов)	Отсутствует	30
	Возникает редко во время занятий спортом или при других тяжелых нагрузках	25		Непостоянная или слабая при тяжелых нагрузках	25
	Возникает часто во время занятий спортом (невозможность участия в спорте)	20		Отмечается при нестабильности	20
				Отмечается при тяжелых нагрузках	15
	Возникает иногда при бытовых нагрузках	10		Отмечается при ходьбе более 2 км	10
	Возникает часто при бытовых нагрузках	5		Отмечается при ходьбе менее 2 км	5
	Возникает	0		Постоянная и	0

	постоянно			выраженная	
Выпот в суставе (10 баллов)	Отсутствует Отмечается с началом движения Отмечается после тяжелых нагрузок Отмечается после бытовых нагрузок Постоянно	10 7 5 2 0	Атрофия мышц бедра (5 баллов)	Нет 1-2 см Более 2 см	5 3 0

Приложение 3

Анкета оценки качества жизни SF-36

Инструкция. Этот опросник содержит вопросы, касающиеся Ваших взглядов на свое здоровье. Предоставленная Вами информация поможет следить за тем, как Вы себя чувствуете, и насколько хорошо справляетесь со своими обычными нагрузками. Ответьте на каждый вопрос, помечая выбранный вами ответ, как это указано. Если Вы не уверены в том, как ответить на вопрос, пожалуйста, выберите такой ответ, который точнее всего отражает Ваше мнение. При ответе на вопросы необходимо обвести одну цифру

1. В целом Вы бы оценили состояние Вашего здоровья как:

Отличное 1
Очень хорошее 2
Хорошее 3
Посредственное 4
Плохое.....5

2.Как бы Вы в целом оценили свое здоровье сейчас по сравнению с тем, что было год назад?

Значительно лучше, чем год назад..... 1
Несколько лучше, чем год назад..... 2
Примерно так же, как год назад 3
Несколько хуже, чем год назад 4
Гораздо хуже, чем год назад 5

3. Следующие вопросы касаются физических нагрузок, с которыми Вы, возможно, сталкиваетесь в течение своего обычного дня. Ограничивает ли Вас состояние Вашего здоровья в настоящее время в выполнении перечисленных ниже физических нагрузок? Если да, то в какой степени? (обведите одну цифру в каждой строке)

	Да, значительно ограничивает	Да, немного ограничивает	Нет, совсем не ограничивает
А. Тяжелые физические нагрузки, такие как бег, поднятие тяжестей, занятие силовыми видами спорта.	1	2	3
Б. Умеренные физические нагрузки, такие как передвинуть стол, поработать с пылесосом, собирать грибы или ягоды.	1	2	3
В. Поднять или нести сумку с продуктами.	1	2	3
Г. Подняться пешком по лестнице на несколько пролетов.	1	2	3
Д. Подняться пешком по лестнице на один пролет.	1	2	3
Е. Наклониться, встать на колени, присесть на корточки.	1	2	3
Ж. Пройти расстояние более одного километра.	1	2	3
З. Пройти расстояние в несколько кварталов.	1	2	3
И. Пройти расстояние в один квартал.	1	2	3
К. Самостоятельно вымыться, одеться.	1	2	3

4. Бывало ли за последние 4 недели, что Ваше физическое состояние вызывало затруднения в Вашей работе или другой обычной повседневной деятельности, вследствие чего (обведите одну цифру в каждой строке):

	Да	Нет
А. Пришлось сократить количество времени, затрачиваемое на работу или другие дела.	1	2
Б. Выполнили меньше, чем хотели.	1	2
В. Вы были ограничены в выполнении какого-либо определенного вида работ или другой деятельности.	1	2
Г. Были трудности при выполнении своей работы или других дел (например, они потребовали дополнительных усилий).	1	2

5. Бывало ли за последние 4 недели, что Ваше эмоциональное состояние вызывало затруднения в Вашей работе или другой обычной повседневной деятельности, вследствие чего (обведите одну цифру в каждой строке):

	Да	Нет
А. Пришлось сократить количество времени, затрачиваемого на работу или другие дела.	1	2
Б. Выполнили меньше, чем хотели.	1	2
В. Выполняли свою работу или другие. Дела не так аккуратно, как обычно	1	2

6.Насколько Ваше физическое и эмоциональное состояние в течение последних 4 недель мешало Вам проводить время с семьей, друзьями, соседями или в коллективе?

