

На правах рукописи



Гофер Антон Сергеевич

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С
НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТЬЮ ТРАНСПЛАНТАТА ПЕРЕДНЕЙ
КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ**

3.1.8 – травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Новосибирск - 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Павлов Виталий Викторович

Официальные оппоненты:

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

Михайлов Иван Николаевич — кандидат медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, научно-клинический отдел травматологии, старший научный сотрудник.

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

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2024 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» Министерства здравоохранения Российской Федерации 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» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 17 и на сайте <http://niito.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
21.1.047.01
доктор медицинских наук, доцент

Кирилова Ирина Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности

Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) – одно из самых частых внутрисуставных повреждений коленного сустава (КС). По данным разных литературных источников, встречаемость данной патологии находится в диапазоне от 36,9 до 60,9 случаев на 100 тыс. человек (Sanders T.L., 2016; Mall N.A., 2014; Zbrojkiewicz D., 2018; Kaeding C.C., 2017; Dale K.M., 2017). Тем не менее с каждым годом реконструкция ПКС становится все более распространенным ортопедическим оперативным вмешательством на КС, так как растет уровень спортивной и повседневной активности среди пациентов молодого трудоспособного возраста и увеличивается количество квалифицированных хирургов, способных выполнить данный вид операций (Paudel Y.R., 2023; Chia L., 2022; Montalvo A.M., 2019; Сапрыкин А.С., 2018). Ранняя диагностика данного вида повреждения и своевременное выполнение хирургического вмешательства позволяет снизить риск быстрого прогрессирования дегенеративных изменений внутри- и внесуставных структур КС, которые возникают вследствие нарушения нормальной биомеханики КС из-за его рецидивирующей нестабильности (Прохоренко В.М., 2016; Фоменко С.М., 2017; Cheung E.C., 2020). Основной задачей реконструктивной пластики ПКС является возврат лиц трудоспособного возраста к регулярной трудовой деятельности и повседневной физической активности, что обуславливает высокую социально-экономическую значимость рассматриваемого вида повреждений КС и его лечения (Ахтямов И.Ф., 2021; Королев А.В., 2004; Schlumberger M., 2017).

В настоящее время артроскопическая аутопластика ПКС является стандартным методом хирургического лечения пациентов, у которых выявлено и подтверждено инструментальными методами исследования повреждение ПКС, сопровождающееся нарушением функции КС (Beunnon B.D., 2005; Samitier G., 2015; Заяц В.В., 2021). Несмотря на постоянное совершенствование хирургических подходов к первичному восстановлению ПКС и их внедрению в клиническую практику, частота ревизионных вмешательств может варьироваться от 0% до 25% (Grassi A., 2017; Сапрыкин А.С., 2022; Li X., 2023; George M.S., 2006). В частности, частота неудовлетворительных исходов первичной реконструкции ПКС при минимальном пятилетнем сроке наблюдения составляет 5,8% (Wright R.W., 2011), а при десятилетнем сроке наблюдения – 7,9% (Magnussen R.A., 2015). Таким образом, ревизионные оперативные вмешательства на ПКС становятся все более распространенными, и за последние десятилетия частота их выполнения выросла в 3 раза (van Eck C.F., 2012; Wright R.W., 2007; 2011), что очередной раз подчеркивает актуальность данной проблемы.

Неудачный исход первичной реконструкции ПКС в последующем приводит к ситуации, содержащей в себе ряд непростых задач, которые необходимо будет решать как хирургу, так и пациенту. А учитывая тот факт, что большинство пациентов, которым необходимо ревизионное вмешательство, трудоспособного возраста, то рассматриваемая проблема затрагивает социальную сферу, и поэтому пути решения данного вопроса являются достаточно важными для здравоохранения.

Таким образом, планирование ревизионной реконструкции ПКС требует взвешенного и методичного подхода в выявлении и устранении всех потенциальных причин, которые могут привести к отрицательным результатам. Актуальность этой темы и отсутствие единогласия относительно предоперационного планирования, технического исполнения, а также выбора оптимального трансплантата при ревизионной реконструкции ПКС послужило поводом для проведения собственного исследования и определило цель и задачи данной работы.

Цель исследования

Улучшить результаты лечения пациентов с несостоятельностью трансплантата передней крестообразной связки путем разработки способа предоперационного планирования и усовершенствования методов подготовки и фиксации ауто трансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы.

Задачи исследования

1. Изучить результаты ревизионной реконструкции передней крестообразной связки и выявить недостатки предоперационного планирования.
2. Определить наиболее предпочтительный тип ауто трансплантата для выполнения ревизионной реконструкции передней крестообразной связки.
3. Разработать и оценить эффективность применения предложенного способа предоперационного планирования ревизионной реконструкции передней крестообразной связки, а также усовершенствованного метода подготовки и выбора фиксации ауто трансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы.
4. Изучить результаты ревизионной реконструкции передней крестообразной связки с применением предложенного способа предоперационного планирования и метода подготовки ауто трансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы и сопоставить с функциональными результатами первичной реконструкции передней крестообразной связки.
5. Провести сравнительный анализ результатов ревизионного вмешательства на передней крестообразной связке у пациентов, прооперированных предложенным способом, с результатами у пациентов, пролеченных с традиционными подходами к планированию и ревизионному оперативному лечению.

