

*На правах рукописи*

САПРЫКИН

Александр Сергеевич

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕВИЗИОННОЙ ПЛАСТИКИ  
ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ

3.1.8. Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург

2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук доцент **Корнилов Николай Николаевич**

**Официальные оппоненты:**

**Маланин Дмитрий Александрович** – доктор медицинских наук профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, кафедра травматологии, ортопедии и ВПХ, заведующий;

**Лазишвили Гурам Давидович** – доктор медицинских наук профессор, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Педиатрического факультета, профессор.

**Ведущая организация** – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится «28» февраля 2023 года в 15.00 часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.0.008.02 в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России (195427, Санкт-Петербург, ул. акад. Байкова, д. 8).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и на сайте <http://dissovet.mniito.ru/>

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета 99.0.008.02

кандидат медицинских наук



Денисов А.О.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Повреждения передней крестообразной связки (ПКС) являются одной из наиболее часто встречающихся травм коленного сустава, особенно среди пациентов молодого возраста (Sanders T.L. et al. 2016; Montalvo A.M. et al. 2019; Zbrojkiewicz D. et al. 2018; Маланин Д.А. с соавт. 2015). По данным литературных источников частота разрыва ПКС в различных странах составляет от 36,9 до 60,9 случаев на 100 тыс. человек (Kaeding C.C. et al. 2017; Dale K.M. et al. 2017). Согласно данным некоторых авторов, количество пациентов с изолированными и сочетанными повреждениями ПКС составляет 0,3–1,0% от населения РФ (Федорук Г.В. с соавт. 2012). А в США ежегодно регистрируется до 200 тыс. случаев с подобной травмой (Mall N.A. et al. 2014).

К числу специфических жалоб у пациентов с разрывами ПКС относится наличие нестабильности коленного сустава (Кавалерский Г.М. с соавт. 2014). Подобное состояние ограничивает физические возможности пациентов, приводит к существенному снижению качества жизни, не позволяет заниматься активными видами отдыха и спорта на привычном уровне (Cheung E.C. et al. 2020). Особое внимание следует обратить и на то, что посттравматическая нестабильность коленного сустава приводит к развитию дегенеративных изменений (повреждений) хряща и/или менисков, что в свою очередь способствует прогрессированию гонартроза (Johnson V.L. et al. 2017; Jungmann P.M. et al. 2016; Лазишвили Г.Д. с соавт. 2016). При персистенции боли и различных симптомов нестабильности показано хирургическое лечение, позволяющее восстановить функцию коленного сустава. Основной целью реконструкции ПКС у физически активных молодых людей является возвращение к прежнему уровню спортивных нагрузок и активности (Mardani-Kivi M. et al. 2020; Рикун, О. В. с соавт. 2017).

Согласно данным различных научных источников, артроскопическая реконструкция ПКС является достаточно успешным оперативным вмешательством, которое позволяет достичь удовлетворительных результатов в 75-97% случаев (Kraeutler M.J. et al. 2017; Horvath A. et al. 2019; Abram S.G.F. et al. 2019).

Высокие показатели успешности способствовали широкому внедрению реконструкции ПКС в хирургическую практику. В связи с этим, реконструкция ПКС на сегодняшний день получила повсеместное распространение в мире. По данным зарубежных регистров количество подобных вмешательств ежегодно составляет 32 случая на 100 тыс. человек в Швеции, 52 случая на 100 тыс. человек в Австралии, 68 случаев на 100 тыс. человек в США (Sanders T.L. et al. 2016; Hamrin Senorski E. et al. 2019; Janssen K.W. et al. 2012).

Несмотря на то, что реконструкция ПКС является довольно успешной ортопедической операцией, позволяющей добиться высокой частоты положительных исходов, доля неудач по данным литературы может достигать 10% (Kraeutler M.J. et al. 2017). К сожалению, по мере увеличения общего числа выполняемых первичных реконструкций ПКС, также возрастает потребность и в ревизионных операциях (Трачук А.П. с соав 2006; Лазишвили Г.Д. с соав. 2006). Крупные многоцентровые когортные исследования сообщают о частоте ревизионных реконструкций ПКС от 1,7% до 7,7% (Hettrich S.M. et al. 2013; Leiter J.R. et al. 2014). Только в США ежегодно выполняется около 13 000 ревизий ПКС (Leroux T. et al. 2014). При этом, на данный момент день отсутствует единое мнение относительно тактики лечения пациентов при несостоятельности трансплантата после первичной реконструкции ПКС.

**Степень разработанности темы исследования.** На сегодняшний день среди хирургов продолжает повышаться интерес к реконструкции ПКС, что находит свое отражение в увеличении количества научных трудов по данной тематике. При этом необходимо отметить, что среди исследований, посвященных данной тематике, с каждым годом увеличивается доля работ, акцентированных на ревизионной реконструкции ПКС. Этому явлению также способствует увеличение числа выполняемых ревизионных вмешательств во всем мире.

Особое внимание исследователи обращают на изучение и выявление значимых с клинической точки зрения факторов, которые повышают вероятность несостоятельности первичной реконструкции ПКС. Наиболее распространенными причинами рецидива нестабильности коленного сустава на фоне несостоятельности трансплантата ПКС являются повторные травмы, полученные пациентами в различных условиях, а также технические ошибки,

допущенные хирургами на этапе планирования и при выполнении первичной операции (Grassi A. et al. 2017). Реже к необходимости выполнения ревизионной реконструкции ПКС приводят биологическая несостоятельность трансплантата, ошибки реабилитации и инфекционные осложнения (Grassi A. et al. 2017).