Совсем не мешало..... 1
Немного.....2
Умеренно 3
Сильно.....4
Очень сильно.....5

7.Насколько сильную физическую боль Вы испытывали за последние 4 недели?

Совсем не испытывал(а) 1
Очень слабую 2
Слабую 3
Умеренную.....4
Сильную 5
Очень сильную……..……6

8.В какой степени боль в течение последних 4 недель мешала Вам заниматься Вашей нормальной работой (включая работу вне дома или по дому)?

Совсем не мешала.....1
Немного.....2
Умеренно 3
Сильно.....4
Очень сильно.....5

9.Следующие вопросы касаются того, как Вы себя чувствовали, и каким было Ваше настроение в течение последних 4 недель. Пожалуйста, на каждый вопрос дайте один ответ,

который наиболее соответствует Вашим ощущениям. Как часто в течение последних 4 недель (обведите одну цифру в каждой строке)**:**

	Все время	Большую часть времени	Часто	Иногда	Редко	Ни разу
А. Вы чувствовали себя бодрым(ой)?	1	2	3	4	5	6
Б. Вы сильно нервничали?	1	2	3	4	5	6
В. Вы чувствовали себя таким(ой) подавленным(ой) что ничто не могло Вас взбодрить?	1	2	3	4	5	6
Г. Вы чувствовали себя спокойным(ой) и умиротворенным (ой)?	1	2	3	4	5	6
Д. Вы чувствовали себя полным (ой) сил и энергии?	1	2	3	4	5	6
Е. Вы чувствовали себя упавшим(ой) духом и печальным(ой)?	1	2	3	4	5	6
Ж. Вы чувствовали себя измученным(ой)?	1	2	3	4	5	6
З. Вы чувствовали себя счастливым(ой)?	1	2	3	4	5	6
И. Вы чувствовали себя уставшим(ей)?	1	2	3	4	5	6

10. Как часто за последние 4 недели Ваше физическое или эмоциональное состояние мешало Вам активно общаться с людьми? Например, навещать родственников, друзей и т.п.

Все время 1
Большую часть времени 2
Иногда 3
Редко……..…4
Ни разу 5

11. Насколько ВЕРНЫМ или НЕВЕРНЫМ представляются по отношению к Вам каждое из ниже перечисленных утверждений? (обведите одну цифру в каждой строке)

	Опре-деленно верно	В основ-ном верно	Не знаю	В основ-ном не-верно	Опреде-ленно неверно
а. Мне кажется, что я более склонен к болезням, чем другие	1	2	3	4	5
б. Мое здоровье не хуже, чем у большинства моих знакомых	1	2	3	4	5
в. Я ожидаю, что мое здоровье ухудшится	1	2	3	4	5
г. У меня отличное здоровье	1	2	3	4	5

Приложение 4

Карточка пациента

Диагноз, дата операции	Период тестирования	Шкала L. и G.	SF-36	Соматометрия		Гониометрия	ССС		Вест. устойч.	Воспр. позиции	Тест Ромберга	Прыжки
				Бедро	Голень		до	после				
	До операции											
	7 недель											
	3 месяца											
	4,5 месяца											
	6 месяцев											

ПоказателиHuber Motion Lab

	4-главая мышца		Приводящие мышцы		Отводящие мышцы		Икроножная мышца	
макс.сила								
% мс								
среднее								
координация								