Научная новизна

Выполнена оценка результатов применения аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы в рамках ревизионной реконструкции передней крестообразной связки.

Разработан и внедрен в клиническую практику способ предоперационного планирования ревизионной пластики ПКС, позволяющий определять этапность операции, согласно четким критериям, полученным в результате оценки взаиморасположения первичных и планируемых каналов и их размерных характеристик на системе координат.

Усовершенствован подход к подготовке и выбору метода фиксации трансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы.

Выполнена оценка результатов применения предложенного способа предоперационного планирования и фиксации ревизионного трансплантата.

Теоретическая и практическая значимость работы

Предложенный способ предоперационного планирования и усовершенствованные методы подготовки и выбора фиксации аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы позволяют стандартизировать подход к планированию и реализации ревизионной реконструкции передней крестообразной связки, точно определять показания к двухэтапным операциям, а также способствует улучшению клинических результатов и восстановлению функции коленного сустава после операции.

Полученные данные о причинах несостоятельности первичного трансплантата передней крестообразной связки позволят снизить количество рецидивов его несостоятельности за счет формирования анатомичных каналов при первичной реконструкции передней крестообразной связки.

Положения, выносимые на защиту

1. Разработанный способ предоперационного планирования ревизионной реконструкции передней крестообразной связки позволяет сформировать ревизионные каналы в местах крепления нативной связки, определить этапность ревизионной реконструкции и снизить риск интраоперационных осложнений.

2. Использование сухожилия длинной малоберцовой мышцы в качестве ревизионного трансплантата, а также применение усовершенствованного метода его подготовки и фиксации позволяют улучшить результаты ревизионных реконструкций передней крестообразной связки и приблизить их к результатам первичной аутопластики.

Апробация результатов

Основные положения и результаты исследования доложены и обсуждены на научно-практической конференции молодых ученых Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (Иркутск, 2018); съезде травматологов-ортопедов Сибирского федерального округа (Барнаул, 2019); всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения», посвященной 75-летию юбилею Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна (Новосибирск, 2021); всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Илизаровские чтения» (Курган, 2023); межрегиональной научно-практической конференции по травматологии-ортопедии и восстановительной медицине «Euromed Traumatology Conference» (Новосибирск, 2023); международном конгрессе «Артромост» (Москва, 2023); всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2023); международном конгрессе АСТАОР (Москва, 2024); всероссийской конференции молодых ученых «Вреденовские игры» (Санкт-Петербург, 2024).

Внедрение результатов исследования в практику

Предлагаемый способ предоперационного планирования и усовершенствованная техника операции внедрены и успешно применяются в клинике ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России.

Полученные результаты исследования используются в лекционных курсах для аспирантов и ординаторов ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России.

Личный вклад автора

Состоит в формулировке цели, задач исследования и основных положений, выносимых на защиту. Автором проанализированы зарубежные и отечественные источники и выполнен систематический обзор литературы по проблеме исследования, проведен набор и обработка клинического материала, статистический анализ. Автор выполнил 82 (100%) хирургических вмешательства в объеме первичной реконструкции передней крестообразной связки и 9 (31%) ревизионной пластики ПКС, а также принимал участие в качестве ассистента в 20 (69%) ревизионных вмешательствах. Автором разработан и внедрен в практику «Способ выбора операции при ревизионной реконструкции передней крестообразной связки», заявка на изобретение РФ № 2024107823, приоритет от 25.03.2024.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в международные базы данных SCOPUS. Зарегистрирована заявка на изобретение РФ № 2024107823 «Способ выбора операции при ревизионной реконструкции передней крестообразной связки», приоритет от 25.03.2024.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 150 страницах машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Работа иллюстрирована 29 рисунками, 23 таблицами, клиническим примером. Библиографический список представлен 136 источниками, из них 20 отечественных и 116 иностранных.

ОСНОВНОЕ 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, объеме и структуре диссертации.

Исходя из результатов систематического обзора литературы выявлено, что основными модифицируемыми факторами риска, чаще всего способствующими развитию несостоятельности первичного трансплантата ПКС, являются неантомично сформированные первичные каналы. Предпочтение в выборе трансплантата должно отдаваться аутологичным тканям, при этом использование сухожилия длинной малоберцовой мышцы является наиболее перспективным. Однако исследований, в которых оценивались результаты использования сухожилия длинной малоберцовой мышцы при ревизионной реконструкции ПКС недостаточно. Отсутствует единая точка зрения относительно основных аспектов технического исполнения ревизионной пластики ПКС, выбора оптимального трансплантата и его подготовки, а также отсутствует стандартизированный подход к определению этапности оперативного вмешательства.

Во **второй главе** представлены материалы и методы диссертационной работы, включающая ретроспективный и проспективный этапы.

Первый этап исследования был спланирован как ретроспективное когортное сравнительное одноцентровое нерандомизированное исследование.

