

На правах рукописи

ГРАНКИН

Алексей Сергеевич

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ
С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА

3.1.8. Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Санкт-Петербург

2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном военном образовательном учреждении высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации.

Научный консультант:

член-корреспондент РАН доктор медицинских наук профессор **Хоминец Владимир Васильевич**

Официальные оппоненты:

Калинский Евгений Борисович — доктор медицинских наук доцент, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), кафедра травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, профессор;

Лазко Федор Леонидович — доктор медицинских наук профессор, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Медицинский институт, кафедра травматологии и ортопедии, профессор;

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

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится «25» декабря 2025 г. в 11.00 часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.0.008.02 на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России (195427, г. Санкт-Петербург, ул. академика Байкова дом 8).

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

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета 99.0.008.02
доктор медицинских наук



Денисов А.О.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) является наиболее распространенной и значимой как в функциональном, так и в прогностическом отношении травмой коленного сустава (Хоминец В.В. с соавт., 2016; Martin R.K. et al., 2022; Christino M.A. et al., 2025; Hardy A. et al., 2025). Доля указанной патологии превышает 57% среди всех повреждений рассматриваемой области (Grassi A. et al., 2020; Adams B.G. et al., 2021; Miller MD et al., 2021), а частота встречаемости составляет от 0,4‰ до 0,7‰ среди взрослого населения и достигает 3,6‰ у людей, ведущих активный образ жизни (Kaeding C.C. et al., 2017 Zbrojkiewicz D. et al., 2018; Chia L. et al., 2022; Gracia G. et al., 2022).

Развивающаяся в результате повреждения ПКС нестабильность сустава приводит к ограничению физической активности ввиду повторяющихся эпизодов подвывихов, а также прогрессированию повреждений гиалинового хряща опорных поверхностей и менисков, декомпенсации вторичных стабилизаторов и синергистов ПКС, что, в свою очередь, ускоряет развитие деформирующего артроза (Martin R.K. et al., 2022; Webster K.E. et al., 2022; Whittaker J.L. et al., 2022). Несмотря на значимые успехи в реконструктивной артрологии при лечении пострадавших с нестабильностью коленного сустава за счет разработки и внедрения новых технологий, доля неудовлетворительных исходов составляет, по данным различных авторов, от 10% до 15% (Dini F. et al., 2019; Cohen D. et al., 2022), а в отдельных группах пациентов, в частности у молодых людей и лиц, подвергающихся значимым физическим нагрузкам, может достигать 30% (Glogovac G. et al. 2019; Tischer T et al., 2022). Эти факты объясняют неуклонный рост ревизионных вмешательств, направленных на устранение рецидивной нестабильности и нормализацию функции коленного сустава.

Данные современной научной литературы говорят о более низких функциональных результатах повторных оперативных вмешательств в сравнении с таковыми при первичной пластике ПКС (Patel A.D. et al., 2017; Webster K.E. et al., 2022), а также о более высоком риске рецидива патологии ввиду разрыва или функциональной несостоятельности трансплантата (Min J.H. et al., 2024 Pineda T. et al., 2025). Так, от 31% до 87% больных, перенесших ревизионные стабилизирующие вмешательства на коленном суставе, не могут достичь спортивных показателей прежнего

уровня, а 52,6% военнослужащих, оперированных повторно, имеют ограничения и неспособны полноценно выполнять обязанности военной службы (Antosh I.J. et al., 2018; Glogovac G. et al. 2019; Chia L. et al., 2022).

Основными причинами, приводящими к разрыву трансплантата ПКС или его функциональной несостоятельности, на сегодняшний день принято считать повторную травму, технические ошибки во время первичной операции, нарушение процессов лигаментизации и инкорпорации трансплантата, низкую комплаентность пациента, а также некорректные послеоперационный режим и реабилитацию (Сапрыкин, А.С. с соавт., 2021; Var A.R. et al., 2019; Vesely B. et al., 2025). Ведущими техническими проблемами, ассоциированными с неудовлетворительными исходами лечения таких пациентов, признают следующие: некорректно проведенные костные туннели в бедренной и большеберцовой костях, неправильный выбор, формирование и фиксация трансплантата, а также оставленные без внимания поврежденные или декомпенсированные синергисты ПКС, такие как задний отдел медиального мениска, переднелатеральная связка (ПЛС), задне-латеральный и задне-медиальный сухожильно-связочные комплексы (ЗЛССК, ЗМССК), что подтверждается в ряде научных исследований (Маланин Д.А. с соавт., 2020; Adams B.G. et al., 2021; Gracia G. et al., 2022; Novaretti J.V. et al., 2024).

Следует отметить, что ревизионные операции протекают в условиях определенных технических трудностей, связанных, прежде всего, с имеющимися после предыдущих вмешательств костных туннелей и фиксаторов в мышелках сочленяющихся костей, а также дефицитом пластического материала, необходимого для формирования трансплантата (Nielsen T.G. et al., 2024; Ifarraguerri A.M. et al., 2025). Помимо этого, в мышелках бедренной и большеберцовой костей могут формироваться дефекты костной ткани значимого размера, требующие выполнения костной пластики, и в этой связи возникает необходимость разделения хирургического лечения на несколько этапов (Tollefson L.V. et al., 2024). Также к многоэтапности лечения хирурга могут подтолкнуть типичные для рассматриваемой патологии деформации проксимального метаэпифиза большеберцовой кости в виде наклона плато медиально или кзади, оказывающие значимое влияние на результате лечения (Dejour D. et al., 2023; Duerr R.A. et al., 2023).

Современные принципы лечения пострадавших с рецидивной нестабильностью коленного сустава (РНКС) базируются на выявлении

факторов, ассоциированных с низкими функциональными результатами их лечения, зависящих от анатомичности предыдущих оперативных вмешательств, компенсации вторичных стабилизаторов коленного сустава, а также прочности и функциональной стабильности используемого трансплантата (Tarasvi S., Shekhar A., 2021 Gracia G. et al. 2022). Однако в профессиональном сообществе указанные вопросы инициируют дискуссии о причинах возникновения рецидива нестабильности, необходимом объеме предоперационного обследования и значимости этих методик исследования в выявлении факторов, влияющих на результат лечения пациентов. Количество и очередность этапов хирургической стабилизации, применение тех или иных техник, целесообразность использования дополнительных оперативных пособий также являются предметами обсуждения в (Kew M.E. et al., 2020; Angachekar D. et al., 2024).