Вне зависимости от причин, которые привели к рецидиву нестабильности коленного сустава и несостоятельности трансплантата ПКС, возникает вопрос о необходимости выполнения ревизионной реконструкции ПКС и способе ее реализации (Kraeutler M.J. et al. 2017).

В научной литературе наблюдается определенное единогласие относительно того, что ревизионная пластика ПКС является сложным оперативным вмешательством и имеет ряд технических трудностей для хирурга. Помимо этого, для пациентов после ревизионной реконструкции ПКС зачастую характерны более низкие показатели по субъективным и объективным оценочным шкалам по сравнению с первичной пластикой ПКС, что было подтверждено в ряде научных исследований (Lind M. et al. 2012, Lefevre N. et al. 2017).

При этом, не смотря большое количество публикаций, которые освещают различные аспекты ревизионной хирургии ПКС, на сегодняшний день отсутствует консенсус относительно тактики лечения пациентов при несостоятельности трансплантата после первичной реконструкции ПКС. В частности, открытым остается вопрос об этапности вмешательства при наличии расширенных костных каналов, выборе оптимального трансплантата, а также деталях техники ревизионной операции и особенностях послеоперационной реабилитации. Исходя из вышеизложенного, изучение ревизионной реконструкции ПКС является весьма актуальным, что послужило основной причиной для данного исследования с углубленным анализом данной темы с целью совершенствования хирургических методик лечения пациентов с несостоятельным трансплантатом ПКС. Для этого были сформулированы цель и задачи нашего диссертационного исследования.

**Цель работы:** совершенствование специализированной помощи пациентам, нуждающимся в ревизионной пластике передней крестообразной связки, посредством разработки и внедрения в клиническую практику алгоритма рационального выбора тактики и объема хирургического лечения.

**Задачи исследования:**

1. Изучить в ходе ретроспективного и проспективного клинического исследования структуру ревизионных реконструкций ПКС (количество, причины, сроки от первичной операции), выполненных в профильных отделениях НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2011 по апрель 2022 года.

2. Проанализировать среднесрочные исходы ревизионной реконструкции ПКС в зависимости от вида примененного трансплантата с использованием балльных систем оценки функции коленного сустава и уровня физической активности (IKDC, Lysholm и Tegner Activity Score).

3. Основываясь на полученных результатах, выявить ключевые факторы, определившие выбор тактики хирургического лечения пациентов с несостоятельными трансплантатами ПКС.

4. Обосновать и апробировать в клинике алгоритм рационального выбора тактики и объема оперативного лечения пациентов, нуждающихся в ревизионной реконструкции ПКС, посредством анализа собственного клинического материала и профильных научных публикаций.

5. Оценить клиническую эффективность предложенного алгоритма рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС по сравнению с традиционными подходами к хирургическому лечению профильных пациентов.

**Научная новизна исследования.**

1. На основании анализа клинического материала НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена получены новые сведения о структурных особенностях, сроках и количестве операций ревизионной реконструкции ПКС, а также выявлены основные причины, приводящие к необходимости выполнения подобных вмешательств.

2. Усовершенствована диагностическая программа за счет уточнения последовательности и объема мероприятий в рамках предоперационного обследования профильных пациентов.

3. Впервые на основе изученных данных о недостатках и осложнениях общепринятых хирургических методик разработан и внедрен в клиническую практику оригинальный алгоритм рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС, который в зависимости от характеристики

первичных костных каналов позволяет стратифицировать этапность и характер операции.

4. Доказана эффективность применения предложенного алгоритма рационального выбора тактики и объема хирургического лечения у пациентов, нуждающихся в ревизионной пластике ПКС.

### **Практическая значимость диссертационной работы.**

1. Полученные данные о влиянии некорректного позиционирования костных каналов на несостоятельность первичной реконструкции ПКС в атравматических условиях позволят снизить количество ревизионных вмешательств в будущем, за счет мер профилактики данной технической ошибки среди хирургов.

2. Предложенный алгоритм рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС позволяет обобщить последовательность и необходимый объем предоперационных мероприятий для объективного и полноценного планирования, а также стратификации наиболее подходящей тактики ревизионной реконструкции ПКС, что способствует улучшению клинических результатов операции и уменьшению частоты осложнений.

3. Предложенный способ ревизионной реконструкции ПКС позволит выполнять вмешательство одномоментно с костнопластическим замещением дефектов большеберцовой кости, сокращая сроки восстановления у профильных пациентов.

### **Методология и методы исследования.**

Проведенное диссертационное исследование включало три последовательных этапа, объединенных общей целью и имевших свои специфические задачи.

Изначально были проанализированы профильные научные публикации, оценены причины несостоятельности первичных реконструкций ПКС, принципы предоперационной диагностики и планирования ревизионных реконструкций ПКС, а также подходы и особенности реализации ревизионных реконструкций ПКС, включая их сходства. Была также обоснована целесообразность совершенствования подходов хирургического лечения

пациентов с рецидивом нестабильности коленного сустава на фоне несостоятельности трансплантата ПКС.

В рамках первого этапа диссертационной работы, выполненного на профильных клинических отделениях ФГБУ НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, в ходе сравнительного ретроспективного клинического исследования в трех сопоставимых группах пациентов, в которых при ревизионной реконструкции ПКС применялись трансплантаты из сухожилий полусухожильной и нежной мышц (STG) (28 пациентов), связки надколенника с костными блоками из надколенника и бугристости большеберцовой кости (ВТВ) (51 пациент) и аллосухожильные трансплантаты (77 пациентов).

Анализ результатов первого этапа исследования позволил выявить имеющиеся недостатки в подходах к планированию и реализации ревизионных реконструкций ПКС, что легло в основу алгоритма рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС.