На ретроспективном этапе работы проведен анализ медицинской документации 43 пациентов, перенесших ревизионную реконструкцию ПКС в период 2016–2019 гг. на базе ФГБУ

«ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России. Пациенты были разделены на две сопоставимые группы в зависимости от вида аутотрансплантата, использованного во время ревизионной реконструкции ПКС (сухожилие длинной малоберцовой мышцы (PLT) и сухожилия подколенных сгибателей голени (НТ)), а также проводилась оценка структуры неудачных исходов первичных реконструкций ПКС и выявление корреляционных связей между определенными параметрами, которые могли повлиять на возникновение первичной несостоятельности трансплантата.

Дизайн ретроспективного этапа исследования представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Блок-схема дизайна ретроспективного этапа исследования

Минимальный срок наблюдения составил 12 месяцев. Общая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Общая характеристика пациентов ретроспективного этапа исследования

Признак	Общее количество n=43
Пол: мужчины / женщины *	17 (39,5) / 26 (60,5)
Возраст, лет **	34,4 ± 8,7 (18 – 53)
Срок наблюдения, мес. **	27,5 ± 11,9 (12 – 48)
ИМТ, кг/м ² **	27,1±3,8 (19,4 – 41,4)
Срок между операциями, мес. **	83,1 ± 71,5 (6 – 372)
Примечание: * – абс. (%); ** – Ср. ± SD (min-max).	

У пациентов ретроспективных групп проводилось обследование при помощи специализированных балльных систем оценки функции коленного сустава – опросников IKDC,

Lysholm и KOOS. Для оценки стабильности коленного сустава в обеих группах проводили объективное обследование по протоколу IKDC (Lachman и pivot-shift тесты) до операции и через 12 месяцев после оперативного вмешательства. В группе PLT проводилась оценка функционального состояния голеностопного сустава по шкале AOFAS до и через 12 месяцев после операции.

Второй этап диссертационного исследования был спланирован как проспективное когортное сравнительное одноцентровое нерандомизированное исследование.

На проспективном этапе работы проведен анализ результатов оперативного лечения 33 пациентов, которым была выполнена одноэтапная ревизионная реконструкция ПКС, и 88 пациентов, которым проводилась первичное восстановление ПКС в период с 2019 по 2022 гг. в клинике ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России.

Учитывая критерии включения, невключения и исключения, для проведения сравнительного анализа было выделено 2 группы пациентов: группа исследования RACL-PLT ($n=29$) (Revision ACL reconstruction) – пациенты, которым была выполнена одноэтапная ревизионная реконструкция ПКС, планирование которой осуществлялось с применением разработанного способа предоперационного планирования, а непосредственно оперативное вмешательство реализовывалось с усовершенствованной методикой подготовки и выбора метода фиксации аутотрансплантата PLT. В группу сравнения RACL-HT (Primary ACL reconstruction) были включены 82 пациента, которым была выполнена первичная реконструкция ПКС по стандартной методике с использованием аутотрансплантата из сухожилий полусухожильной и тонкой мышц (HT – hamstring tendons).

Дизайн проспективного этапа исследования представлен на рисунке 2.

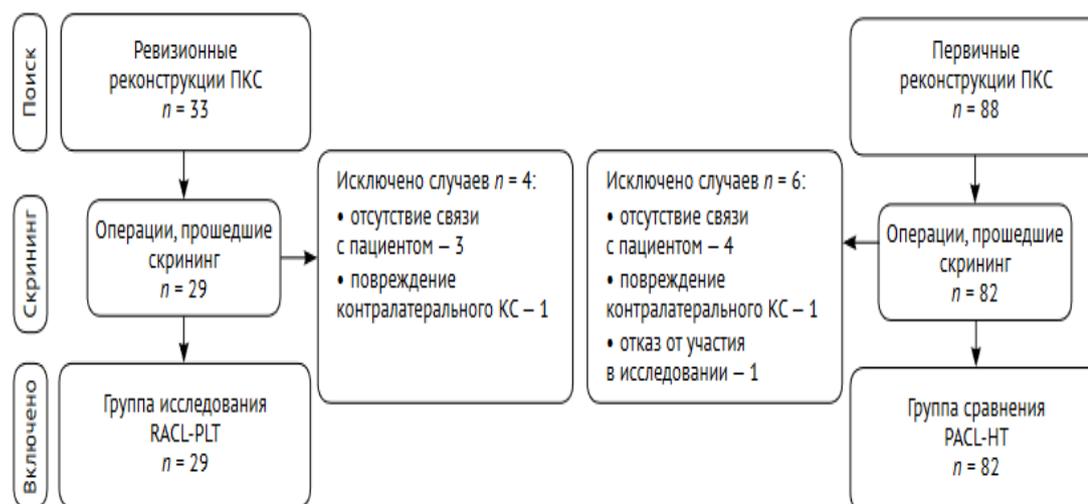


Рисунок 2 – Блок-схема дизайна проспективного этапа исследования

Минимальный срок наблюдения составил 12 месяцев. Общая характеристика пациентов представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Общая характеристика пациентов проспективного этапа исследования

Признак	Ревизионная реконструкция ПКС RACL-PLT n=29	Первичная реконструкция ПКС PACL-HT n=82	p-уровень*
Пол: мужчины / женщины абс. (%)	24 (82,8) / 5 (17,2)	53 (64,6) / 29 (35,4)	0,100
Возраст, лет**	36 [28; 40] (19 – 64)	37 [31; 40] (18 – 49)	0,962
ИМТ, кг/м ² **	25,9 [24,5; 29,1] (22,3 – 41,3)	26,6 [23,9; 30,1] (17,2 – 44,8)	0,778
Срок между операциями, мес. **	84 [36; 144] (12 – 180)	–	–
Примечание: *p – статистическая значимость различий показателей; различия статистически значимы при p ≤ 0,05 ** МЕД [Q1; Q3], (мин – макс).			