Доля пациентов с РНКС неуклонно растет, а результаты хирургического лечения не могут в полной мере удовлетворить ни хирургов, ни самих пострадавших. В настоящее время не существует единой тактики лечения пациентов рассматриваемого профиля, а диагностические, хирургические и тактические подходы к коррекции обсуждаемой патологии не сформулированы. Вышеизложенные факты определили своевременность изучения проблемы, необходимость формулировки системного подхода к лечению пациентов с РНКС и послужили предпосылкой к выполнению настоящей работы.

Цель исследования: улучшить результаты лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава путем разработки обоснованного системного подхода к диагностике и выбору хирургической тактики.

Задачи исследования

1. Провести ретроспективный анализ результатов хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава и определить структуру, причины и частоту осложнений при ревизионных вмешательствах.
2. Оценить возможности и эффективность современных лучевых, функциональных и артроскопических методик диагностики для выявления факторов, влияющих на результат хирургического лечения пациентов изучаемого профиля.

3. Обосновать критерии, не позволяющие провести одноэтапную хирургическую стабилизацию коленного сустава у пациентов с рецидивной нестабильностью, и предложить новый способ пластики расширенных туннелей в бедренной и большеберцовой костях.

4. Оценить эффективность существующих способов ревизионной реконструкции передней крестообразной связки и предложить новые способы стабилизации рецидивной нестабильности коленного сустава.

5. Разработать и внедрить алгоритм диагностики и хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава.

6. Обосновать тактику рационального выбора способа ревизионной пластики передней крестообразной связки у пациентов изучаемых клинических групп.

7. Внедрить разработанную систему лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава в военно-медицинских организациях Министерства обороны Российской Федерации.

Научная новизна исследования

1. Получены новые данные о структуре, демографии, причинах, сроках, индивидуальных анатомических особенностях пациентов и объемах ревизионных вмешательств на коленном суставе, а также о типах трансплантатов ПКС и их фиксирующих устройств на основании ретроспективного анализа пролеченных профильных больных.

2. Впервые предложен комплекс лучевых, функциональных и артроскопических методик обследования пострадавших с рецидивом нестабильности коленного сустава с целью выявления факторов, влияющих на результат хирургического лечения пациентов изучаемого профиля.

3. Определены показания к двухэтапному хирургическому лечению пациентов с функциональной несостоятельностью трансплантата ПКС, выполняемого при критически расширенных костных туннелях в мышечках бедренной и большеберцовой костей, а также при деформации проксимального отдела большеберцовой кости.

4. Предложен новый способ пластики расширенных туннелей в бедренной и большеберцовой костях аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости для восполнения дефицита костной массы указанных анатомических областей (патент на изобретение РФ №2810809).

5. Разработан новый способ оценки качества ремоделирования костных трансплантатов для определения возможности выполнения ревизионной реконструкции ПКС (патент на изобретение РФ №2841932).

6. Разработаны и успешно внедрены в клиническую практику новые способы реконструкции ПЛС коленного сустава и одномоментного восстановления малоберцовой коллатеральной связки, сухожилия подколенной мышцы для устранения рецидивов многоплоскостной и ротационной нестабильностей коленного сустава (патенты на изобретения РФ №2734990, №2735997).

7. Разработан новый способ аутохондропластики травматических дефектов суставного хряща опорной поверхности мыщелков бедренной кости для профилактики развития деформирующего артроза у пациентов с РНКС (патент на изобретение РФ №2779465).

8. Впервые разработана и внедрена система лечения пациентов рассматриваемого профиля в ВМО МО РФ на основании предложенных алгоритмов диагностики и хирургического лечения.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Практическое использование усовершенствованной программы предоперационного обследования пациентов с РНКС обеспечивает рациональное планирование ревизионных реконструкций ПКС и способствует улучшению клинических исходов их лечения.

2. Оптимизация выявленных факторов, влияющих на результат лечения профильных пациентов, позволяет систематизировать подходы к диагностике и выбору лечебной тактики, что обеспечивает улучшение результатов хирургического лечения.

3. Внедрение в клиническую практику предложенного способа пластики расширенных костных туннелей в бедренной и большеберцовой костях аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости увеличивает возможности ревизионной пластики ПКС.

4. Предложенный системный подход к рациональной ревизионной пластике ПКС, предполагающий обоснованный выбор лечебной тактики, способствует улучшению ряда изученных послеоперационных последствий, снижению риска рецидива нестабильности коленного сустава.

5. Внедрение в клиническую практику предложенного способа реконструкции ПЛС и способа одномоментного восстановления малоберцовой коллатеральной связки и сухожилия подколенной мышцы

устраняют многоплоскостную и ротационную нестабильности коленного сустава, что способствует улучшению результатов хирургического лечения пациентов с РНКС.

6. Внедрение в клиническую практику предложенного способа аутохондропластики травматических дефектов суставного хряща опорной поверхности мыщелков бедренной кости способствует профилактике развития деформирующего артроза, что позволяет улучшить результаты лечения пациентов с РНКС.

7. Обоснованная разработанная система лечения пациентов с РНКС в ВМО МО РФ позволяет систематизировать оказание помощи указанной категории пострадавших и добиться лучших исходов хирургического лечения.

Методология и методы исследования

Методология исследования включала анализ современной научной литературы, формулирование научной гипотезы, постановку цели и задач исследования, разработку дизайна работы, сбор, обработку, анализ и обобщение материала, создание системы обследования и лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава в ВМО МО РФ, формулирование выводов и практических рекомендаций.

В соответствии с целью и задачами научное исследование разделено на четыре этапа.

Первый этап исследования посвящен комплексному анализу среднесрочных (от 12 до 36 месяцев) и отдаленных (более 36 месяцев) результатов лечения 122 пациентов, поступивших для лечения в клинику военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова по поводу РНКС в период с 2008 по 2017 г. При помощи статистического анализа выявлены факторы, ассоциирующиеся с низкими функциональными результатами хирургического лечения указанной категории пострадавших.

На втором этапе работы определен необходимый объем предоперационного обследования пациентов рассматриваемого профиля, сделан акцент на дополнительных лучевых, функциональных и артроскопических методах диагностики для оценки последствий предыдущих оперативных вмешательств, особенностей сопутствующих повреждений у конкретного пациента и индивидуальных его характеристик, не позволяющих выполнить одноэтапную ревизионную стабилизацию коленного сустава.

Третий этап включал разработку системы диагностики и дифференцированной тактики хирургического лечения пациентов рассматриваемого профиля и внедрению ее в клиническую практику. Разработаны и предложены новые способы диагностики и модификации операций, направленные на восполнение дефектов костной массы мыщелков костей, образующих коленный сустав, армирование его переднелатерального отдела, реконструкцию ЗМССК и ЗЛССК, аутохондропластика опорных поверхностей бедренной и большеберцовой костей.