Полученный клинический материал первого этапа исследования позволил сформировать основную часть результатов о структурных особенностях выполняемых ревизионных реконструкциях ПКС в ФГБУ НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, которая в последующем была дополнена и обобщена в рамках третьего этапа.

Вторым этапом исследования стала разработка алгоритма, который включал рекомендуемый объем и последовательность мероприятий предоперационного планирования и выбор метода реализации ревизионной реконструкции ПКС, включая рекомендации по определению оптимального объема и этапности ревизионной пластики ПКС, рациональному выбору хирургической методики, а также вида трансплантата и оптимального способа его фиксации.

На третьем этапе диссертационной работы было проведено проспективное сравнительное клиническое исследование в двух сопоставимых группах пациентов, в одной из которых при планировании и реализации ревизионной реконструкции ПКС применялся разработанный алгоритм (45 больных), в другой группе он не использовался (51 пациент). На данном этапе исследования у пациентов проводилось углубленное клинико-инструментальное обследование с оценкой субъективного состояния коленного сустава и уровня

физической активности до операции, а также в среднем через 12 месяцев после операции. Это позволило дать сравнительную оценку эффективности предложенного алгоритма рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС в клинической практике. В целом, последовательная реализация всех трех этапов нашего диссертационного исследования позволила, на наш взгляд, решить поставленные задачи и обеспечить достижение его цели.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Некорректное положение первичных костных каналов в бедренной и большеберцовой костях повышает вероятность неудовлетворительных исходов первичной реконструкции ПКС у пациентов с функциональной несостоятельностью трансплантата и рецидивами нестабильности коленного сустава без повторной травмы в анамнезе, которые требуют выполнения ревизионных операций.

2. Сочетание расширенного, но корректно расположенного костного канала в большеберцовой кости, потенциально требующего пластического замещения во время ревизионной реконструкции ПКС, встречается почти в 2 раза чаще по сравнению аналогичными каналами в бедренной кости.

3. Использование в качестве трансплантата аллогенных сухожилий при ревизионной реконструкции ПКС демонстрирует сопоставимые среднесрочные результаты ( $4,0 \pm 2,9$  года) в сравнении с наиболее распространенными аутотрансплантатами (ВТВ и STG).

4. Практическое применение предложенного алгоритма рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС позволяет достоверно улучшить результаты хирургического лечения у пациентов изученного профиля.

### **Степень достоверности и апробация результатов исследования.**

Результаты и выводы нашего диссертационного исследования основаны на анализе 184 профильных научных публикаций, на сравнительном ретроспективном клиническом исследовании, проведенном в трех сопоставимых клинических группах пациентов с изученной патологией, включавших 156 пациентов, а также на сравнительном проспективном клиническом исследовании, проведенном в двух сопоставимых клинических

группах пациентов с изученной патологией, включавших 96 пациентов. При выполнении диссертационной работы были использованы соответствующие задачам современные и информативные методики клинических исследований. Полученные в результате количественные данные были обработаны с применением адекватных и современных методов статистического анализа. С учетом вышеизложенного результаты выполненного исследования представляются достоверными, а сделанные выводы – вполне обоснованными.

Основные положения нашей диссертационной работы были доложены на общероссийских научных конференциях с международным участием: ежегодной научно-практической конференции с международным участием «Вреденовские чтения» (Санкт-Петербург, 2021); конференции молодых ученых Северо-Западного Федерального округа «Травматология и ортопедия. Прошлое, настоящее и будущее...», посвященной 350-летию со дня рождения Петра 1 (Санкт-Петербург, 2021) и конференции молодых ученых Северо-Западного Федерального округа «Вреденовские игры» (Санкт-Петербург, 2022).

По материалам диссертационной работы опубликовано 3 печатные работы, в том числе 2 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации научных исследований диссертантов.

#### **Личное участие автора в получении результатов.**

Диссертация представляет самостоятельный труд автора. Диссертантом подготовлен аналитический обзор профильной отечественной и зарубежной научной литературы для обоснования цели и задач диссертационного исследования, лично проведён анализ полученных результатов и обоснованы предложения по совершенствованию хирургического лечения пациентов с несостоятельными трансплантатами передней крестообразной связки. В ходе клинической части работы автор отбирал профильных пациентов, лично участвовал в качестве ассистента в большей части проведенных операций ревизионной реконструкции передней крестообразной связки, проводил контрольные осмотры пациентов на запланированных сроках наблюдения, заносил в протоколы результаты опросов и измерений, выполнял телефонные опросы пациентов, а также проводил статистическую обработку полученных количественных данных. Им также были сформулированы выводы и

практические рекомендации диссертационной работы, написан текст диссертации. Помимо этого, диссертант принимал активное участие в подготовке публикаций по теме диссертации и выступал с научными докладами по результатам проведенных исследований.

### **Объем и структура диссертации.**

Материалы диссертации представлены на 169 страницах машинописного текста. Состоит из введения, обзора литературы, главы по материалам и методам исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы и приложений. Работа содержит 33 таблицы, 38 рисунков и 4 приложения. Библиографический указатель включает 184 источника, из них 25 - отечественных и 159 – иностранных авторов.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

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

**В первой главе** диссертационной работы представлен анализ научных публикаций по проблеме лечения пациентов с рецидивом нестабильности коленного сустава на фоне несостоятельности трансплантата ПКС. При оценке актуальности исследования установлено, что ревизионная реконструкция ПКС является довольно сложным хирургическим оперативным вмешательством, сопряженным с рядом технических трудностей и более низкими показателями удовлетворенности по сравнению с первичной операцией. Не смотря на накопленный объем знаний и обширный арсенал хирургических методик, применяемых во время ревизионной реконструкции ПКС, на сегодняшний день не удалось решить все проблемные и спорные моменты при лечении пациентов с рецидивом нестабильности коленного сустава после первичной операции. Проведенный анализ научной литературы показал, что среди исследователей наиболее выраженные разногласия сохраняются в вопросах рационального выбора объема и последовательности мероприятий в рамках предоперационного обследования, а также конкретной трактовки наиболее важных критериев при

планировании и выборе между одно- двухэтапной ревизионной реконструкцией ПКС.