Субъективная оценка функции оперированного КС в обеих группах пациентов до и через 12 месяцев после оперативного вмешательства выполнялась с использованием специализированных балльных шкал оценки: IKDC, Lysholm и KOOS. Показатель минимального клинически значимого различия (minimal clinically important difference – MCID) использовался при интерпретации полученных результатов. Оценка стабильности поврежденного КС в группах осуществлялась непосредственно перед операцией и через 12 месяцев по протоколу IKDC (мануальные тесты Lachman и pivot-shift). Функциональное состояние голеностопного сустава в группе RACL-PLT оценивалось по функциональной шкале AOFAS до и после операции.

Результаты рентгенологического и МРТ-исследования оценивались до оперативного вмешательства. В ходе первого и второго этапов исследования, на основании данных МСКТ-исследования, проводимого до и после ревизионного вмешательства, определялись диаметр и положение центральных точек входов первичных и ревизионных костных каналов. Метод анатомических координатных осей применялся для большеберцового канала и исчислялся в процентах. Квадрантный метод использовался для оценки точек входа в бедренный канал. За нормативные значения координат положений точек входа в костные каналы были взяты показатели, соответствующие общеизвестным данным о топографии места крепления нативной ПКС к большеберцовой и бедренной костям.

Распределения непрерывных переменных проверялись на соответствие нормальному распределению с помощью критерия Смирнова, а также визуально, с использованием гистограмм

и диаграмм квантиль-квантиль. Согласно результатам проверки, для сравнения непрерывных переменных использовались непараметрические критерии, а для их описания – медиана (МЕД) и интерквантильный интервал [Q1; Q3], а также минимальные и максимальные значения (МИН-МАКС). Бинарные величины описывались через количество и частоту событий – абс. (%). Сравнение непрерывных переменных между группами проводилось U-критерием Манна–Уитни, а бинарных – точным критерием Фишера. Изменения непрерывных переменных до и после операции оценивались с помощью критерия Вилкоксона, а изменения бинарных и категориальных переменных — с помощью критерия МакНемара. Использовались только двусторонние критерии сравнения. Критический уровень значимости полагался равным 0,05, т.е. нулевые гипотезы отвергались, если $p < 0,05$. Для расчетов использовались IDE RStudio (версия 2023.12.1 Build 402– © 2009-2024 Posit Software, PBC, США) и R (версия 4.3.3 (2024-02-29 ucrt), Австрия).

В третьей главе представлены результаты ретроспективного этапа исследования.

Оценка предоперационных данных и факторов риска. При анализе структуры ретроспективных групп выявлено, что наиболее часто используемыми трансплантатами при первичной реконструкции ПКС являлись различные виды аутотрансплантатов ($n=24$, (66,7%)), а фиксация первичного трансплантата чаще всего осуществлялась интраканально, с использованием различного типа интерферентных винтов ($n=17$ (47,2%)). При проведении анализа результатов МСКТ-исследований выявлено неанатомичное положение исходных каналов в 19 случаях (52,7%). В результате анализа координат положения первичных каналов выявлено, что их положение имело статистически значимое ($p < 0,001$) смещение на бедренной кости краниально и кпереди, а на большеберцовой кости – кзади.

При анализе влияния факторов риска на развитие несостоятельности исходного трансплантата выявлено, что повреждение первичного трансплантата при отсутствии травмы в анамнезе или ее низкоэнергетическом характере чаще происходило при неанатомичном положении костных каналов ($p < 0,001$). Также выявлена статистически значимая корреляционная связь между сроком развития несостоятельности трансплантата ПКС и возрастом на момент первичной операции ($p=0,041$).

Оценка интраоперационных данных. Ревизионный аутотрансплантат PLT обладал статистически значимо большим диаметром (7,5–9,5 мм), чем аутотрансплантат НТ (7,0–8,0 мм; $< 0,001^*$). При этом диаметр трансплантата не соответствовал диаметру ревизионного канала в 16,7% (НТ: $n=4$, PLT: $n=2$). Помимо этого, было выявлено два случая (4,6%) интраоперационного слияния первичного и ревизионного каналов, что привело к увеличению длительности оперативного вмешательства и вынужденному выполнению двухэтапной операции.

Оценка послеоперационных данных. При анализе послеоперационных результатов МСКТ-исследования выявлено, что центральная точка входа в ревизионный бедренный канал чаще имела незначительное смещение краниально и кпереди относительно нормы, то есть имело частично анатомичное положение в 22,2% (n=8) случаев.

