

На правах рукописи



БАЛЬЖИНИМАЕВ

Доржи Баирович

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ
С ПОВРЕЖДЕНИЕМ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ
(экспериментально-клиническое исследование)**

3.1.8 – травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Новосибирск

2023

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»

Научный руководитель:

кандидат медицинских наук

Михайлов Иван Николаевич

Официальные оппоненты:

Корнилов Николай Николаевич – доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации, травматолого-ортопедическое отделение № 17, заведующий отделением

Ахтямов Ильдар Фуатович – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, заведующий кафедрой

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2023 г. в «_____» ч. на заседании диссертационного совета 21.1.047.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я. Л. Цивьяна» Минздрава России по адресу: 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 17.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Федерального государственного бюджетного учреждения «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я. Л. Цивьяна» Минздрава России по адресу: 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 17 и на сайте <http://niito.ru>.

Автореферат разослан «_____» _____ 2023 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

21.1.047.01

доктор медицинских наук

Кирилова Ирина Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Повреждения внутрисуставных структур коленного сустава чаще встречаются у людей молодого и трудоспособного возраста в результате занятий спортом либо если их профессия связана с физическими нагрузками [Сапрыкин А. С. и др., 2018]. Среди повреждений внутрисуставных структур коленного сустава повреждения передней крестообразной связки встречаются часто – в 65–70 % случаев [Astur D. C. et al., 2013; Прохоренко В. М. и др., 2016; Sanders T. L. et al., 2016].

Данная проблема имеет высокую социально-экономическую значимость, так как разрывы передней крестообразной связки (ПКС) часто приводят к посттравматической нестабильности коленного сустава, хроническим синовитам, а в дальнейшем – как результат неправильной биомеханики коленного сустава – к остеоартриту коленного сустава различной степени тяжести. Указанные выше проблемы в конечном итоге приводят к ограничению функциональных возможностей коленного сустава и инвалидности [Shelbourne K. D. et al., 2009; Desai N. et al., 2016; Hurt J. A. 3rd, 2017].

В настоящее время описано достаточно большое количество методик реконструкции передней крестообразной связки, трансплантатов и способов их укрепления [Орлецкий А. К. и др., 2011; Matassi F. et al., 2014; Сластинин В. В. и др., 2017; Hurt J. A. 3rd, 2017; Geeslin A. G., 2019; Hulet C. et al., 2019,].

В исследованиях встречаются всего три основных методики реконструкции ПКС. К ним относятся:

- 1) транстибиальная методика;
- 2) ретроградная методика;
- 3) антеромедиальная методика;

Первая – транстибиальная методика – применяется с использованием нескольких сухожилий, так как формируется трансплантат с четырьмя пучками. Он обеспечивает оптимальную прочность для последующих манипуляций [Noh J. H. et al., 2013; Matassi F. et al., 2015].

Для выполнения реконструкции по двум другим методикам – антеромедиальной и ретроградной – можно использовать одно сухожилие. Этого достаточно, потому как здесь применяется особая техника формирования трансплантата. Она описана в работе J. H. Lubowitz (2012).

Следует отметить, что при чрезмерном сгибании и прикладывании силы во время реабилитационного периода можно вызвать повторный разрыв или растяжение трансплантата [Ахтямов И. Ф. и др., 2021]. В клинической практике частота таких случаев варьирует от 5 до 40 % [Gabler C. M. et al., 2016; Pinczewski L. et al., 2016; Sanders T. L. et al., 2016; Servant C., 2019].

В различных исследованиях встречаются описания факторов, которые оказывают влияние на растяжение трансплантата. Они имеют отношение и зависят от выбора шовного материала, техники прошивания. Большое

значение может оказать слабость в области швов на свободных концах трансплантата.

Согласно оценкам авторов, это приводит к разрыву и растяжению в области свободного конца примерно в 90 % случаев [Hong C. K. et al., 2014; Mayr R. et al., 2016; Fritsch B. et al., 2017; Sasho T. et al., 2018; Wichern C. R. et al., 2018; Yoo J. S. et al., 2019].

Считается, что случаи повторного разрыва трансплантата встречаются в раннем реабилитационном периоде – в течение первых трёх месяцев [Сапрыкин А. С. и др., 2022]. По мнению некоторых специалистов, это связано с низкой прочностью трансплантационного материала, недостаточным совершенством методики прошивания. Это может приводить, в том числе, к разрыву свободного конца трансплантата, который наблюдается на раннем сроке реабилитации [Mayr R. et al., 2016; Sasho T. et al., 2018].

Существует множество способов восстановления утраченной передней крестообразной связки; все они обладают своими преимуществами и недостатками, у каждого способа имеются свои сторонники и свои противники. На сегодняшний день для восстановления передней крестообразной связки в большинстве случаев используются собственные ткани человека.

Значительное количество ревизионных вмешательств после восстановления передней крестообразной связки побуждает хирургов-исследователей к поиску решения проблемы.

В современной хирургической практике лечения больных с передней нестабильностью коленного сустава третьей степени основной тенденцией видится поиск способов для оптимальной реконструкции передней крестообразной связки. Необходимо подобрать трансплантат, который бы выдерживал кинетическую нагрузку. Также необходимо снизить риск повторных разрывов. Перечисленные проблемы легли в основу данного исследования.

Цель исследования

Улучшение результатов хирургического лечения пациентов с повреждением передней крестообразной связки коленного сустава путём увеличения прочностных характеристик ауто трансплантата с использованием сухожилия длинной малоберцовой мышцы.

Задачи исследования:

1. Изучить преимущества и недостатки существующих методов реконструкции передней крестообразной связки и способов подготовки трансплантата.

2. На основании экспериментального исследования обосновать возможность применения 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы в качестве трансплантата для реконструкции передней крестообразной связки.

3. Разработать новый способ подготовки трансплантата, провести сравнительный анализ нового и известного способов подготовки трансплантата в эксперименте.

4. Провести сравнительный анализ результатов реконструкции передней крестообразной связки с подготовкой ауто трансплантата по новому способу с результатами реконструкции передней крестообразной связки с подготовкой ауто трансплантата по известному способу.

Практическая ценность работы

Предложенная методика позволяет уменьшить сроки реабилитации, повысить эффективность реконструкции передней крестообразной связки за счёт укрепления ауто трансплантата, что способствует быстрому и эффективному восстановлению функции коленного сустава после операции.

Научная новизна исследования

Разработан новый способ подготовки трансплантата с использованием 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы.

Впервые проведено экспериментальное обоснование механической прочности на разрыв и растяжение различных вариантов трансплантатов для пластики передней крестообразной связки при использовании сухожилий полусухожильной и 1/2 толщины длинной малоберцовой мышц.

Впервые оценена клиническая эффективность предлагаемого способа реконструкции передней крестообразной связки усиленным трансплантатом из 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы.

Новизна подтверждена патентом «Способ пластики передней крестообразной связки коленного сустава» (Патент РФ № 2717369).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработанный способ подготовки трансплантата для пластики передней крестообразной связки позволяет увеличить его прочность по сравнению с известным способом.