**Во второй главе** представлены материалы и методы диссертационной работы, включавшей ретроспективную и проспективную клинические части.

Ретроспективная клиническая часть работы была проведена на основе данных медицинской документации 156 пациентов, которым с января 2011 по август 2019 года в профильных отделениях ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» на фоне несостоятельности трансплантата ПКС была выполнена ревизионная реконструкция. Средний возраст пациентов составил  $30,8 \pm 8,4$  лет. Мужчины ( $n=120$ ; 76,9%) преобладали над женщинами ( $n=36$ ; 23,1%). Средний срок наблюдения за пациентами составил  $4,0 \pm 2,9$  года. На ретроспективном этапе работы были получены и проанализированы наиболее важные клинические составляющие, характеризующие структуру ревизионных реконструкций ПКС, в частности, количество, причины, сроки выполнения ревизионных вмешательств и их взаимосвязь с демографическими и клиническими показателями пациентов.

В зависимости от вида использованного во время ревизионной реконструкции ПКС трансплантата пациенты были разделены на три сопоставимые группы: 1а группа – 28 пациентов с ауто трансплантатами из сухожилий полусухожильной и нежной мышц (STG); 2а группа – 51 пациент с ауто трансплантатами из средней трети связки надколенника с костными блоками (ВТВ); 3а группа – 77 пациентов с аллосухожильными мягкоткаными трансплантатами.

У пациентов ретроспективных групп были изучены среднесрочные функциональные исходы лечения в сроки от 3-х до 8-и лет (средний срок наблюдения составил  $4,0 \pm 2,9$  года). У пациентов проводилось субъективное обследование при помощи специализированных бальных систем оценки функции коленного сустава опросника IKDC и Lysholm, а также уровня спортивной и физической активности по шкале Tegner Activity Score.

Анализ результатов ретроспективной части позволил выявить имеющиеся недостатки в подходах к планированию и реализации ревизионной реконструкции, что легло в основу разработки алгоритма, который включал рекомендуемое количество, последовательность мероприятий

предоперационного планирования и выбор метода реализации ревизионной операции, включая рекомендации по определению оптимального объема и этапности ревизионной пластики ПКС, а также рациональному выбору хирургической методики.

С учетом полученных данных о недостатках и несовершенстве общепринятых хирургических подходов был предложен способ одноэтапной ревизионной реконструкции ПКС с использованием аллогенного сухожильного трансплантата с костным блоком для одномоментного замещения костного дефекта в области первичного канала в большеберцовой кости.

В проспективную часть исследования были включены 96 пациентов с рецидивом нестабильности коленного сустава на фоне несостоятельности трансплантата ПКС, последовательно госпитализированных в профильные отделения ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» с сентября 2019 по апрель 2022 года для выполнения операции ревизионной реконструкции ПКС. Средний возраст пациентов составил  $32,2 \pm 7,7$  года. Мужчины ( $n=72$ ; 75,0%) преобладали над женщинами ( $n=24$ ; 25,0%).

Пациенты данной части исследования были разделены на две группы в зависимости от применения предложенного алгоритма рационального выбора тактики и объема ревизионной реконструкции ПКС: группа 1 – 51 пациент, у которых на этапе планирования ревизионной реконструкции ПКС предложенный алгоритм не применялся; группа 2 – 45 пациентов, у которых на этапе планирования ревизионной реконструкции ПКС использовался предложенный алгоритм. Применение предложенного алгоритма рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС в одной из групп проспективной части работы позволило оценить его релевантность и эффективность в клинической практике по сравнению со стандартным подходом.

В ходе проспективной части исследования оценивали функцию коленного сустава по субъективным оценочным шкалам IKDC и Lysholm, уровень спортивной и физической активности по шкале Tegner Activity Score, а также проводили объективное обследование коленного сустава по протоколу IKDC 2000 до операции, а также в среднем через 12 месяцев после вмешательства.

Полученный на третьем этапе исследования клинический материал позволил дополнить и обобщить данные первого этапа о структурных особенностях выполняемых ревизионных реконструкциях ПКС в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена».

В **третьей главе** представлены обобщенные данные о структурных особенностях операций ревизионной реконструкции ПКС в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» с января 2011 по апрель 2022 года. За исследуемый период в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» ревизионная пластика ПКС была проведена 252 пациентам, среди которых мужчины ( $n = 192$ ; 76,2 %) преобладали над женщинами ( $n = 60$ ; 23,8 %). Среди оперативных вмешательств у исследуемых пациентов первичные ревизии ПКС составили большинство ( $n = 228$ ; 90,5 %), на долю ре-ревизий приходилось всего 24 (9,5 %) наблюдения.

Наше исследование установило постоянный рост количества подобных оперативных вмешательств в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» за исследуемый период (за исключением 2019 и 2020 года), который достиг максимальной отметки «43» в 2021 году.