Анализ результатов объективной оценки стабильности оперированного КС по протоколу IKDC показал, что пациенты обеих групп имели нормальные или приближенные к норме показатели и статистически значимо не различались ($p>0,999$). Сравнительный анализ результатов субъективной оценки функции коленного сустава после ревизионного вмешательства по шкалам-опросникам показал, что статистически значимо более высокие показатели функциональных шкал через 12 месяцев после операции получены в группе, где использовался трансплантат PLT: KOOS общ. ($p<0,001$) и Lysholm ($p=0,042$) (рисунок 3).

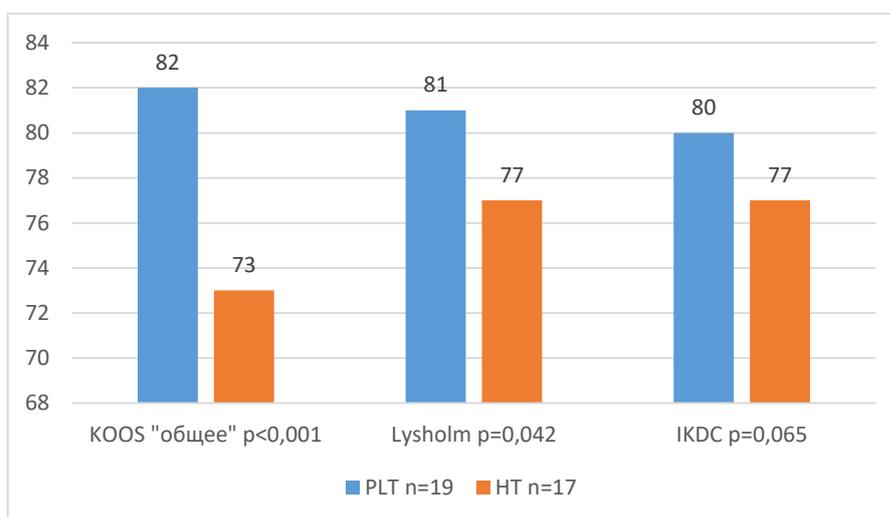


Рисунок 3 – Результаты субъективной оценки через 12 месяцев после оперативного лечения в ретроспективных группах

В четвертой главе в рамках клинического случая представлен разработанный способ предоперационного планирования ревизионной реконструкции ПКС («Способ выбора операции при ревизионной реконструкции передней крестообразной связки», заявка на изобретение РФ № 2024107823, приоритет от 25.03.2024) и усовершенствованный метод подготовки и выбора фиксации трансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы.

В рамках разработанного способа осуществлялась оценка размерных характеристик первичного канала на системе координат и относительно полученных данных определялась возможность формирования планируемого ревизионного бедренного и большеберцового костных каналов в наиболее анатомичном положении. Таким образом, определялись точные

критерии к выполнению одно- или двухэтапного ревизионного вмешательства (таблица 4), а также выявлялся необходимый диаметр ревизионного канала.

Таблица 3 – Система выбора хирургической тактики ревизионной реконструкции ПКС при несостоятельности первичного трансплантата

Взаиморасположение входов планируемого и первичного большеберцового каналов	Взаиморасположение входов планируемого и первичного бедренного каналов			
	$D3+D4 \geq D$	$D4 \leq 10$ мм $Gh\% - Kh\% = \pm 3\%$ $Gt\% - Kt\% = \pm 3\%$	$D3+D4 < D$	$D4 > 10$ мм $Gh\% - Kh\% = \pm 3\%$ $Gt\% - Kt\% = \pm 3\%$
$D1+D2 \geq D$	РПКС в 1 этап	РПКС в 1 этап	РПКС в 2 этапа (КП БК)	РПКС в 2 этапа (КП БК)
$D2 \leq 10$ мм $EX\% - FX\% = \pm 3\%$ $EY\% - FY\% = \pm 3\%$	РПКС в 1 этап	РПКС в 1 этап	РПКС в 2 этапа (КП БК)	РПКС в 2 этапа (КП БК)
$D1+D2 < D$	РПКС в 2 этапа (КП ББК)	РПКС в 2 этапа (КП ББК)	РПКС в 2 этапа (КП ББК и БК)	РПКС в 2 этапа (КП ББК и БК)
$D2 > 10$ мм $EX\% - FX\% = \pm 3\%$ $EY\% - FY\% = \pm 3\%$	РПКС в 2 этапа (КП ББК)	РПКС в 2 этапа (КП ББК)	РПКС в 2 этапа (КП ББК и БК)	РПКС в 2 этапа (КП ББК и БК)

Примечание: D – расстояние между наиболее удаленными точками планируемого и первичного входов в каналы, D1 – диаметр планируемого канала, D2 – диаметр первичного большеберцового канала, D3 – диаметр планируемого канала, D4 – диаметр первичного бедренного канала; EY, FY (%) – расстояние от медиального края плато большеберцовой кости в процентах; EX, FX (%) – расстояние от переднего края плато большеберцовой кости в процентах; Gt, Kt (%) – расстояние от линии Blumensaat в процентах; Gh, Kh (%) – расстояние от наиболее глубокой точки медиального края латерального мыщелка бедренной кости в процентах; РПКС – ревизионная реконструкция ПКС; КП – костная пластика; ББК – большеберцовый канал; БК – бедренный канал.