2. Артроскопическая реконструкция передней крестообразной связки с использованием нового способа подготовки ауто трансплантата более эффективна в сравнении с известным способом.

Апробация работы

Основные положения и результаты исследования доложены и обсуждены на: Научно-практической конференции молодых учёных Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (Иркутск, 2016, 2018); Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии в травматологии и ортопедии» (Хабаровск, 2019); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Травматология, ортопедия и восстановительная медицина Дальнего Востока: Достижения, проблемы, перспективы» (Чита, 2021); Всероссийской научно-практической конференции с международным

участием «Цивьяновские чтения», посвящённой 75-летию юбилею Новосибирского НИИТО им. Я. Л. Цивьяна (Новосибирск, 2021)

Публикации

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, среди которых 6 статей – в ведущих журналах рецензируемых, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 3 статьи – в международной базе цитирования Scopus. Получен 1 патент, утверждена 1 новая медицинская технология.

Внедрение в практическое здравоохранение

Предлагаемая методика подготовки аутотрансплантата для реконструкции передней крестообразной связки внедрена и успешно применяется в клинике ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».

Полученные результаты исследования используются в лекционных курсах для аспирантов и ординаторов ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования – филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.

Личный вклад автора

Автором самостоятельно выполнен литературный обзор по изучаемой проблеме, определены цели и задачи, изучены результаты хирургического лечения пациентов с повреждением передней крестообразной связки, самостоятельно выполнена экспериментальная часть данного исследования.

При непосредственном участии автора получен патент РФ «Способ пластики передней крестообразной связки коленного сустава» (№ 2717369).

Автор самостоятельно выполнял операции и ассистировал при выполнении операций по протоколу данного исследования.

Объём и структура работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Диссертация изложена на 119 страницах, иллюстрирована 41 рисунками и 11 таблицами. Список литературы включает 152 источника, из них 32 – отечественных и 120 – зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во *введении* обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, освещена научная новизна и практическая ценность, изложены основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения о реализации и апробации работы, объёме и структуре диссертации.

Исходя из результатов обзора литературных данных, одним из основных условий успеха в реконструкции ПКС является выбор оптимального аутотрансплантата по размеру и прочности и техники его подготовки. Наиболее часто используемыми аутотрансплантатами для реконструкции ПКС являются сухожилие полусухожильной и длинной малоберцовой мышц. Также остаётся открытым вопрос о выборе способа подготовки трансплантата.

Во *второй главе* представлены материалы и методы экспериментального и клинического исследования. Для проведения экспериментального исследования на трупном материале было получено одобрение локального этического комитета и письменное разрешение главного судебно-медицинского эксперта г. Иркутска. Данное исследование выполнено на базе ГБУЗ «Иркутское областное бюро судебно-медицинской экспертизы» согласно постановлению Правительства РФ от 21.07.2012 № 750 «Об утверждении Правил передачи невостребованного тела, органов и тканей умершего человека для использования в медицинских, научных и учебных целях, а также использования невостребованного тела, органов и тканей умершего человека в указанных целях» (в соответствии с Федеральным законом от 21.11.2011 № 323-ФЗ).

Объект исследования: 60 сухожилий полусухожильной мышцы (средняя длина – $26 \pm 1,7$ см) и 60 сухожилий длинной малоберцовой мышцы (средняя длина – $27 \pm 2,1$ см), взятых у 30 трупов мужского пола в возрасте от 32 до 76 лет (средний возраст – $51,7 \pm 14,5$ года), умерших от травм и соматической патологии, не связанной с патологией соединительной ткани, не позднее 24 часов с момента наступления смерти.

Забранные из трупного материала модели трансплантатов из длинной малоберцовой мышцы и полусухожильной мышцы погружали в раствор Белякова, приготовленного по общепринятой методике (патент № 2235462) и хранили в холодильной камере при температуре от -20° до -25° С.

Впоследствии они были использованы нами в лабораторном исследовании по изучению механической прочности моделей трансплантатов.

Исследование механических свойств сухожилия длинной малоберцовой мышцы и аллотрансплантатов проводили на кафедре сопротивления материалов ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» под руководством доктора биологических наук, профессора В.В. Верхотурова, на универсальной разрывной машине настольного типа Shimadzu AGS-10kNXD с максимальной нагрузкой 10 кН. Метод определения: прямой высокоточный метод контроля деформации с постоянной скоростью посредством шарико-винтового привода без люфта. Данная машина позволяет испытывать образцы на растяжение и сжатие в одном направлении.

Задачи, поставленные в экспериментальном исследовании, решались в несколько этапов:

I этап – выполнялось определение механической прочности на разрыв сухожилия длинной малоберцовой мышцы целиком.

II этап – выполнялось определение механической прочности на разрыв модели трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы, подготовленной известным способом.

III этап – выполнялось определение механической прочности на разрыв модели трансплантата из 1/2 диаметра сухожилия длинной малоберцовой мышцы, подготовленной известным способом.

IV этап – выполнялось определение механической прочности на разрыв модели трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы, подготовленной новым способом.

V этап – выполнялось определение механической прочности на разрыв модели трансплантата из 1/2 диаметра сухожилия длинной малоберцовой мышцы, подготовленной новым способом.

На основании данных, полученных в экспериментальной части диссертационного исследования, была применена оригинальная методика формирования ауто трансплантата с высокой механической прочностью для оперативного лечения пациентов с повреждением ПКС. На предложенную методику получен патент РФ № 2717369 «Способ пластики передней крестообразной связки коленного сустава».

За период с 2014 по 2019 г. на базе ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» обследованы и прооперированы 44 пациента с первичным изолированным разрывом передней крестообразной связки, которые соответствовали критериям включения и смогли принять участие в данном исследовании.

Критерии включения в исследование:

1. Пациенты с полным первичным и изолированным повреждением передней крестообразной связки.
2. Отсутствие гонартроза или гонартроз I степени.
3. Возраст от 18 до 55 лет.

Критерии исключения из исследования:

1. Пластика ПКС в анамнезе.
2. Травмы, невропатии малоберцового нерва, ограничение движений в голеностопном суставе и стопе, нестабильность голеностопного сустава.
3. Пациенты с гонартрозом II, III степени.
4. Ожирение II, III, IV степени.
5. Воспалительные процессы в коленном суставе.

Пациенты, которым выполнена реконструкция ПКС по предлагаемому способу, составили *основную группу (ОГ)* исследования (19 пациентов). Набор пациентов проведён в клинике ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» за период с апреля по ноябрь 2019 г., получено одобрение локального этического комитета.

Согласно международным требованиям «Протокола надлежащей клинической практики» (Good Clinical Practice; ГОСТ Р 52379-2005), все потенциальные участники исследования проходили процедуру определения соответствия на критерии включения и исключения.

Все пациенты имели достаточное количество времени для подробного и вдумчивого ознакомления с добровольным информированным согласием на участие в данном исследовании.

Средний возраст пациентов составил $33,3 \pm 7,8$ года. Доля пациентов мужского пола составила 78,9 % (15 человек), женского – 21,1 % (4 человека) (Рисунок 1).