Более половины ревизионных вмешательств, а именно 62,8% были выполнены в течение первых 5 лет с момента первичной (предшествующей) реконструкции ПКС. Медиана срока выполнения ревизионных реконструкций ПКС составила всего 4,0 года (3,0 – 8,0). У пациентов с синтетическими протезами и аутотрансплантатами из средней трети связки надколенника с костными блоками (ВТВ) была отмечена более высокая медиана срока выполнения ревизионной реконструкции ПКС по сравнению с другими аутологичными и аллогенными сухожильными трансплантатами ( $p = 0,018$ ).

Повторные травмы, после которых возникла необходимость ревизионной реконструкции ПКС, зафиксированы у 162 пациентов (64,3%). Причем, повреждения, полученные в бытовых условиях, преобладали над спортивными: 98 (38,9%) и 64 (25,4%) соответственно. Доля пациентов без повторной травмы в анамнезе перед ревизией ПКС хоть и была меньше, но тем не менее их количество было достаточно большим: 90 (35,7%) пациентов. При этом, пациенты с повторной травмой, полученной во время занятий спортом, были моложе остальных ( $p = 0,020$ ). Нами также было установлено, что около

половины (47,2 %) случаев функциональной несостоятельности трансплантата приходились на пациентов с отсутствующей повторной травмой перед ревизионной реконструкцией ПКС ( $p = 0,047$ ).

У большинства пациентов ( $n = 220$ ; 87,3 %) выполнялась изолированная ревизионная операция, во время которой производилось восстановление только ПКС, и только в 32 случае (12,7 %) потребовалась комбинированная операция, с дополнительной реконструкцией других стабилизаторов коленного сустава (задней крестообразной связки, медиальной и латеральной коллатеральных связок и т.д.). Чаще других во время комбинированной ревизионной пластики ПКС хирурги одновременно выполняли реконструкцию задней крестообразной связки – в 14 (5,6%) наблюдениях.

Во время реализации ревизионной реконструкции ПКС хирурги преимущественно прибегали к одноэтапной методике, и лишь в 10 (4,0 %) случаях проводили лечение в два этапа. Двухэтапная ревизионная реконструкция ПКС выполнялась при необходимости костной пластики каналов ( $n = 5$ ; 2,0 %), санирующих операций в связи с возникшей хирургической инфекцией ( $n = 3$ ; 1,2 %), либо артролиза при выраженном артрофиброзе коленного сустава ( $n = 2$ ; 0,8 %).

В четвертой главе диссертации представлены результаты ретроспективной части исследования. В ходе ретроспективного анализа были проанализированы 142 (91,1%) рентгенограммы коленного сустава с целью изучения корректности позиционирования и состояния первичных костных каналов бедренной и большеберцовой костей. На рентгенограммах оценивали следующие параметры:

- наклон большеберцового канала в сагиттальной и фронтальной плоскостях;
- корректность положения центра большеберцового канала в сагиттальной и фронтальной плоскостях;
- наклон бедренного канала во фронтальной плоскости;
- корректность положения центра бедренного канала в сагиттальной плоскости;
- угол наклона плато большеберцовой кости кзади в сагиттальной плоскости.

Были использованы общепризнанные диапазоны для вышеперечисленных параметров (Kosy J.D. et al., 2018):

- наклон большеберцового канала во фронтальной плоскости –  $50^{\circ}$ - $70^{\circ}$ ;

- наклон большеберцового канала в сагитальной плоскости –  $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$ ;
- точка центра большеберцового канала во фронтальной плоскости – 45%-50%;
- точка центра большеберцового канала в сагитальной плоскости – 30%-50%;
- наклон бедренного канала во фронтальной плоскости –  $50^{\circ}$ - $70^{\circ}$ ;
- точка центра бедренного канала в сагитальной плоскости относительно заднего края латерального мыщелка – 19%-29%;
- точка центра бедренного канала в сагитальной плоскости относительно межмыщелковой ямки – 22%-53%.

Проведенный анализ рентгенограмм показал, что корректное позиционирование большеберцового канала преобладало и наблюдалось в 98 (69,0%) наблюдениях, в то время как неанатомичное – в 44 (31,0%). Некорректное позиционирование бедренного канала было отмечено несколько реже – 38 (26,8%) случаев. Одновременное некорректное позиционирование двух костных каналов было выявлено лишь у 18 (12,7%) пациентов.

Среди некорректного позиционирования большеберцовых каналов, чаще других встречались ситуации чрезмерного вентрального размещения, то есть избыточного смещения вперед. В подобном случае может возникать импинджмент между трансплантатом и межмыщелковой вырезкой, особенно в положении, близком к полному разгибанию коленного сустава, что с одной стороны ограничивает разгибание, а с другой создает условия для постоянной травматизации и последующей несостоятельности трансплантата ПКС. При некорректном позиционировании бедренного канала, отмечалась его вертикализация (отклонение к 12 часам циферблата от общепринятых 10-11 для правого коленного сустава, и от 13-14 для левого).

При сопоставлении факта и вида повторной травмы в зависимости от корректности позиционирования бедренного и большеберцового канала, были установлены статистически значимые различия. Так, среди пациентов с отсутствующей повторной травмой перед ревизионной реконструкцией ПКС некорректное позиционирование первичного большеберцового (63,3%) и бедренного (66,7%) костных каналов встречалось статистически значимо чаще по сравнению с пациентами с наличием повторной травмы в анамнезе. ( $p < 0,001$ ).

При анализе полученных данных мы отметили, что расширение большеберцового канала (20,4%) встречалось чаще, чем бедренного (14,8%) перед ревизионной реконструкцией ПКС.

Сравнительный анализ между данными о расширении первичных костных каналов с корректностью их позиционирования позволил выявить частоту наиболее неблагоприятной с клинической точки зрения комбинации – одновременно корректное позиционирование и расширение первичного костного канала. Данная ситуация для первичного костного канала большеберцовой кости (21,5%) была характерна в 2 раза чаще по сравнению с каналом бедренной кости с аналогичными характеристиками (11,4%).