Учитывая полученные данные на ретроспективном этапе исследования, был усовершенствован подход к интраоперационной подготовке трансплантата PLT и выбора его фиксации. Основным преимуществом предложенного усовершенствованного метода является то, что подготовка трансплантата проводится таким образом, чтобы его диаметр изменялся контролируемо и соответствовал диаметру канала, определенному в ходе предоперационного планирования. Данный подход позволяет выбрать подходящий метод фиксации в зависимости от полученного диаметра трансплантата, а также реализовать принцип комплементарности

трансплантата и входа в ревизионный канал, тем самым нивелируя риск попадания синовиальной жидкости в пространство между трансплантатом и каналом, что негативно влияет на процесс интеграции и хондральной перестройки трансплантата.

В пятой главе представлены результаты проспективного этапа исследования двух групп пациентов: группа исследования RACL-PLT (n=29) (Revision ACL reconstruction) – пациенты, которым была выполнена одноэтапная ревизионная реконструкция ПКС с применением разработанного способа предоперационного планирования и усовершенствованным методом интраоперационной подготовки ауто трансплантата PLT, и группа сравнения RACL-HT (n=82) (Primary ACL reconstruction) – пациенты, которым была выполнена первичная реконструкция ПКС с использованием ауто трансплантата из сухожилий полусухожильной и тонкой мышц (HT (hamstring tendons)) на базе ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России в период с 2019 по 2022 гг.

Оценка интраоперационных данных. Анализ интраоперационных данных показал, что усовершенствованный метод подготовки трансплантата PLT позволил получить диаметр от 8,0 мм до 10,5 мм, который соответствовал диаметру ревизионного канала (8,0–10,5 мм) во всех случаях (n=29 (100%)) и осуществить фиксацию трансплантата наиболее подходящим способом: экстракортикальным (n=11 (37,9%)), комбинированным (n=18 (62,1%)).

Оценка послеоперационных данных. Анализ результатов применения предложенного способа предоперационного планирования показал, что во всех случаях (n=29 (100%)) центральные точки входов в ревизионные каналы имели координаты, соответствующие анатомическому положению крепления нативной передней крестообразной связки (ПКС) (рисунок 4, таблица 4).

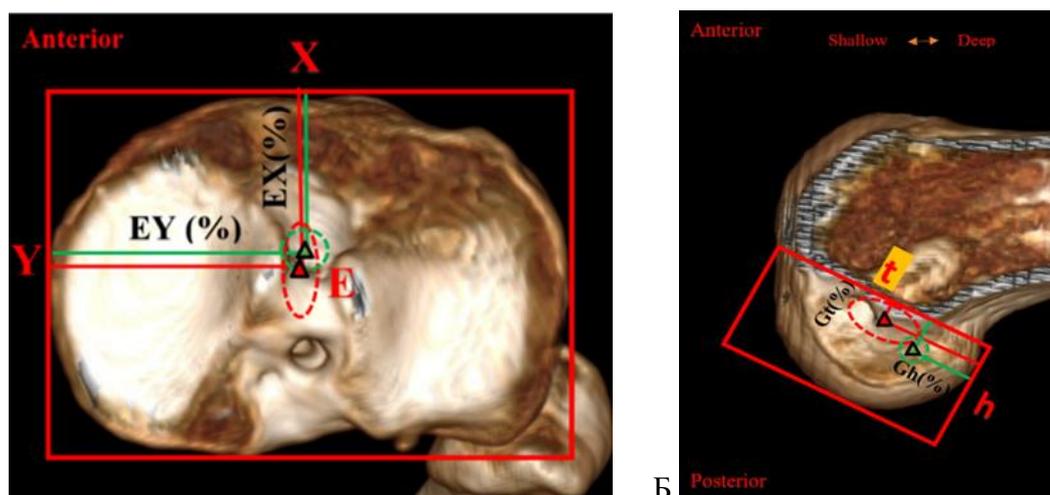


Рисунок 4 – Среднее положение и стандартное отклонение координат центральных точек входов первичных (отмечено красным цветом) и ревизионных каналов (отмечено зеленым цветом) большеберцовой кости (А), бедренной кости (Б)

Таблица 4 – Средние значения координат положения центральных точек входов первичных и ревизионных каналов в группе RACL-PLT

Канал	Показатель	Норма	До операции Me [Q1; Q3] (min-max)	После операции Me [Q1; Q3] (min-max)	Критерий Вилкоксона, p
Большеберцовый	EX (%)	43,8±3,0	45 [43; 47] (30–70)	44 [44; 46] (41–47)	0,069
	EY (%)	48,9±3,0	49 [46; 50] (45–52)	49 [47; 50] (46–51)	0,619
Бедренный	Gh (%)	29,9±3,0	35 [33; 62] (28–80)	31 [29; 32] (27–34)	<0,001*
	Gt (%)	30,1±3,0	27 [10; 29] (4–34)	30 [29; 31] (27–33)	<0,001*

Примечание: EX (%) – расстояние от переднего края плато большеберцовой кости в процентах; EY (%) – расстояние от медиального края плато большеберцовой кости в процентах; Gh (%) – расстояние от наиболее глубокой точки медиального края латерального мыщелка бедренной кости в процентах; Gt (%) – расстояние от линии Blumensaat в процентах; различия между до- и послеоперационными показателями статистически значимы при $p \leq 0,05$.