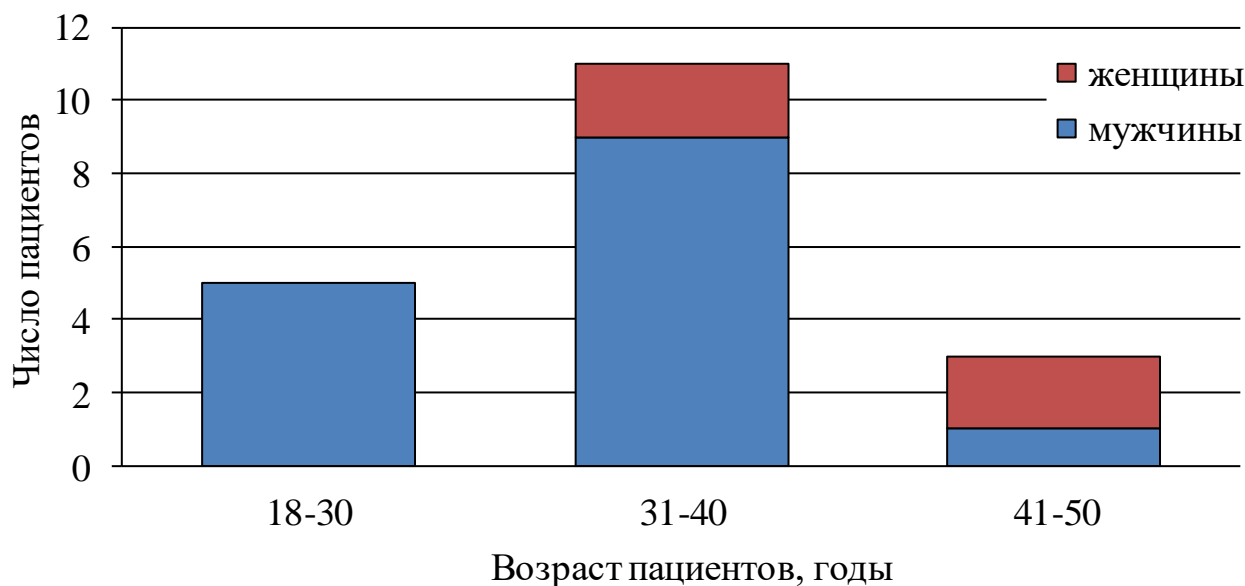


Рисунок 1 – Гистограмма распределения пациентов по полу и возрасту

По характеру получения травмы пациенты распределились следующим образом: на первом месте – спортивная травма, у 11 (57,9 %) пациентов; на втором месте – бытовая травма, у 8 (42,1 %) пациентов (Рисунок 2).

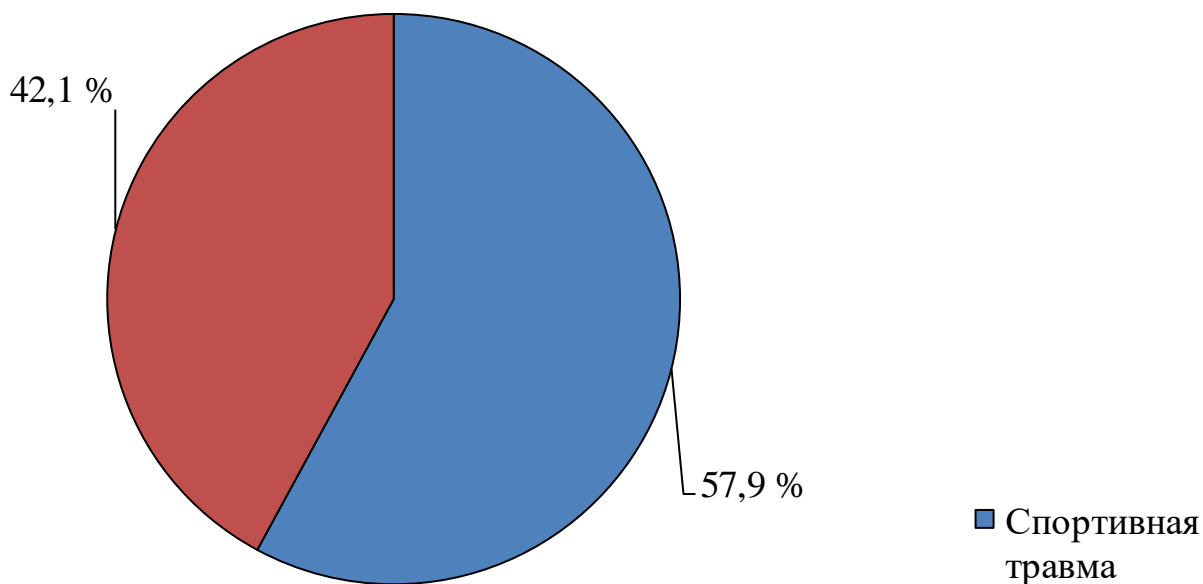


Рисунок 2 – Распределение пациентов по характеру травмы

У 9 (47,4 %) пациентов операция выполнена на правом коленном суставе, у 10 (52,6 %) – на левом (Рисунок 3).

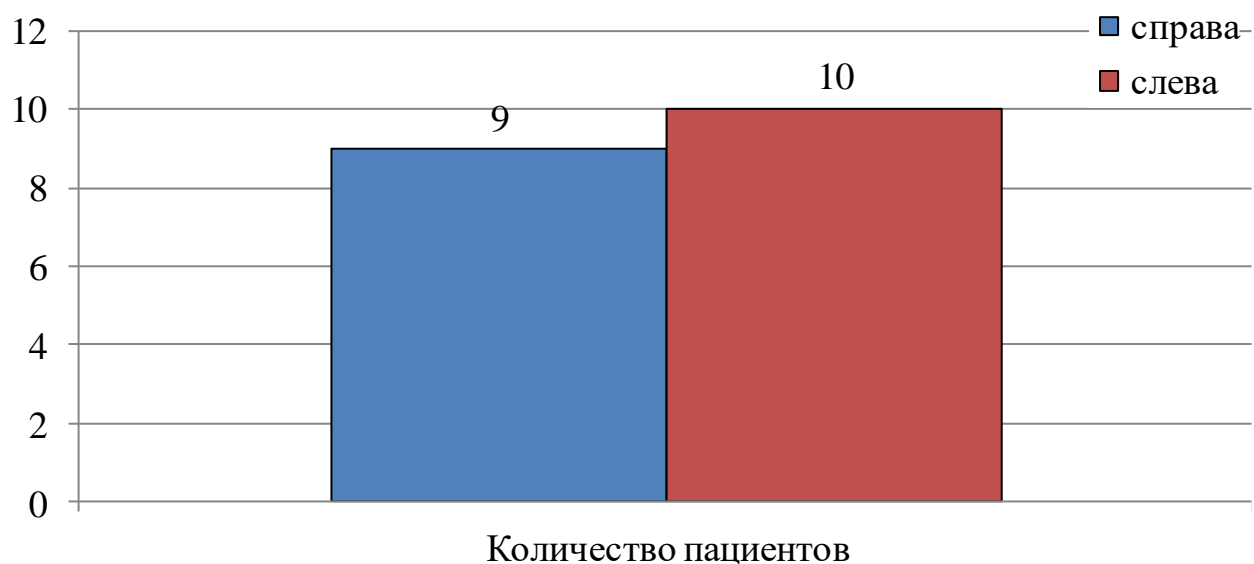


Рисунок 3 – Распределение пациентов по стороне повреждения

Операции выполнены в сроки от 9 месяцев до 13 лет с момента получения травмы. Среднее значение срока, прошедшего с момента травмы до операции, в представленной группе составило 34,68 месяца, стандартное отклонение – 39,15. Медиана распределения прооперированных пациентов по времени с момента получения травмы, составила 21 месяц (Рисунок 4).