Четвертый этап исследования представлял собой клинко-рентгенологический анализ особенностей и исходов хирургического лечения 114 пациентов, прооперированных в клинике в период с 2018 по 2022 г. с использованием предложенной системы лечения, проанализирована ее клиническая эффективность. Проведен сравнительный анализ результатов лечения пациентов с использованием разработанного алгоритма и без него.

Работа выполнена в соответствии с принципами доказательной медицины с использованием современных клинко-диагностических методов исследования и обработки данных. Результаты выполненного научного исследования внедрены в систему лечения пациентов указанной категории в ВМО МО РФ.

Положения, выносимые на защиту

1. Факторами, независимо ассоциированными с неудовлетворительными результатами хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава, являются оставленные без коррекции повреждения менисков, такие как рамповый разрыв медиального и отрыв корня латерального, ротационная и прямая нестабильность III степени, отклонение механической оси нижней конечности (варусная деформация на уровне коленного сустава более 5°) и наклон мыщелков большеберцовой кости кзади (более 14°), глубокие повреждения хряща. Низкие функциональные результаты лечения ожидаются в группе пациентов моложе 30 лет, а также у пострадавших с повышенными физическими нагрузками и гипермобильностью крупных суставов.
2. Использование у пациентов с РНКС предложенного диагностического алгоритма, включающего стандартные и

функциональные рентгенологические исследования, телерентгенографию, КТ, в том числе с 3D реконструкцией, и МРТ позволит выявить патологию, негативно влияющую на результат хирургического лечения, спланировать объем и этапность оперативного вмешательства.

3. Двухэтапное хирургическое лечение пациентов с РНКС необходимо выполнять при расположенных частично анатомично костных туннелях, их расширении более 11 мм в диаметре, изменении анатомического бедренно-большеберцового угла более 5° по сравнению с контралатеральной конечностью, наклоне мыщелков большеберцовой кости кзади более 14° .

4. Использование у пациентов с РНКС предложенных способов оперативного вмешательства позволяет восполнить костные дефекты мыщелков бедренной и большеберцовой костей, армировать переднелатеральный отдел, выполнить реконструкцию ЗЛССК коленного сустава, аутохондропластику опорных поверхностей бедренной кости, снизить долю остаточной нестабильности и улучшить результаты хирургического лечения.

5. Разработанный в ходе проведенного диссертационного исследования системный подход к рациональной ревизионной реконструкции ПКС обеспечивает обоснованный выбор программы предоперационного обследования пациентов, тактику их хирургического лечения, которые снижают долю рецидивов, улучшают функциональные результаты, что позволяет рекомендовать его для широкого клинического применения.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Содержание и выводы полностью соответствуют паспорту научной специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия.

Личный вклад автора

Диссертационная работа является самостоятельным трудом соискателя. Автором определены тема и разработан дизайн исследования. Проведя научный поиск, анализ отечественной и зарубежной литературы, диссертант сформулировал гипотезу, цель и задачи работы. Самостоятельно осуществлен сбор материала, изучены и проанализированы данные медицинской документации, проведен анализ результатов лечения пациентов, выполнена выкопировка сведений,

сформирована электронная база данных, осуществлена статистическая обработка материала и интерпретация полученных результатов, сформулированы выводы и практические рекомендации. Самостоятельно подготовлен текст диссертации и автореферата.

Апробация результатов исследования

Основные положения и результаты работы были доложены и обсуждены на научно-практических симпозиумах: XII, XIII Всероссийских съездах травматологов-ортопедов (Москва 2022, 2024); VI, VII, VIII, IX, X Всероссийских конгрессах с международным участием «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени: новое в организации и технологиях» (Санкт-Петербург 2021, 2022, 2023, 2024, 2025); IV, V Евразийских ортопедических форумах (Казань 2023; Москва 2025); ежегодной научно-практической конференции с международным участием «Вреденовские чтения» (Санкт-Петербург, 2021, 2024); конференции «Артроклуб» (Сочи 2023, 2024, 2025); Второй конференции с международным участием «Спортмедфорум» (Санкт-Петербург, 2023).

Реализация результатов исследования

По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, включающих в себя 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, для публикаций результатов диссертационных исследований, 1 статья в журнале, индексируемом в наукометрической базе Scopus, а также 6 патентов РФ на изобретения.

Результаты диссертационного исследования используются в практической работе клиники военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, отделениях Центров травматологии и ортопедии Главного и Центральных госпиталей МО РФ.

Основные научные положения диссертации используются в учебном процессе на кафедре военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова при подготовке курсантов и усовершенствования врачей, ординаторов и адъюнктов при изучении вопросов артрологии.

Объем и структура диссертации

Материал исследования изложен на 298 страницах. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, четырех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и использованной литературы. Работа содержит 77 таблиц и 65 рисунков. Список литературы включает 251 источник, из них 16 отечественных авторов и 235 – иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цель, задачи, научная и практическая значимость работы, основные положения, выносимые на защиту. Указаны сведения о реализации и апробации работы, представлены количество публикаций по теме диссертации, ее объем и структура.

В первой главе проведен обзор и обобщены данные современной отечественной и зарубежной литературы по теме исследования. Определены актуальность лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава и причины возникновения патологии. Подробно описаны технические и биологические факторы, приводящие к развитию РНКС, а также ошибки послеоперационного ведения пациентов рассматриваемого профиля. Представлены современные принципы ревизионной реконструкции ПКС, а также взгляды отечественных и зарубежных авторов на выбор ревизионного трансплантата. Рассмотрена этапность хирургического лечения, критерии оказывающие влияние на выбор тактики.

В проработанном массиве литературы не удалось установить единого мнения в отношении ключевых вопросов хирургического лечения пациентов с РНКС. Не определены необходимый объем и последовательность обследования пострадавших рассматриваемого профиля. Ведутся споры об оптимальном ревизионном трансплантате: типе, размере, подготовке, способе формирования и фиксации. Нет единогласного решения о необходимости соблюдения строгой анатомичности позиционирования внутрисуставных апертур, а также видах и способах костной пластики при расширенных туннелях. Требуется уточнение показаний к тому или иному виду операционного пособия.

Одним из принципиальных вопросов остается этапность ревизионной коррекции и ее объем.