Интраоперационных осложнений в виде слияния первичного и ревизионного каналов не наблюдалось.

Повторной несостоятельности или разрыва трансплантата, а также послеоперационных осложнений, потребовавших повторного оперативного ревизионного вмешательства, в обеих группах в указанные сроки наблюдения не зарегистрировано.

Послеоперационная оценка стабильности коленного сустава по протоколу IKDC показала, что статистически значимых различий между группой ревизионной реконструкции RACL-PLT и первичной пластики ПКС RACL-NT не было ($p < 0,001$), при этом результаты пациентов обеих групп имели нормальные или приближенные к норме показатели.

При сравнительном анализе результатов субъективной оценки функции КС в исследуемых группах по шкалам KOOS, IKDC, Lysholm через 12 месяцев после операции выявлено, что статистически значимо более высокие показатели получены в группе первичной реконструкции ПКС (RACL-NT). Тем не менее различия, полученные в послеоперационных показателях, не достигали минимальной клинически значимой разницы (MCID (δ)). В частности, показатели опросника KOOS имели следующие различия в подразделах: боль – 3,5 балла (MCID – 16,7), симптомы – 3 балла (MCID – 10,7), ежедневная активность – 6 баллов (MCID – 18,4), спортивная активность – 5 баллов (MCID – 12,5), качество жизни – 3 балла (MCID – 15,6).

Различия в показателях по шкалам Lysholm и IKDC составили 4 балла (MCID – 8,9 и 16,7 соответственно).

Сравнительный анализ функциональных результатов ретроспективной и проспективной групп. При сравнительном анализе результатов субъективной оценки оперативного лечения проспективной и ретроспективной группы, в которой использовался трансплантат PLT, по шкалам-опросникам KOOS (общее), KOOS (качество жизни), IKDC и Lysholm через 12 месяцев после операции выявлены статистически значимо высокие показатели в проспективной группе RACL-PLT, в которой использовался предложенный способ предоперационного планирования и усовершенствованный метод подготовки и выбора фиксации трансплантата PLT (рисунок 5).

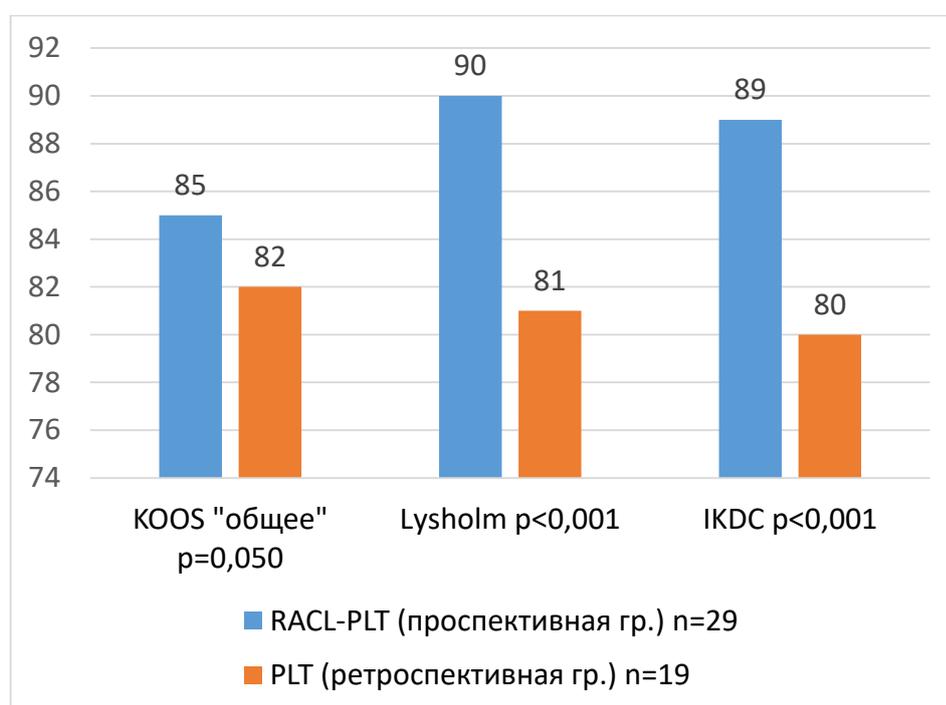


Рисунок 6 – Результаты субъективной оценки функции КС до и после ревизионных операций

Примечание: * различия между группами статистически значимы при $p \leq 0,05$.

Таким образом, разработанный способ предоперационного планирования в совокупности с усовершенствованным методом интраоперационной подготовки трансплантата и соответствующим оптимальным выбором метода фиксации позволил получить статистически значимо более высокие показатели субъективной оценки функционального состояния коленного сустава через 12 месяцев после выполненной одноэтапной ревизионной реконструкции ПКС.

В заключении подведены общие итоги проведенной работы, представлены сведения по решению поставленных задач диссертационного исследования.