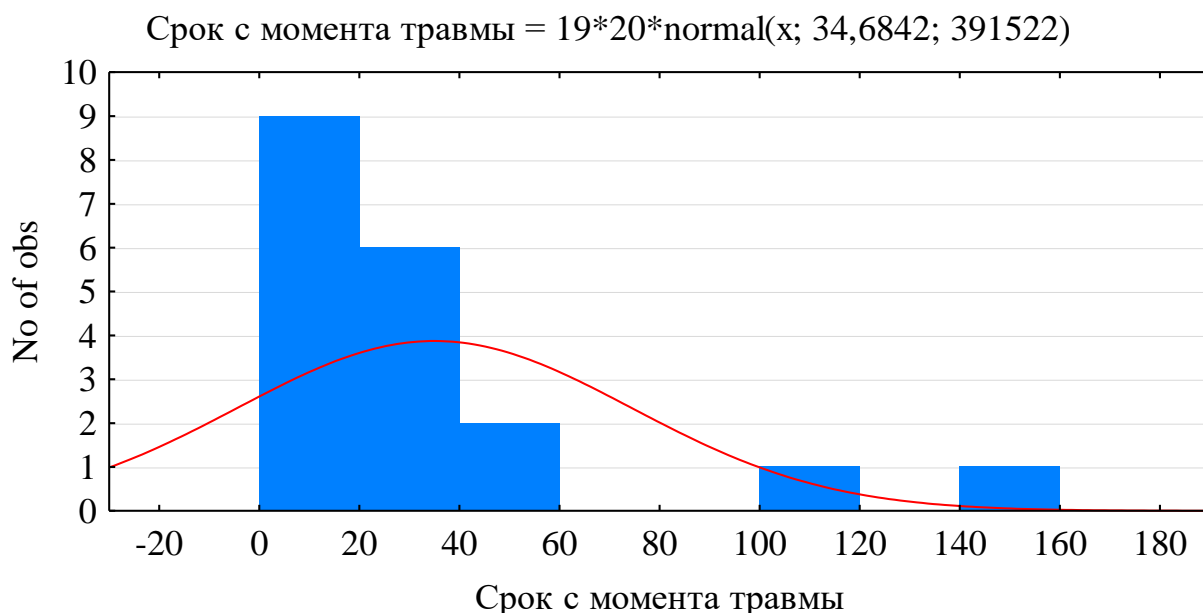


Рисунок 4 – Гистограмма распределения пациентов исследуемых групп по сроку, прошедшему с момента получения травмы

У данной группы пациентов также изучены результаты лечения: оценивали данные анамнеза, клинического осмотра, данные рентгенографии и магнитно-резонансной томографии (МРТ), функциональное состояние голеностопного сустава по шкалам Американского общества хирургов стопы

и голеностопного сустава (AOFAS, American Orthopaedic Foot and Ankle Society) в модификации Kitaoka, коленного сустава – по шкале Lysholm – Tegner, протоколы оперативного лечения.

В *группе клинического сравнения (ГКС)* все 25 (100 %) пациентов были трудоспособного возраста – от 18 до 50 лет (средний возраст – 30,16 года). Мужчин было 15 (60 %), женщин – 10 (40 %).

По характеру травмы в ГКС у 15 (60 %) пациентов разрыв ПКС произошёл при спортивных травмах, у 8 (32 %) – при бытовой травме, у 2 (8 %) – в результате дорожно-транспортного происшествия (Рисунок 5).

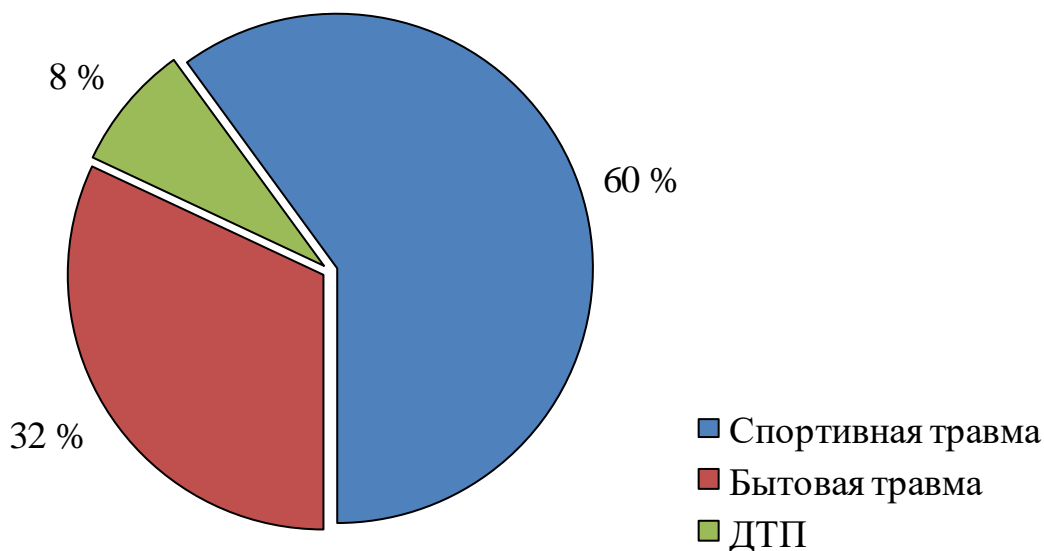


Рисунок 5 – Распределение пациентов по характеру травмы в ГКС

По стороне повреждения ПКС пациенты распределились следующим образом: в 13 (52 %) случаях оперативное вмешательство проводилось на правом коленном суставе, в 12 (48 %) – на левом.

Оперативное вмешательство выполнено в сроки от 1 до 120 месяцев с момента получения травмы. Средний срок, прошедший с момента травмы до операции, в ГКС составил 28,2 месяца (мода – 24, медиана – 21).

Выполнялся ретроспективный анализ результатов лечения, изучались причины развития остаточной передней нестабильности коленного сустава. Изучались следующие данные: анамнез заболевания; клинические, рентгенологические данные, данные МРТ; протоколы операции.

При обследовании пациентов использованы анамнестический, клинический, рентгенологический методы, метод МРТ, методы оценки функциональных результатов, метод хирургического лечения больных и статистический метод исследования.

Третья глава диссертации включает анализ данных, полученных в ходе экспериментального исследования.

В ходе *первого этапа* экспериментального исследования была поставлена цель – изучить механическую прочность цельного сухожилия длинной малоберцовой мышцы в связи с отсутствием литературных данных.