Во второй главе описаны планирование, структура, материал и методы исследования, которое состояло из четырех последовательных этапов (рис. 1). Первый этап работы посвящен комплексному анализу среднесрочных и отдаленных клинико-функциональных и анатомо-морфологических результатов лечения пациентов, поступивших для лечения в клинику военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова по поводу РНКС, возникшей вследствие разрыва или функциональной несостоятельности трансплантата ПКС в период с 2008 по 2017 гг., которым была выполнена одноэтапная ревизионная реконструкция ПКС или двухэтапное хирургическое лечение ввиду необходимости восполнения расширенных костных туннелей эпифизов сочленяющихся костей коленного сустава из-за формирования дефектов кости и невозможности выполнения ревизионной пластики ПКС, а также деформации проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, потребовавшей коррекции путем выполнения высокой разгибательной и/или вальгизирующей остеотомии.

Выделение группы пострадавших с неудовлетворительными результатами лечения или повторными хирургическими вмешательствами и проведенный статистический анализ позволили выявить факторы, характеризующие пациента, особенности повреждения коленного сустава и техники операций, которые значимо влияли на исход лечения больных с РНКС. В том числе, исследована значимость положения и размер внутрисуставных апертур костных туннелей, вид фиксаторов, используемых при предыдущих вмешательствах, а также оценены характеристики наиболее распространенных трансплантатов используемых для реконструкции ПКС.

На втором этапе работы определили факторы, препятствующие выполнению ревизионной операции «по типу первичной», сформулировали необходимый объем обследования пациентов с РНКС, позволяющий выявить показания к одно- и двухэтапной стабилизации, такие как: некорректно расположенные туннели в мышелках бедренной и большеберцовой костей после предшествующих реконструкций, их критичное расширение, повлекшее за собой формирование дефектов кости, а также деформацию проксимального отдела большеберцовой кости в виде наклона тибialного плато кзади или медиально.

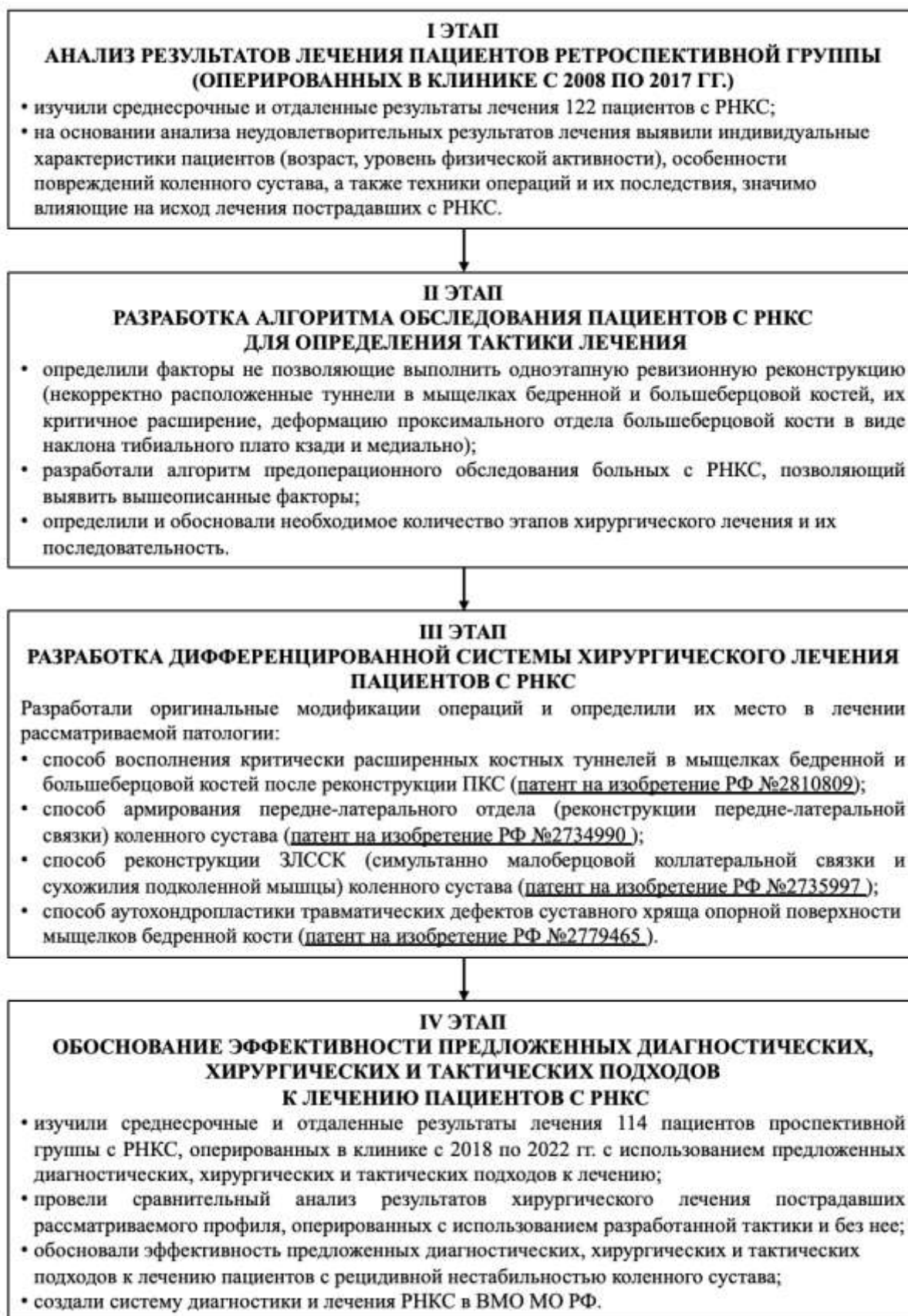


Рисунок 1. Схема общей структуры исследования

Помимо этого, определили необходимый объем диагностического поиска, позволяющий выявить ранее описанные повреждения вторичных стабилизаторов и гиалинового хряща, влияющие как на результат лечения в целом, так и на долю рецидивов в частности, и требующие коррекции в ходе ревизионной реконструкции ПКС коленного сустава.

Третий этап посвящен разработке патогенетически обоснованной, дифференцированной тактики хирургического лечения пациентов рассматриваемого профиля и внедрению ее в клиническую практику. В ходе работы учтены результаты предыдущих этапов исследования, разработаны и сопряжены диагностические, хирургические и тактические подходы к лечению пациентов указанной категории, предложены оригинальные модификации операций, направленные на восполнение дефектов костной массы мыщелков, армирование передне-латерального отдела, реконструкцию ЗЛССК коленного сустава, шов медиального мениска, аутохондропластику опорных поверхностей бедренной кости.