Таблица 1

Соотношение между позиционированием и состоянием первичных костных каналов

Показатель	Категории	Положение большеберцового канала		p
		некорректно	корректно	
Расширение большеберцового канала	нет	36 (81,6)	77 (78,5)	0,065
	есть	8 (18,4)	21 (21,5)	
Показатель	Категории	Положение бедренного канала		p
		некорректно	корректно	
Расширение бедренного канала	нет	29 (76,2)	92 (88,6)	0,053
	есть	9 (23,8)	12 (11,4)	

Функциональные результаты ревизионной реконструкции ПКС оценивались при помощи субъективных шкал оценки состояния коленного сустава Lysholm и IKDC в среднем через  $4,0 \pm 2,9$  года после операции.

Результаты субъективной шкалы IKDC отличались статистически незначимо. Так, для пациентов группы 1а средний результат по данной шкале составил  $74,4 \pm 7,5$  балла, для пациентов группы 2а –  $73,5 \pm 10,5$  баллов, а для пациентов группы 3а –  $71,0 \pm 9,3$  баллов.

Схожую ситуацию мы наблюдали и при анализе шкалы Lysholm среди пациентов ретроспективных групп: для пациентов группы 1а средний результат

по данной шкале составил  $82,5 \pm 6,2$  балла, для пациентов группы 2а –  $84,1 \pm 7,6$  баллов, а для пациентов группы 3а –  $81,1 \pm 7,0$  баллов.

При сравнении результатов шкалы Lysholm в ретроспективных группах, не удалось установить статистических подтверждений, полученных нами различий ( $p = 0,063$ ).

Среди пациентов ретроспективных групп, только при изучении уровня физической и спортивной активности, оцениваемого при помощи шкалы Tegner Activity Score, были определены статистически значимые различия: для пациентов группы 1а средний результат составил  $5,6 \pm 1,0$  балла, для пациентов группы 2а –  $5,7 \pm 1,2$  баллов, а для пациентов группы 3а –  $5,1 \pm 0,9$  баллов ( $p = 0,018$ ). Однако эти различия не были клинически релевантными, и следует учесть следующий факт, который мог повлиять на данный показатель: в группе 3а была самая большая доля ре-ревизий ПКС по сравнению с группой 2а, 14,3% и 5,9%, соответственно. В группе 1а подобных вмешательств не наблюдалось.

При анализе ретроспективной группы исследования среди случаев ре-ревизий ПКС мы обнаружили ряд осложнений, которые встретились у пациентов и имели клиническое значение.

У 1 пациента (0,6%) после ревизионной реконструкции развилась хирургическая инфекция, которая потребовала выполнения санирующей операции с синовэктомией и удалением трансплантата. У 3 (1,9%) пациентов после ревизионной реконструкции развился локальный артрофиброз, который потребовал повторного оперативного вмешательства. В 1 (0,6%) случае выполнялся артроскопический артролиз с локальной синовэктомией, в 2 (1,3%) наблюдениях данная процедура была дополнена выполнением нотч-пластики с целью устранения импинджмент-синдрома между трансплантатом и межмышцелковой вырезкой при полном разгибании коленного сустава. У 1 (0,6%) пациента была отмечена локальная потеря чувствительности в области донорского места (место забора аутосухожилий полусухожильной и нежной мышц). У 2 (1,3%) пациентов наблюдался болевой синдром в области донорского места (место забора ауто трансплантата из средней трети надколенника). У 10 (6,4%) пациентов произошел рецидив нестабильности в коленном суставе после ревизионной реконструкции без повторной травмы. При этом у 6 из них была выявлена несостоятельность других стабилизаторов,

приведшая к многоплоскостной нестабильности, что не было одномоментно устранено во время ревизионной операции. В 3 (1,9%) случаях ре-ревизия ПКС была дополнена реконструкцией латеральной коллатеральной связки, в 1 (0,6%) случае – медиальной коллатеральной связки, в 1 (0,6%) случае - медиальной коллатеральной связки и задней крестообразной связки одновременно и еще в 1 (0,6%) случае - латеральной коллатеральной связки и задней крестообразной связки одновременно. В 1 (0,6%) случае после несостоятельности ревизионной реконструкции ПКС были обнаружены костные дефекты в области каналов, что потребовало проведения костной пластики в качестве первого этапа перед ре-ревизией ПКС.

Проанализированный на данном этапе исследования клинический материал в сочетании с данными опубликованных научных исследований, позволили нам научно обосновать ключевые недостатки планирования, подготовки и выбора тактики ревизионной реконструкции ПКС, требующие коррекции. Для решения этих задач был предложен алгоритм, обобщающий последовательность и необходимый объем предоперационных мероприятий для объективного и полноценного планирования, а также стратификации наиболее подходящей тактики ревизионной реконструкции ПКС, с целью улучшения клинических результатов операции и уменьшения частоты осложнений (Рис. 1).

**В пятой главе** изложены результаты проспективной части исследования, в которой был проведен сравнительный анализ эффективности разработанного оригинального алгоритма рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС при лечении профильных пациентов в клинической практике по сравнению со стандартным подходом.