Были получены следующие значения: среднее значение силы, при которой происходит разрыв, составило $755,6 \pm 180,5$ Н; среднее удлинение, при котором происходит разрыв, – $13,1 \pm 4,6$ мм.

Таким образом, в результате проведённого первого этапа экспериментального исследования целое сухожилие длинной малоберцовой мышцы оказалось малорастяжимым (средняя длина, при которой происходит разрыв, составила $13,1 \pm 4,6$ мм). Сила, при которой происходит разрыв (среднее значение силы – $755,6 \pm 180,5$ Н), достаточна, чтобы использовать лишь половину толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы для пластики ПКС

Затем, на начальном этапе экспериментального исследования, нами были сформированы две группы – модель трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы, подготовленной по известной технике Lubowitz, сравнивали с моделью трансплантата из 1/2 диаметра сухожилия длинной малоберцовой мышцы, также подготовленной по известной технике Lubowitz (Таблица 1).

Таблица 1 – Представление данных экспериментального исследования по определению механической прочности моделей трансплантатов, подготовленной по известной технике

Модель трансплантата	<i>n</i>	Среднее	Стандартное отклонение	<i>U</i>
Сила СПМ (GraftLink)	30	351,84	132,99	53,0**
Сила СДМ (GraftLink)		607,80	14,99	
Растяжение СПМ (GraftLink)	30	26,44	101,19	285,0*
Растяжение СДМ (GraftLink)		51,38	35,70	

Примечание: СПМ – сухожилие полусухожильной мышцы; СДМ – 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы; *U* – критерий Манна – Уитни; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

В результате I этапа экспериментального исследования были выявлены значимые отличия между группами по обоим критериям исследования – сила и удлинение. На данном этапе исследования нами было выявлено две фазы разрыва. В 1-ю фазу происходил разрыв свободного конца модели трансплантата. Во 2-ю фазу оставшиеся порции трансплантата выдерживали нагрузку и происходило их растяжение, а затем полный разрыв. Но учитывая данные литературы, где средняя нагрузка на разрыв нативной ПКС составляет в среднем 650 Н, нами было принято решение разработать новый способ подготовки трансплантатов, усиливающий базовый шов свободных концов трансплантата.

В результате полученного патента РФ № 2717369 «Способ пластики передней крестообразной связки коленного сустава» нами были сформированы две дополнительные группы экспериментального исследования, где модель

трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы, подготовленной по новой технике, сравнивали с моделью трансплантата из 1/2 диаметра сухожилия длинной малоберцовой мышцы, также подготовленной по новой технике (Таблица 2).

Таблица 2 – Представление данных экспериментального исследования по определению механической прочности моделей трансплантатов, подготовленных по новой технике

Модель трансплантата	<i>n</i>	Среднее	Стандартное отклонение	<i>U</i>
Сила СПМ (new)	30	633,00	193,45	190,0**
Сила СДМ (new)		820,52	29,20	
Растяжение СПМ (new)	30	27,07	140,63	60,0
Растяжение СДМ (new)		17,96	7,52	

Примечание: СПМ – сухожилие полусухожильной мышцы; СДМ – 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы; *U* – критерий Манна – Уитни; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

В результате данного этапа экспериментального исследования получены статистически значимые отличия между группами по критерию силы, где максимальные значения получены в 4-й группе – модель трансплантата из 1/2 диаметра сухожилия длинной малоберцовой мышцы, подготовленной по новой технике, – $820,52 \pm 140,63$ Н (Рисунок 6).

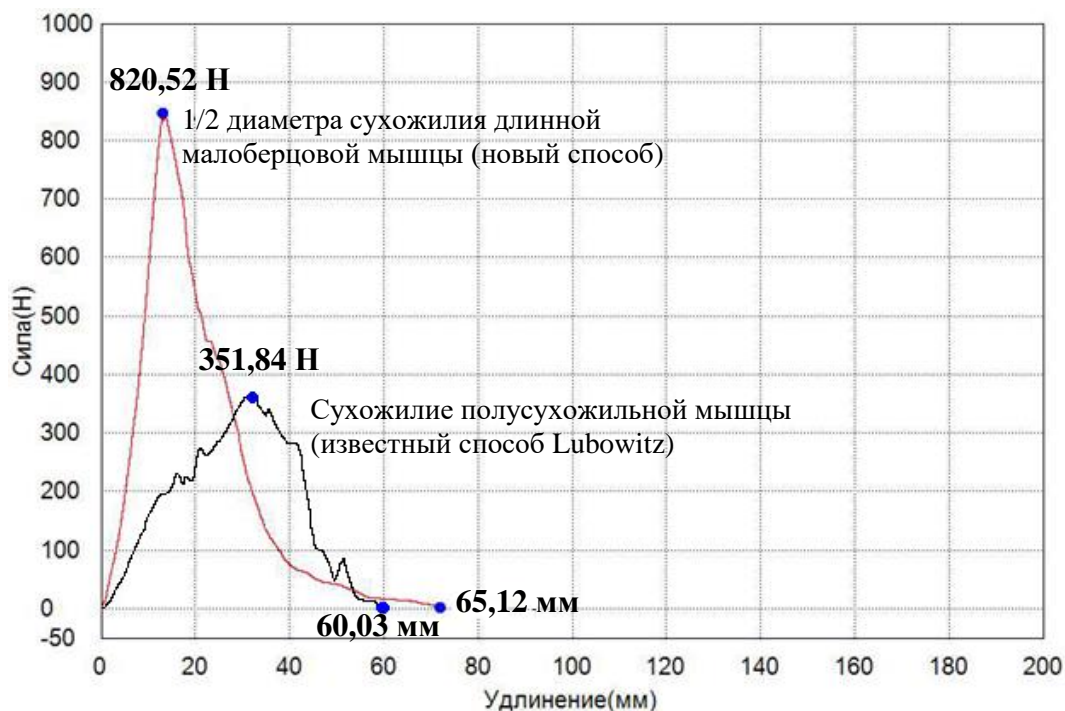


Рисунок 5 – Диаграмма сравнения механической прочности моделей трансплантатов

Для того, чтобы доказать значимость показанных отличий, использовались статистические критерии U-критерий Манна – Уитни. Во всех случаях были выявлены статистически значимые отличия между выборками ($p < 0,01$; $p < 0,001$).

Таким образом, в результате проведённого экспериментального исследования цельное сухожилие длиной малоберцовой мышцы оказалось малорастяжимым (средняя длина, при которой происходит разрыв, составила $13,1 \pm 4,6$ мм). Сила, при которой происходит разрыв (среднее значение силы – $755,6 \pm 180,5$ Н), достаточна, чтобы использовать лишь половину толщины сухожилия длиной малоберцовой мышцы для пластики ПКС.

Исходя из результатов экспериментального исследования, можно сделать вывод, что использование предлагаемого способа подготовки модели трансплантата из 1/2 диаметра сухожилия длиной малоберцовой мышцы с усиливающим швом свободных концов позволяет обеспечить бóльшую механическую прочность в сравнении с известной методикой подготовки модели трансплантата. Также можно предположить, что за счёт двух фаз разрыва и усиления базового, свободного конца трансплантата возможно снизить риск повторных разрывов в момент повторной травмы или во время ускоренной реабилитации.