На четвертом этапе исследования проанализирована клиническая эффективность разработанной системы хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава, которые были оперированы в клинике в период с 2018 по 2022 годы. Проведен сравнительный анализа среднесрочных и отдаленных анатомо-морфологических и клинко-функциональных результатов лечения пациентов с использованием разработанной системы и без нее. Наблюдение и оценку результатов лечения больных осуществляли теми же методами, что и на предшествующих этапах исследования – по общепринятым стандартным методикам обследования пациентов ортопедо-травматологического профиля и широко известным стандартизированным ортопедическим шкалам оценки функции нижних конечностей IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist.

В работе представлен анализ результатов лечения 236 больных, оперированных в клинике военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова по поводу РНКС в период с 2008 по 2022 гг. (рис. 2).

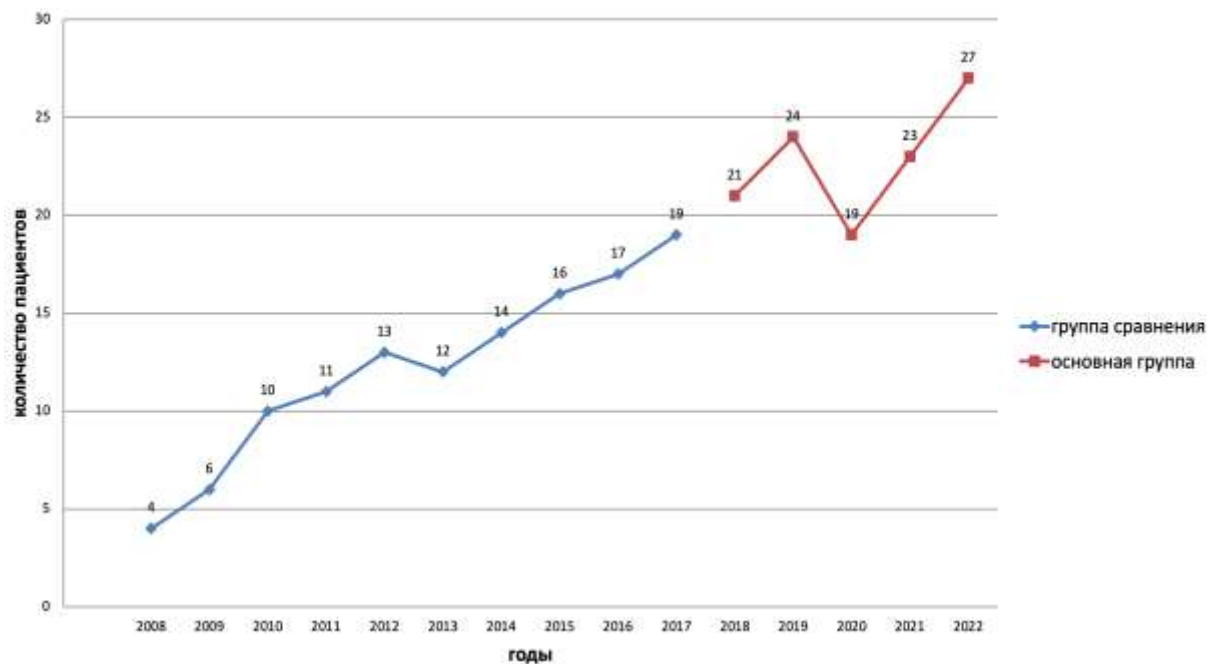


Рисунок 2. Распределение пациентов по группам сравнения, количеству и годам

За период с 2008 по 2017 годы в клинике накопился значительный опыт лечения пациентов с РНКС, что позволило на основании проведенного анализа результатов работы выявить причины неудовлетворительных исходов и рецидивов нестабильности как со стороны поврежденного сустава, так и со стороны индивидуальных особенностей пациента в целом. Таким образом, к 2018 году, основываясь на данных мировой научной литературы, среднесрочных и отдаленных результатах лечения пациентов пролеченных в клинике, переосмыслены взгляды на причины возникновения рецидива заболевания, детально продуманы необходимые диагностические исследования, позволяющие всесторонне охарактеризовать патологию и индивидуальные особенности больного, а также разработаны и интегрированы в дифференцированную тактику лечения оригинальные оперативные техники, такие как способы пластики расширенных туннелей в бедренной и большеберцовой костях аутооттрансплантатом из гребня подвздошной кости (патент на изобретение РФ №2810809), реконструкции передне-латеральной связки коленного сустава (патент на изобретение РФ №2734990), одномоментного восстановления малоберцовой коллатеральной связки и сухожилия подколенной мышцы (патент на изобретение РФ №2735997), аутохондропластики травматических дефектов суставного хряща опорной поверхности мыщелков бедренной кости (патент на изобретение РФ

№2779465), армирование аутотрансплантата ПКС синтетической лентой, а также бипланарная остеотомия большеберцовой кости.

Для сравнения и оценки эффективности предложенной дифференцированной системы лечения, основывающейся на усовершенствованных подходах к диагностике, хирургическим вмешательствам и тактике были использованы результаты лечения пациентов I (ретроспективной) группы. В нее вошли 122 больных, прооперированных в период с 2008 по 2017 год. Пациенты, пролеченные в клинике с 2018 по 2022 год с использованием разработанной системы, составили II (проспективную) группу – 114 человек.

Третья глава посвящена реализации задач первого этапа исследования. При анализе среднесрочных и отдаленных результатов хирургического лечения пациентов, оперированных в клинике с применением традиционных подходов, установили, что наиболее частой причиной возникновения рецидива нестабильности явилась повторная травма. На этот факт указали 78 (63,9%) больных. Изучая обстоятельства получения травмы, выяснили, что в быту травмировались 21 (17,0%), при занятиях спортом – 37 (30,3%), при выполнении специальных задач и тяжелом физическом труде – 20 (16,4%) пострадавших. Без травмы развитие нестабильности зафиксировано у 44 (36,1%) обследованных. Большинство пациентов на момент получения травмы были моложе 30 лет ($n=67$; 54,9%). Разделив пациентов по возрастным группам, мы отметили тенденцию в распределении по характеру травмы и возрасту – в группах с молодыми пострадавшими доля травм, ввиду повышенных физических нагрузок, была выше, а у пациентов старше 30 лет – нестабильность развивалась чаще в следствии бытовых травм или без таковых (табл. 1).