Таблица 2

Сравнительный анализ результатов в проспективных группах

Параметр	Показатель	Группа		P
		1 (алгоритм -)	2 (алгоритм +)	
	n	51	45	
Lysholm после операции (балл)	M ± SD	80,5 ± 5,6	82,6 ± 6,0	0,090
	95% ДИ	78,9 – 82,1	80,8 – 84,3	
IKDC 2000 после операции (балл)	M ± SD	71,7 ± 7,5	77,0 ± 8,3	0,002*
	95% ДИ	69,6 – 73,8	74,5 – 79,5	
Tegner Activity Score	M ± SD	4,5 ± 1,3	5,1 ± 0,9	0,010*

после операции (балл)	95% ДИ	4,1 – 4,9	4,8 – 5,4	
Категория IKDC-2000	A	15 (29,4)	18 (40,0)	0,603
	B	18 (35,3)	15 (33,2)	
	C	13 (25,5)	10 (22,3)	
	D	5 (9,8)	2 (4,5)	

Среди когорты пациентов, у которых был применен оригинальный алгоритм рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС, (группа 2) был достигнут более высокий результат субъективной оценки функции коленного сустава по шкале IKDC, а также уровня физической активности по шкале Tegner Activity Score по сравнению со стандартными методиками в среднем через 12 месяцев после операции.

Полученные данные подтвердили клиническую релевантность и эффективность разработанного алгоритма рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС при лечении профильных пациентов. Также был предложен способ одноэтапной ревизионной реконструкции ПКС с применением аллогенного трансплантата связки надколенника с массивным костным блоком для одномоментной пластики расширенного костного канала (дефекта) большеберцовой кости в сочетании с прессфит фиксацией его дистальной части. Предложенный способ прошел успешную клиническую апробацию с достижением положительных ближайших исходов (6 месяцев) в сложной клинической ситуации, позволяя избежать повторного оперативного вмешательства и, тем самым, сократить общие сроки восстановления. Полученный опыт и результаты позволяют нам предложить этот метод в качестве альтернативы двухэтапной ревизионной реконструкции передней крестообразной связки в условиях расширенного корректно позиционированного большеберцового канала. Применение данного метода ревизионной реконструкции передней крестообразной связки позволяет сократить сроки восстановления пациентов, а также исключить риски и осложнения от второй операции при двухэтапной методике. Для повышения эффективности и результатов предлагаемой методики были определены и внесены в разработанный алгоритм критерии, которые позволяют более корректно определить клинические ситуации, требующие его применения.

В **заключении** подведены общие итоги проведенной работы, представлены сведения по решению всех пяти задач диссертационного исследования и кратко обсуждены полученные результаты.