В этой связи можно предположить, что использование предлагаемого способа подготовки трансплантата из 1/2 диаметра сухожилия длиной малоберцовой мышцы позволит улучшить результаты лечения пациентов с изучаемой патологией.

В *четвёртой главе* описываются полученные результаты хирургического лечения пациентов с повреждением передней крестообразной связки.

В процессе анализа результатов хирургического лечения пациентов с повреждением передней крестообразной связки в основной группе и в группе клинического сравнения оценивались следующие критерии: уровень и длительность болевого синдрома в области оперативного вмешательства; сроки отказа от средств дополнительной опоры; окружность бедра в дистальной трети; объём движений в коленном суставе оперированной нижней конечности; оценка стабильности коленного сустава оперированной нижней конечности; оценка функциональных результатов коленного сустава после операции по шкале Lysholm – Tegner; оценка функциональных результатов голеностопного сустава и стопы после операции по шкале AOFAS (модификация Kitaoka).

Оценка интенсивности болевого синдрома в области оперативного вмешательства по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) в послеоперационном периоде проводилась через 3, 6 и 12 месяцев после операции (Таблица 3).

Таблица 3 – Определение различий в исследуемых группах пациентов по критерию «Боль по ВАШ»

Сроки	ОГ ($n = 19$)	ГКС ($n = 25$)	T
3 месяца после операции	$1,08 \pm 0,629$	$1,18 \pm 0,8$	3,83
6 месяцев после операции	$0,18 \pm 0,25$	$0,38 \pm 0,56$	3,83
12 месяцев после операции	0	$0,18 \pm 0,38$	-

Примечание: T – критерий Уилкоксона; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

Таким образом, при выполнении предлагаемой методики хирургического лечения пациентов с повреждением ПКС не отмечено негативного влияния на интенсивность болевого синдрома в послеоперационном периоде, что позволяет пациенту раньше приступить к реабилитации и проходить её более интенсивно. Это делает более реальной цель полного восстановления функции оперированной нижней конечности.

Также у пациентов основной группы отмечался более ранний отказ от средств дополнительной опоры. Статистически значимая разница окружности дистальной трети бедра между основной группой и группой клинического сравнения на сроке 3 месяца после операции, вероятнее всего, связана со сроком иммобилизации в ортезе оперированной нижней конечности. В основной группе ортез снимали уже через 3–4 недели после операции, тогда как в группе клинического сравнения – на сроке 2–2,5 месяца после операции (Таблица 4).

Таблица 4 – Определение различий в исследуемых группах пациентов по срокам отказа от средств дополнительной опоры (сутки)

Критерий (сутки)	ОГ ($n = 19$)	ГКС ($n = 25$)	p
Отказ от средств дополнительной опоры	$3,2 \pm 1,1$	$7,4 \pm 1,3$	0,003*

Примечание: p – статистическая значимость различий между группами; * – различия между ОГ и ГКС статистически значимы при $p \leq 0,05$

Оценка стабильности коленного сустава после операции проводилась при помощи теста «переднего выдвигающего ящика», теста «Лахмана» и теста «ротационной стабильности коленного сустава». Получены следующие результаты: у 7 пациентов основной группы как на сроке 3 месяца после операции, так и на сроке 12 месяцев после операции оставалась передняя остаточная нестабильность коленного сустава I–II степени, тогда как в группе клинического сравнения передняя остаточная нестабильность I–II степени на сроке 3 месяца после операции была у всех 25 пациентов, а в отдалённые сроки после операции – у 20 пациентов.

Проводили оценку окружности дистальной трети бедра оперированной конечности в сравнении с контрлатеральным бедром через 3, 6, 12 месяцев

после операции. Статистически значимая разница окружности дистальной трети бедра между основной группой и группой клинического сравнения на сроке 3 и 6 месяцев после операции, вероятнее всего, связана со сроком иммобилизации в ортезе оперированной нижней конечности. В основной группе ортез снимали уже через 3–4 недели после операции, тогда как в группе клинического сравнения – на сроке 2–2,5 месяца после операции (Таблица 5).

Таблица 5 – Различия в исследуемых группах по гипотрофии дистальной трети бедра

Сроки	ОГ ($n = 19$)	ГКС ($n = 25$)	T
3 месяца после операции	$1,57 \pm 1,162$	$4,74 \pm 1,7207$	4,35**
6 месяцев после операции	$1,37 \pm 1,270$	$3,26 \pm 1,5487$	4,05**
12 месяцев после операции	$1,32 \pm 1,317$	$1,6 \pm 1,0104$	1,54

Примечание: T – критерий Уилкоксона; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

Амплитуда движения коленного сустава измерялась через 0-проходящий метод. В результате в основной группе уже через 3 месяца после операции отмечались лучшие результаты по сравнению с группой клинического сравнения, в которой эти показатели достигались только к 6 месяцам. К 3 месяцам после операции результаты пациентов основной группы соответствовали результатам пациентов в группе клинического сравнения через 6 месяцев после операции (Таблица 6).

Таблица 6 – Определение различий в исследуемых группах по амплитуде движения коленного сустава

Сроки	ОГ ($n = 19$)	ГКС ($n = 25$)	T
3 месяца после операции	$128,42 \pm 9,287$	$109,6 \pm 9,120$	4,16**
6 месяцев после операции	$137,89 \pm 5,353$	$124,8 \pm 8,098$	2,25*
12 месяцев после операции	$145,79 \pm 3,441$	$134,6 \pm 6,110$	0,26

Примечание: T – критерий Уилкоксона; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

Комплексная оценка результатов операций по шкале Lisholm – Tegner выявила статистически значимо лучшие функциональные результаты у пациентов, оперированных по нашей методике. В срок 6 месяцев они имели функциональные результаты, сравнимые с результатами пациентов, оперированных по классической методике, в срок 12 месяцев. Таким образом, реабилитационный период сокращался на 3–6 месяцев. Это происходит за счёт того, что швы свободных концов трансплантата по новой методике на ранних этапах реабилитации выдерживают кинетическую силу сгибания коленного сустава, и не происходит разрыв свободного конца трансплантата и его растяжение (Рисунки 6, 7; Таблица 7).