ВЫВОДЫ

1. Основным недостатком предоперационного планирования ревизионной пластики передней крестообразной связки является отсутствие унифицированного подхода к определению этапности вмешательства и оценке взаиморасположения первичного и планируемого каналов и их диаметров, что приводит к частично анатомичному положению ревизионного бедренного канала – в 22%, неполному соответствию диаметра ревизионного трансплантата и канала в 16%, и интраоперационным осложнениям – в 4% случаев.

2. Сухожилие длинной малоберцовой мышцы является более предпочтительным ревизионным ауто трансплантатом, чем сухожилия полусухожильной и тонкой мышц и позволяет получить лучшие функциональные результаты по оценочным шкалам KOOS ($p < 0,001$) и Lysholm ($p = 0,042$) через 12 месяцев после операции.

3. Разработанный способ предоперационного планирования и улучшенный метод подготовки трансплантата позволяют избежать интраоперационных осложнений, достичь полного соответствия размера трансплантата диаметру ревизионных каналов и их анатомичному положению во всех случаях, а также увеличить диаметр трансплантата с 9,5 до 10,5 мм и осуществить его фиксацию наиболее подходящим способом у всех пациентов.

4. Использование сухожилия длинной малоберцовой мышцы в качестве ревизионного трансплантата и улучшенный метод его подготовки, а также анатомичное положение ревизионных каналов позволяет получить сопоставимые результаты объективной оценки между группами ревизионной и первичной пластики передней крестообразной связки ($p > 0,999$), при этом показатели субъективной оценки по шкалам Lysholm и IKDC показали различия ($p < 0,001$), которые не достигли минимальной клинически значимой разницы (MCID).

5. Применение предложенных способов планирования операции и подготовки трансплантата позволяет улучшить функциональные результаты ревизионных вмешательств по шкалам Lysholm и IKDC на 9 баллов ($p < 0,001$), по шкале KOOS (подраздел «качество жизни») – на 4 балла ($p = 0,009$) по сравнению с традиционным подходом к ревизионному хирургическому лечению.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. У пациентов после перенесенной реконструкции ПКС с подозрением на несостоятельность трансплантата целесообразно использовать предложенный способ предоперационного планирования в совокупности с усовершенствованным методом интраоперационной подготовки трансплантата и соответствующим оптимальным выбором метода фиксации.

2. Пациентам с несостоятельным трансплантатом ПКС в рамках предоперационного обследования для первичной оценки позиционирования и размеров костных каналов следует использовать МСКТ-исследование коленного сустава.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ревизионная реконструкция передней крестообразной связки коленного сустава / **А.С. Гофер**, А.А. Алекперов // Сборник тезисов V Съезда травматологов-ортопедов Сибирского федерального округа. – 2019.

2. Ревизионная реконструкция передней крестообразной связки: современные подходы к предоперационному планированию (систематический обзор литературы) / **А.С. Гофер**, А.А. Алекперов, М.Б. Гуражев [и др.] // **Травматология и ортопедия России**. – 2023. – Т. 29, № 3. – С. 136-148. – doi: 10.17816/2311-2905-2130.

3. Одноэтапная ревизионная реконструкция передней крестообразной связки при мальпозиции костных каналов / **А.С. Гофер**, А.А. Алекперов, М.Б. Гуражев [и др.] // **Современные проблемы науки и образования**. – 2023. – № 5. – С. 1-13. – doi: 10.17513/spno.32891.

4. Оценка структуры неудачных исходов первичных реконструкций передней крестообразной связки: анализ 84 случаев / **А.С. Гофер**, А.А. Алекперов, М.Б. Гуражев [и др.] // **Современные проблемы науки и образования**. – 2023. – № 4. – С. 1-10. – doi: 10.17513/spno.32736.

5. Среднесрочные результаты одноэтапной ревизионной реконструкции передней крестообразной связки: ретроспективный анализ 36 случаев / **А.С. Гофер**, А.А. Алекперов, М.Б. Гуражев [и др.] // **Травматология и ортопедия России**. – 2024. – Т. 30, № 1. – С. 76-88. – doi: 10.17816/2311-2905-17415.

6. Среднесрочные результаты одноэтапной ревизионной реконструкции передней крестообразной связки с использованием аутотрансплантата из сухожилия длинной малоберцовой мышцы / **А.С. Гофер**, А.А. Алекперов, М.Б. Гуражев [и др.] // **Травматология и ортопедия России**. – 2024. – Т. 30, № 2. – С. 82-96. – doi: 10.17816/2311-2905-17520.

7. Заявка на изобретение № 2024107823 Российская Федерация. Способ выбора операции при ревизионной реконструкции передней крестообразной связки / **А.С. Гофер** Алекперов А.А., Гуражев М.Б. [и др.]; приоритет от 25.03.2024.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВТВ – собственная связки надколенника с костными блоками

НТ – сухожилия подколенных сгибателей голени

PLT – сухожилие длинной малоберцовой мышцы

ИМТ – индекс массы тела

КС – коленный сустав

ПКС – передняя крестообразная связка

Подписано в печать 13.09.2024 г.

Формат 60x90/16. Объем 1,75 п.л., 1,1 авт.л.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman

Заказ 16895. Тираж 130 экз.

Отпечатано в полном соответствии с авторским оригиналом
в типографии ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России

Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, телефон: 8-383-373-32-01

E-mail: niito@niito.ru