Также обратил на себя внимание срок развития рецидивной нестабильности. Медиана периода от первичной стабилизации до ревизии составила 33,75 мес. Интересен тот факт, что в группе пациентов с нестабильностью коленного сустава, развившейся в следствии травмы, этот показатель был равен 37,2 мес., тогда как у пациентов с рецидивом патологии без травмы – всего лишь 17,2 мес. (рис. 3). При анализе определена статистическая значимость различий между группами ($p<0,0001$).

Таблица 1

Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от характера травмы и возраста

Возраст, лет	Характер травмы								Итого	
	Бытовая		Спортивная		Спец. деятельность		Не было			
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
До 20	2	9,5	4	10,8	2	10,0	1	2,3	9	7,4
От 20 до 29	8	38,1	17	45,9	12	60,0	21	47,7	58	47,5
От 30 до 39	5	23,8	9	24,3	4	20,0	13	29,5	31	25,4
От 40 до 49	3	14,3	5	13,5	2	10,0	7	15,9	17	13,9
Старше 50	3	14,3	2	5,4	—	—	2	4,5	7	5,7
Итого	21	17,2	37	30,3	20	16,4	44	36,1	122	100,0

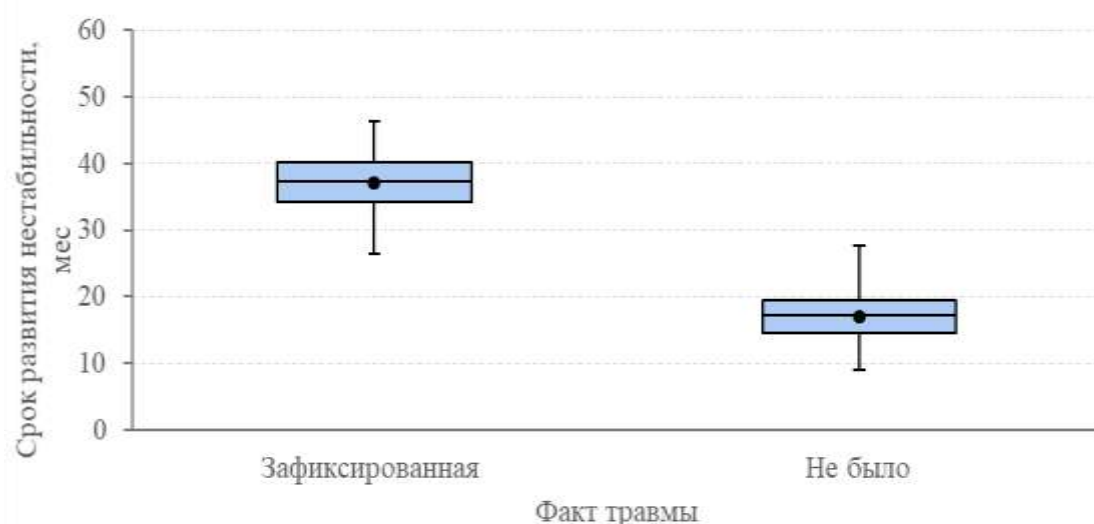


Рисунок 3. Зависимость срока развития рецидивной нестабильности от факта травмы

Проведя поиск причин такого распределения, мы не получили достоверных различий при использовании разных типов трансплантатов, тогда как примененные оперативные техники реконструкции ПКС значительно различались. Так 48,9% рецидивов без травмы зафиксированы у пациентов, в лечении которых использовали транстибиальную технику, а неудачи, связанные с травмой при повышенной физической активности (спорт и тяжелый физический труд) – анатомичные (транспортальная и «все внутри») (табл. 2).

Таблица 2

Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от техники первичной реконструкции ПКС и характера травмы

Характер травмы	Техника первичной реконструкции			Всего	Р
	Транстибиальная (n=45)	Анатомичная транспортальная (n=52)	«Все внутри» (n=25)		
Бытовая	10 (22,2%)	8 (15,4%)	3 (12,0%)	21	0,0454
Спортивная	8 (17,8%)	16 (30,8%)	13 (52,0%)	37	
Спец. деятельность	5 (11,1%)	11 (21,2%)	4 (16,0%)	20	
Не было	22 (48,9%)	17 (32,7%)	5 (20,0%)	44	

Таблица 3

Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от состояния трансплантата и характера травмы

Характер травмы	Трансплантат			Всего	Р
	Лизирован (n=23)	Функционально несостоятелен (n=39)	Разорван (n=60)		
Бытовая	5 (21,7%)	6 (15,4%)	10 (16,7%)	21	0,0009
Спортивная	2 (8,7%)	9 (23,1%)	26 (43,4%)	37	
Спец. деятельность	1 (4,3%)	6 (15,4%)	13 (21,7%)	20	
Не было	15 (65,2%)	18 (46,2%)	11 (18,4%)	44	

Таблица 4

Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от состояния трансплантата ПКС и техники первичной реконструкции

Состояние трансплантата	Техника первичной реконструкции			Всего	Р
	Транстибиальная (n=45)	Анатомичная транспортальная (n=52)	«Все внутри» (n=25)		
Лизирован	13 (28,9%)	10 (19,2%)	(0,0%)	23	0,0377
Функционально несостоятелен	15 (33,3%)	16 (30,8%)	8 (32,0%)	39	
Разорван	17 (37,8%)	26 (50,0%)	17 (68,0%)	60	

Также изучили состояние трансплантатов и сравнили его с характером травмы (табл. 3). Разрыв зафиксирован преимущественно при спортивной травме и связанной с физическим трудом (65,0%). Причем в лечении этих пациентов также чаще использовали анатомичные техники формирования бедренного туннеля (71,7%) (табл. 4).

Вышеизложенное позволило осознать, что результативность хирургической стабилизации напрямую зависит от ее анатомичности, и подтолкнуло к более детальному изучению не только ПКС, как основной стабилизирующей структуры, но и целостности и функциональной состоятельности ее синергистов, а также вторичных стабилизаторов коленного сустава.