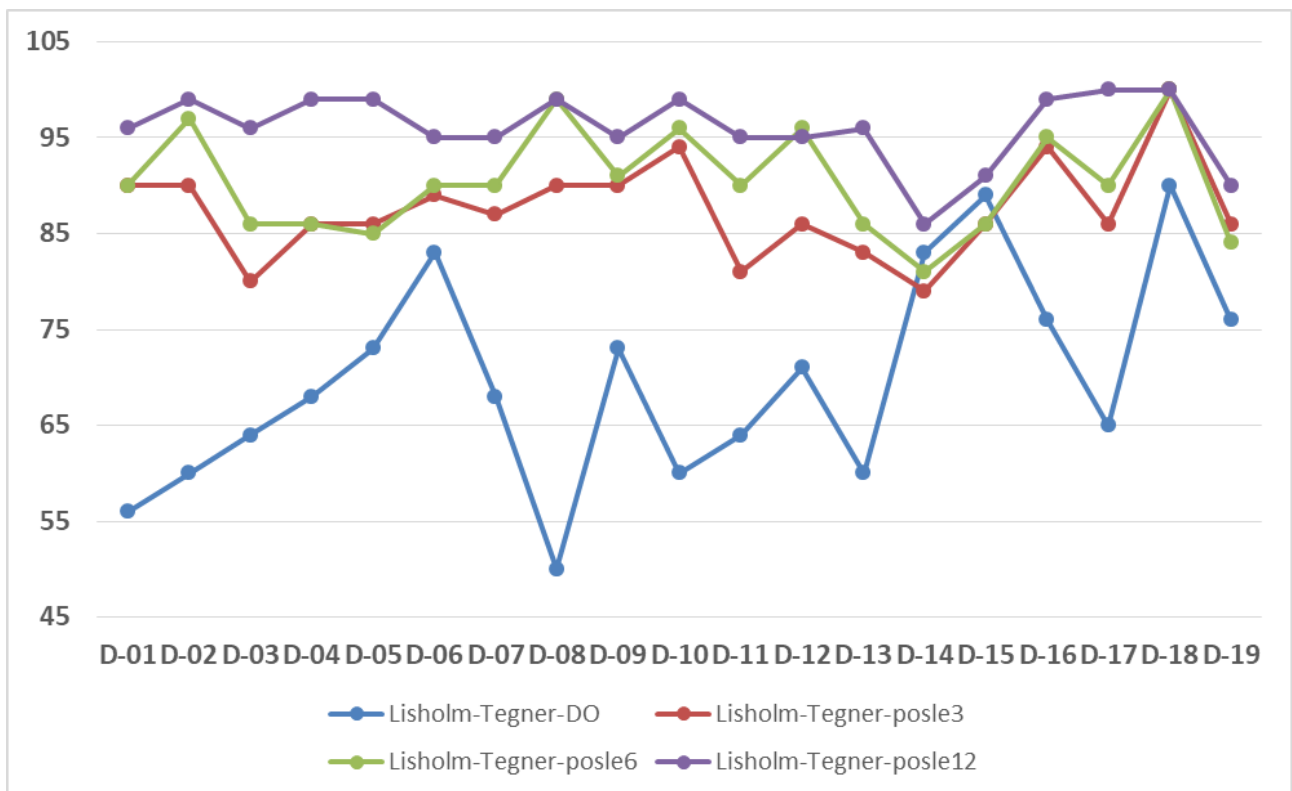


Рисунок 6 – Диаграмма функциональных результатов по шкале Lysholm – Tegner в основной группе

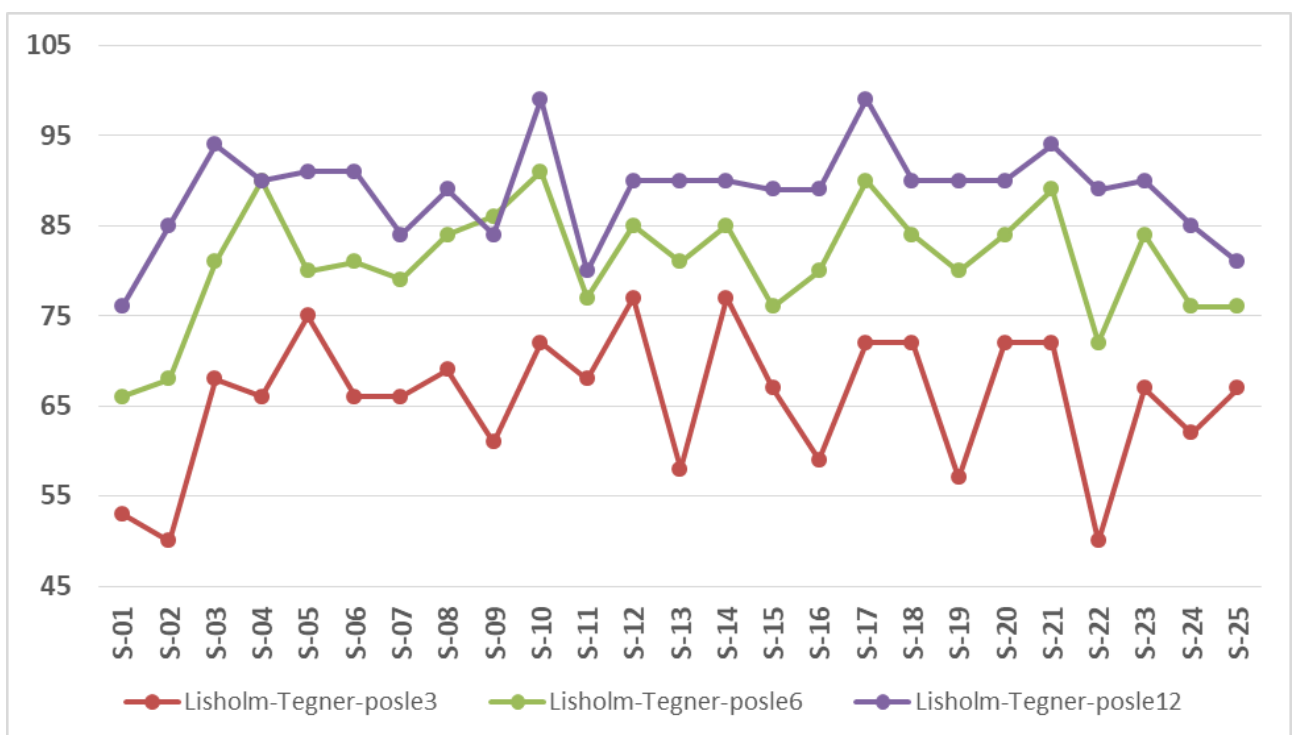


Рисунок 7 – Диаграмма функциональных результатов по шкале Lysholm – Tegner в группе клинического сравнения

Таблица 7 – Различия в исследуемых группах по функциональной шкале Lysholm – Tegner

Сроки	Медиана ОГ (n = 19)	Медиана ГС (n = 25)	T
3 месяца после операции	86,0	67,0	4,38**
6 месяцев после операции	90,0	81,0	4,38**
12 месяцев после операции	96,0	90,0	4,27**
12 месяцев после операции	96,0	90,0	4,27**

Примечание: T – критерий Уилкоксона; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

Функциональное состояние голеностопного сустава и стопы в основной группе оценивали по шкале AOFAS. Через 3, 6 и 12 месяцев после операции у всех 19 пациентов результаты по данной шкале составили 100 баллов, как и до операции. Это говорит о том, что использование 1/2 части сухожилия длинной малоберцовой мышцы не только не нарушает, но и полностью сохраняет функции голеностопного сустава и стопы.

Таким образом, предложенный нами способ реконструкции ПКС с использованием 1/2 диаметра сухожилия длинной малоберцовой мышцы, подготовленный оригинальным способом (шов «замок»), является более надёжным и эффективным, чем реконструкция ПКС с использованием сухожилия полусухожильной мышцы, подготовленной по технике Lubowitz.