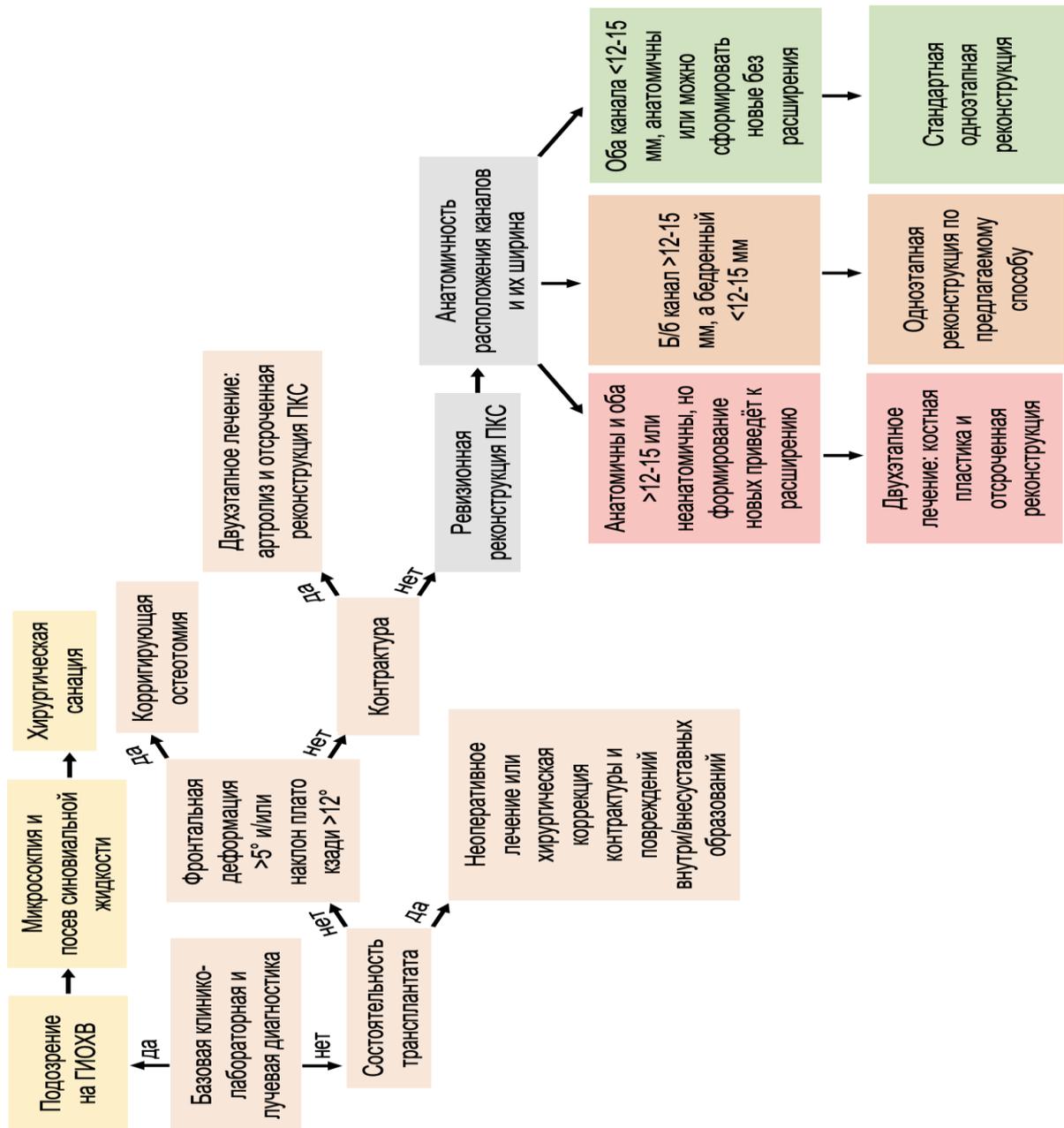


Рис.1. Алгоритм рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС

## ВЫВОДЫ

1. Количество выполненных операций ревизионной реконструкции ПКС в клинике НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена за исследуемый период характеризовалось постоянным ростом с 3 до 43 вмешательств в год, медиана срока выполнения которых составила 4,0 года. Среди причин, приводящих к необходимости

нового вмешательства, преобладала повторная травма (64,3%), в то время как среди атравматических случаев несостоятельности первичного трансплантата ПКС некорректное позиционирование бедренного (67,7%) и большеберцового (63,3 %) костных каналов явились наиболее распространенной технической ошибкой.

2. Достоверной зависимости исхода ревизионной пластики ПКС от вида использованного трансплантата в среднесрочной перспективе ( $4,0 \pm 2,9$  года) выявлено не было, а статистически значимые отличия в уровне физической активности по шкале Tegner Activity Score ( $p=0,018$ ) были клинически не существенны.

3. Ключевыми факторами, повлиявшими на выбор одно- или двухэтапной тактики хирургического лечения среди 252 обследованных пациентов, стали пространственная ориентация и степень расширения костных каналов.

4. На основании анализа выявленных факторов, влияющих на выбор тактики хирургического лечения пациентов с несостоятельными трансплантатами ПКС, а также с учетом предложенных принципов стратифицированного выбора этапности и характера оперативных вмешательств у пациентов изученного профиля разработан и успешно апробирован в клинике оригинальный алгоритм рационального выбора тактики и объема хирургического лечения, объединяющий наиболее важные клинические аспекты – инфекционные осложнения, наличие деформаций и контрактур в области коленного сустава, а также состояние первичных каналов в бедренной и большеберцовой костях.

5. Предложенный алгоритм рационального выбора тактики и объема хирургического лечения продемонстрировал свою клиническую эффективность в сравнении с традиционным подходом к планированию ревизионных операций пластики ПКС, что проявилось достоверно более высокими показателями балльной оценки функции коленного сустава (IKDC 77,0 и 71,7 баллов соответственно,  $p=0,002$ ) и уровня физической нагрузки (Tegner Activity Score 5,1 и 4,5 балла соответственно,  $p=0,010$ ) через 12 месяцев после операции.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. У пациентов после перенесенной реконструкции ПКС с подозрением на несостоятельность трансплантата целесообразно использовать предложенный алгоритм рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС, что позволяет на фоне комплексного и последовательного подхода в рамках предоперационного обследования оценить необходимость ревизионной реконструкции ПКС, а также определить возможные показания к альтернативному консервативному лечению для исключения неоправданного хирургического вмешательства и связанных с ним осложнений.

2. При подтвержденной несостоятельности трансплантата ПКС у профильных пациентов целесообразно использовать предложенный алгоритм рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС, что позволяет определить наиболее подходящую методику и объем вмешательства для минимизации риска возникновения послеоперационных осложнений и улучшения исходов лечения.

3. Пациентам с несостоятельным трансплантатом ПКС в рамках предоперационного обследования для первичной оценки позиционирования и размеров костных каналов следует использовать стандартную рентгенографию коленного сустава в прямой и боковой проекциях с маркером, которая при недостаточном объеме полученной информации может быть дополнена компьютерной томографией.

4. Корректно позиционированные первичные большеберцовые и/или бедренные костные каналы требуют точного измерения по данным рентгенографии и/или компьютерной томографии с целью определения степени их расширения, что является одним из основных критериев выбора тактики ревизионной реконструкции ПКС.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выполненное клиническое исследование позволило реализовать поставленную цель нашего диссертационного исследования – совершенствование специализированной помощи пациентам, нуждающимся в ревизионной пластике передней крестообразной связки, посредством разработки и внедрения в клиническую практику алгоритма рационального выбора тактики

и объема хирургического лечения Дальнейшее изучение этой научной темы представляется целесообразной в отношении сбора и анализа результатов применения предложенного алгоритма рационального выбора тактики и объема ревизионной пластики ПКС для уточнения показаний к его практическому применению, а также в плане обоснований и внедрения в клиническую практику новых методик одноэтапной ревизионной пластики ПКС для оперативного лечения пациентов изученного профиля.

### **СПИСОК ПЕЧАТНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Сапрыкин А.С., Гвоздев М.А., Рябинин М.В., Корнилов Н.Н. / Причины ревизионных вмешательств после пластики передней крестообразной связки: систематический обзор // Сибирский научный медицинский журнал. – 2021. Т. 41. № 3. С. 4–11.

2. Сапрыкин А.С., Банцер С.А., Рябинин М.В., Корнилов Н.Н. / Современные аспекты предоперационного планирования и выбора хирургической методики ревизионной реконструкции передней крестообразной связки // Гений ортопедии. – 2022. Т. 28. № 3. С. 444–451.

3. Сапрыкин А.С., Рябинин М.В., Корнилов Н.Н. / Структура операций ревизионной пластики передней крестообразной связки: анализ 257 наблюдений // Травматология и ортопедия России. – 2022. Т. 28. № 3. С. 29–37.