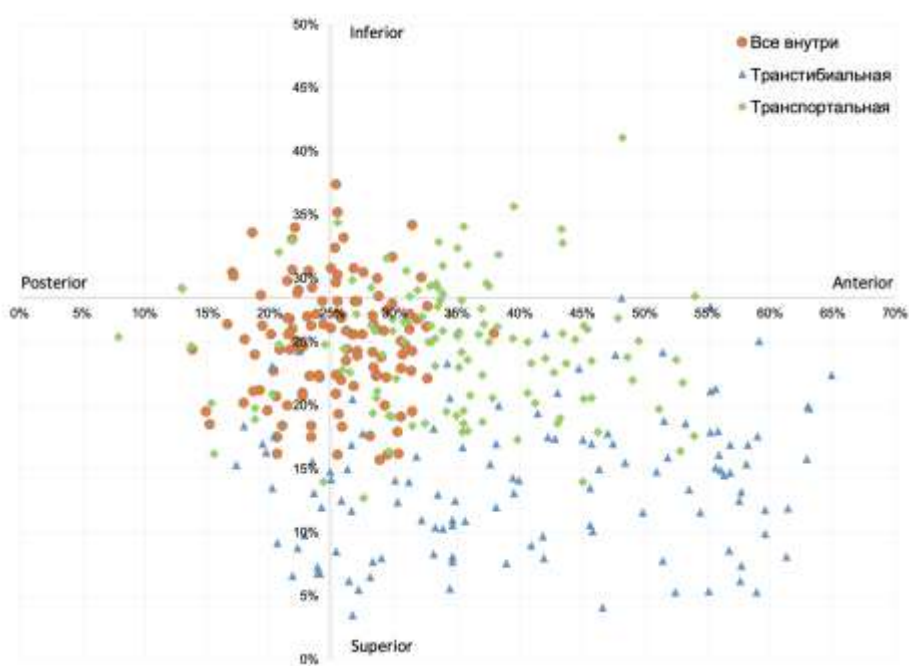
Проведя многофакторный анализ, установили, что на результат хирургического лечения пациентов оказывают негативное влияние оставленные без коррекции повреждения менисков, такие как паракапсулярный (рамповый) разрыв заднего рога и тела медиального и отрыв корня латерального, выраженные (III степени) прямая и ротационная нестабильности, унилатеральная варусная деформация на уровне коленного сустава более 5° , наклон плато большеберцовой кости кзади более 14° . Помимо этого, выявили, что предикторами рецидива являются возраст моложе 30 лет, повседневные повышенные физические нагрузки и гипермобильность крупных суставов.

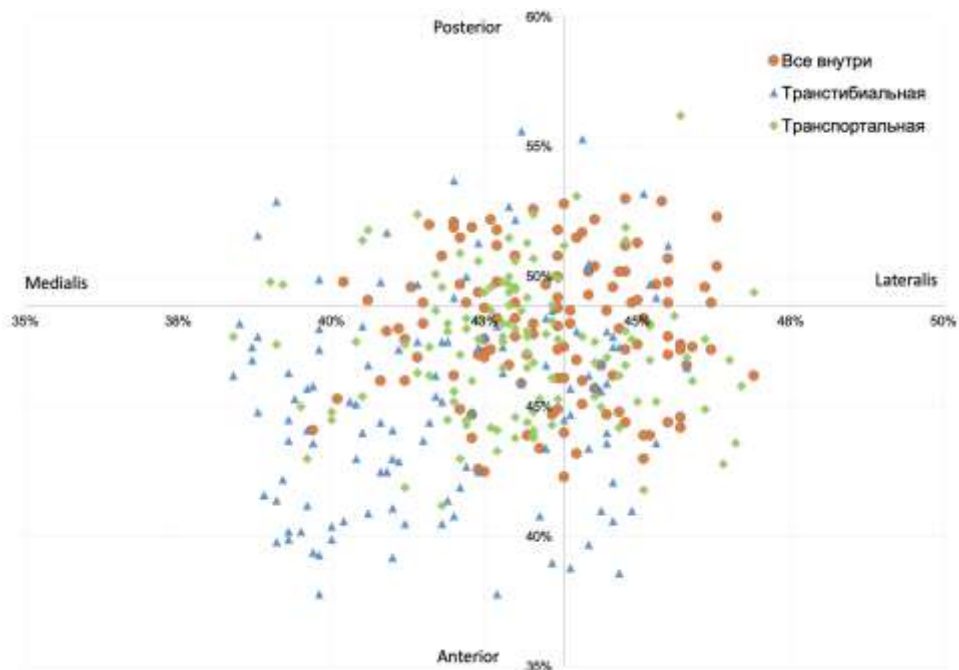
В результате проведения первого этапа исследования решены первая и вторая задачи исследования. Установлено дальнейшее направление работы, заключающееся в обосновании необходимого объема диагностики, позволяющего выявить и оценить вышеописанные факторы, поиске критериев определяющих количество этапов лечения, разработке новых и усовершенствования известных способ стабилизации коленного сустава и устранения последствий травмы и предыдущих хирургических вмешательств.

В четвертой главе описана реализация второго этапа диссертационной работы, который был посвящен поиску и анализу критериев не позволяющих выполнить одномоментную ревизионную реконструкцию ПКС. В ходе анализа предоперационного обследования и оценки результатов хирургического лечения пациентов ретроспективной группы (n=122) мы выявили отчетливую тенденцию к росту доли пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава, у которых костные туннели, после первичной пластики, расположены в правильном

анатомичном положении или смещены незначительно. Это произошло ввиду появления новых фундаментальных сведений об анатомическом строении ПКС и определении точных мест («отпечатков») ее крепления на медиальной поверхности латерального мыщелка бедренной кости и в передней межмышцелковой ямке; увеличения количества операций с использованием анатомичных техник реконструкций (транспортальная и «все внутри»), показывающих лучшие функциональные результаты (ввиду возможности достичь большей стабильности), но с тем же самым и более нагружаемыми трансплантатами и, как следствие, передне-нижним сектором стенки сформированного костного туннеля, неизбежно приводящие к воронкообразному расширению последнего.

Опираясь на данные полученные при выполнении первого этапа исследования и современной научной литературы, в частности используя сведения о местах прикрепления («отпечатков») нативной ПКС, мы проанализировали КТ, в том числе 3D реконструкции, пациентов ретроспективной группы. Для оценки анатомичности положения внутрисуставной апертуры костного туннеля на бедренной кости использовали квадрантный метод предложенный М. Bernard, а на большеберцовой – метод координатных осей (Bernard M. et al., 1997; Tsukada H. et al., 2008; Plaweski S. et al., 2011). В результате анализа установили, что некорректное расположение внутрисуставной апертуры бедренного туннеля имелось у 55 (45,1%) пациентов, большеберцового – у 22 (18,0%), тогда как обе апертуры были расположены неанатомично у 16 (13,1%) пациентов ретроспективной группы (рис.4).





б)

Рисунок 4. Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от анатомичности расположения туннелей при первичной реконструкции: а – в бедренной кости, б – в большеберцовой кости

С целью выявления влияния этих данных на развитие рецидивной нестабильности мы провели анализ, в котором сравнили анатомичность положения внутрисуставных апертур с наличием и видом травмы (табл. 5).