В *пятой главе* подведены общие итоги проведённой работы, представлены сведения по решению всех задач диссертационного исследования и обсуждены полученные результаты.

ВЫВОДЫ

1. Современные способы подготовки трансплантата для пластики передней крестообразной связки позволили выявить следующие недостатки: реконструкция передней крестообразной связки с подготовкой трансплантата способом J.H. Lubowitz показала высокий процент остаточной передней нестабильности коленного сустава после операции, которая в 90 % случаев связана с разрывом базового шва в области свободных концов трансплантата.

2. Механическая прочность целого сухожилия длинной малоберцовой мышцы, определённая в экспериментальном исследовании, составила $755,6 \pm 180,5$ Н. Полученной механической прочности достаточно, чтобы использовать лишь 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы.

3. Экспериментально доказано, что прочность модели трансплантата из 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы, подготовленного по разработанному способу ($820,5 \pm 140,6$ Н), в 2,3 раза превышает прочность модели трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы, подготовленного по известному способу J.H. Lubowitz ($351,8 \pm 133,0$ Н).

4. Анализ результатов хирургического лечения пациентов с полным разрывом передней крестообразной связки с применением аутотрансплантата из 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы, подготовленного новым способом, показал сокращение срока реабилитации на 3 месяца в сравнении с группой клинического сравнения. Функциональные результаты по субъективной шкале оценки Lysholm – Tegner через 6 месяцев (медиана – 90 баллов) после операции у пациентов, оперированных по предлагаемому способу, сопоставимы с результатами пациентов группы клинического сравнения через 12 месяцев (медиана – 90 баллов) после операции.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выявленном у пациента разрыве передней крестообразной связки, подтвержденном клиническими и инструментальными методами, рекомендовано выполнение артроскопической реконструкции ПКС с использованием 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы, так как анатомически данное сухожилие расположено вне области коленного сустава, а использование 1/2 толщины не оказывает негативного влияния на функцию голеностопного сустава и стопы.

2. На этапе формирования трансплантата из 1/2 толщины сухожилия длинной малоберцовой мышцы для увеличения его прочностных характеристик рекомендуется использовать предложенный способ формирования, что доказано в ходе экспериментального изучения его механической прочности.

3. В послеоперационном периоде следует придерживаться следующих рекомендаций: коленный сустав фиксируется в ортезе в положении полной экстензии, на 2-е сутки после операции разрешается ходьба без костылей; активные движения в коленном суставе разрешаются со 2-х суток после операции – до 40°; к концу 1-й недели пациенты активно сгибают коленный сустав до 90°; к концу 2-й недели после операции пациенты активно сгибают коленный сустав до 110°; снятие ортеза происходит через 3–4 недели после операции.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикация статей в журналах, рекомендованных ВАК для соискателей и включённых в международные библиографические и реферативные базы данных SCOPUS

1. Современные способы тендопластики передней крестообразной связки (обзор литературы) / И. Н. Михайлов, М. Э. Пусева, Н. В. Тишков, В. В. Монастырев, Н. С. Пономаренко, Д. Б. Бальжинимаев // Acta biomedica scientifica. – 2017. – Т. 2, № 6. – С. 64–68.

4. Бальжинимаев, Д. Б. Анализ результатов артроскопического восстановления передней крестообразной связки по транстибиальной методике

/ **Д. Б. Бальжинимаев**, И. Н. Михайлов, Н. В. Тишков // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2018. – № 4. – С. 25–28.

3. Михайлов, И. Н. Результаты лечения пациентов после артроскопического восстановления передней крестообразной связки / И. Н. Михайлов, М. Э. Пусева, **Д. Б. Бальжинимаев** // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2018. – № 4. – С. 39–42.

2. **Бальжинимаев, Д. Б.** Однопучковая и двухпучковая артроскопические реконструкции передней крестообразной связки (обзор литературы) / **Д. Б. Бальжинимаев**, И. Н. Михайлов, В. В. Монастырев // Acta biomedica scientifica. – 2019. – Т. 4, № 6. – С. 95–100.

5. **Бальжинимаев, Д. Б.** Определение прочности трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы, подготовленной оригинальным способом (экспериментальное исследование) / **Д. Б. Бальжинимаев**, И. Н. Михайлов, Н. В. Тишков // Acta biomedica scientifica. – 2019. – Т. 4, № 6. – С. 143–147.

6. Михайлов, И. Н. Индивидуальный подход лечения пациента с закрытым внутрисуставным переломом проксимального отдела большеберцовой кости в сочетании с повреждением мягкотканых структур коленного сустава (случай из практики) / И. Н. Михайлов, **Д. Б. Бальжинимаев** // Политравма. – 2020. – № 3. – С. 94–99.

7. Михайлов, И. Н. Сравнительное определение механической прочности моделей трансплантатов из половины сухожилия длинной малоберцовой мышцы и сухожилия полусухожильной мышцы (экспериментальное исследование) / И. Н. Михайлов, М. Э. Пусева, **Д. Б. Бальжинимаев**, А. В. Семенов, В. В. Верхотуров, Е. В. Верхотурова // Гений ортопедии. – 2021. – Т. 27, № 6. – С. 789–794. – DOI: 10.18019/1028-4427-2021-27-6-789-794

8. **Бальжинимаев, Д. Б.** Сравнительный анализ результатов реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава с подготовкой ауотрансплантата по известной и новой методикам / **Д. Б. Бальжинимаев**, И. Н. Михайлов, М. Э. Пусева, Н. В. Тишков // Acta biomedica scientifica. – 2022. – Т. 7, № 6. – С. 229–238. – DOI: 10.29413/ABS.2022-7.6.23

Патенты

1. Способ пластики передней крестообразной связки : пат. 2482808 Рос. Федерация : МПК А61В17/56 / **Д. Б. Бальжинимаев**, И. Н. Михайлов, М. Э. Пусева, Н. В. Тишков, В. В. Монастырев, Н. С. Пономаренко ; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ИНЦХТ». – № 2019108959/19 ; заявл. 27.03.2019 ; опубл. 23.03.2020. – Бюл. № 9.

Методические рекомендации, медицинские технологии

1. Михайлов И. Н. Алгоритм ведения пациентов после реконструкции передней крестообразной связки, стационарный этап (медицинская технология) / И. Н. Михайлов, **Д. Б. Бальжинимаев**. – Иркутск : ИНЦХТ, 2019. – 24 с.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВАШ – визуально-аналоговая шкала

ГКС – группа клинического сравнения

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОГ – основная группа

ПКС – передняя крестообразная связка

АОFAS – Американское общество хирургов стопы и голеностопного сустава (American Orthopaedic Foot and Ankle Society)

Подписано в печать ###.##.2023. Бумага офсетная. Формат 60×84¹/₁₆.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 1,0
Тираж 100 экз. Заказ № ###-23.

РИО ИНЦХТ
(Иркутск, ул. Борцов Революции, 1. Тел. (3952) 29-03-37. E-mail: arleon58@gmail.com)