Таблица 5

Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от характера травмы и положения внутрисуставных апертур туннелей

Положение апертуры	Характер травмы				Всего	Р
	бытовая, (N=21)	спортивная, (N=37)	спец деятельность, (N=20)	не было, (N=44)		
Бедренный туннель						
анатомично	5 (23,8%)	22 (59,5%)	12 (60,0%)	12 (27,3%)	51	0,0028
неанатомично	16 (76,2%)	15 (40,5%)	8 (40,0%)	32 (72,7%)	71	
Большеберцовый туннель						
анатомично	16 (76,2%)	23 (62,2%)	17 (85,0%)	28 (63,6%)	84	0,2319
неанатомично	5 (23,8%)	14 (37,8%)	3 (15,0%)	16 (36,4%)	38	
Обе кости						
неанатомично	(0,0%)	5 (13,5%)	3 (15,0%)	8 (18,2%)	16	0,2378

Полученные результаты позволили сделать вывод, что у пациентов с некорректно расположенными костными туннелями в бедренной кости рецидивная нестабильность достоверно чаще развивалась без травмы, тогда как с расположенными анатомично – при значимых физических нагрузках ($p=0,0028$). Помимо определения анатомичности положения, критериями, влияющим на тактику хирургического лечения, а также его этапность, явились наличие и степень расширения туннелей в общем и их внутрисуставных апертур, в частности. Для выявления факторов, ассоциированных с расширенными костными туннелями, провели сравнительный анализ и оценили взаимосвязь анатомичности положения центров апертур, их расширения и техник первичных пластик (табл. 6,7).

Таблица 6

Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от техники первичной реконструкции ПКС и положения внутрисуставных апертур туннелей

Положение апертуры	Техника первичной реконструкции			Всего	Р
	транстибиальная, (N=45)	анатомичная транспортальная, (N=52)	«все внутри», (N=25)		
Бедренный туннель					
анатомично	4 (8,9%)	30 (57,7%)	17 (68,0%)	51	<0,0001
неанатомично	41 (91,1%)	22 (42,3%)	8 (32,0%)	71	
Большеберцовый туннель					
анатомично	30 (66,7%)	36 (69,2%)	18 (72,0%)	84	0,8962
неанатомично	15 (33,3%)	16 (30,8%)	7 (28,0%)	38	
Обе кости					
Оба неанатомично	11 (24,4%)	4 (7,7%)	1 (4,0%)	16	0,0163

Полужирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

Таблица 7

Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от техники первичной реконструкции ПКС и расширения костных туннелей

Расширение костных туннелей	Техника первичной реконструкции			Всего	Р
	транстибиальная, (N=45)	анатомичная транспортальная, (N=52)	«все внутри», (N=25)		
Бедренный туннель					
расширен	4 (8,9%)	14 (26,9%)	3 (12,0%)	21	0,0472
не расширен	41 (91,1%)	38 (73,1%)	22 (88,0%)	101	
Большеберцовый туннель					
расширен	4 (8,9%)	9 (17,3%)	4 (16,0%)	17	0,4636
не расширен	41 (91,1%)	43 (82,7%)	21 (84,0%)	105	
Обе кости					
расширены	(0,0%)	3 (5,8%)	2 (8,0%)	5	0,1959

Полужирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

Полученные данные позволили утверждать, что неанатомичное положение бедренного туннеля зафиксировано преимущественно у пациентов, в лечении которых применяли транстибиальную технику первичной реконструкции. Апертуры этих туннелей небыли расширены и позволяли выполнить ревизионные пластики ПКС в один этап «обойдя» их. У пациентов, в лечении которых при первичных реконструкциях использовали анатомичные техники формирования туннелей (транспортальная и «все внутри»), достоверно чаще выявлено расширение внутрисуставной апертуры в латеральном мышелке бедренной кости ($p=0,0472$). Этот факт, по нашему мнению, связан с развитием эффекта «стеклоочистителя», что говорит о нагружаемости трансплантата. Таким образом, мы подтвердили утверждение о необходимости соблюдения анатомичности при формировании костных туннелей. Полученные данные следует считать приоритетными в купировании уже рецидивной нестабильности и, при невозможности «обойти» туннели, использовать костную пластику как первый этап хирургического лечения.

С целью определения возможности выполнения второго этапа хирургического лечения мы разработали способ количественной оценки ремоделирования костных трансплантатов в критично расширенных туннелях (патент на изобретение РФ №2841932). Анализируя результаты костной пластики, установили, что полноценная перестройка костных

трансплантатов наступает в срок от 6 до 9 месяцев. Однако, нам встретились наблюдения, где ремоделирование трансплантатов произошло с формированием костных кист или не позволило полноценно сформироваться замыкательной пластинке и закрыть апертуру. В этой связи мы разработали новый способ пластики костных туннелей, позволяющий качественно заполнить полость и надежно зафиксировать аутооттрансплантат в расширенном туннеле (патент на изобретение РФ №2810809).

В ходе первого этапа исследования мы установили, что значимая доля пациентов предъявляла жалобы на боль в медиальном компартменте сустава (41,8%, $p < 0,05$), причем этот показатель достоверно чаще выявляли у пациентов, в лечении которых применяли транстибиальную технику хирургической стабилизации (23,0%, $p < 0,05$). Помимо этого, болевой синдром достоверно чаще возникал у пациентов с варусной деформацией нижней конечности на уровне коленного сустава ($p < 0,0001$). Сопоставив полученные данные нами установлена тенденция, к изменению анатомического бедренно-большеберцового угла в сторону варусной деформации при увеличении степени ротационной нестабильности. Таким образом можно сделать вывод, что неанатомичное (вертикальное) положение трансплантата является причиной сохранения и прогрессирования ротационной нестабильности, а она, в свою очередь, развитием варусной деформации, смещения механической оси нижней конечности медиально, повреждению гиалинового хряща опорных поверхностей медиальных мыщелков бедренной и большеберцовой костей и развитию болевого синдрома, оказывающего значимое влияние на результат лечения (рис. 5).

Для коррекции указанной деформации у пациентов ретроспективной группы в 5 (4,1%) наблюдениях первым этапом хирургического лечения была выполнена высокая клиновидная открывающаяся вальгизирующая остеотомия большеберцовой кости.

Анализируя рентгенограммы пациентов с рецидивом нестабильности коленного сустава обратили внимание, что у 35,7% пострадавших имел место увеличенный угол наклона плато большеберцовой кости кзади и превышал 10^0 , тогда как в общей группе доля этого критерия была равна 8,2% (табл. 8).

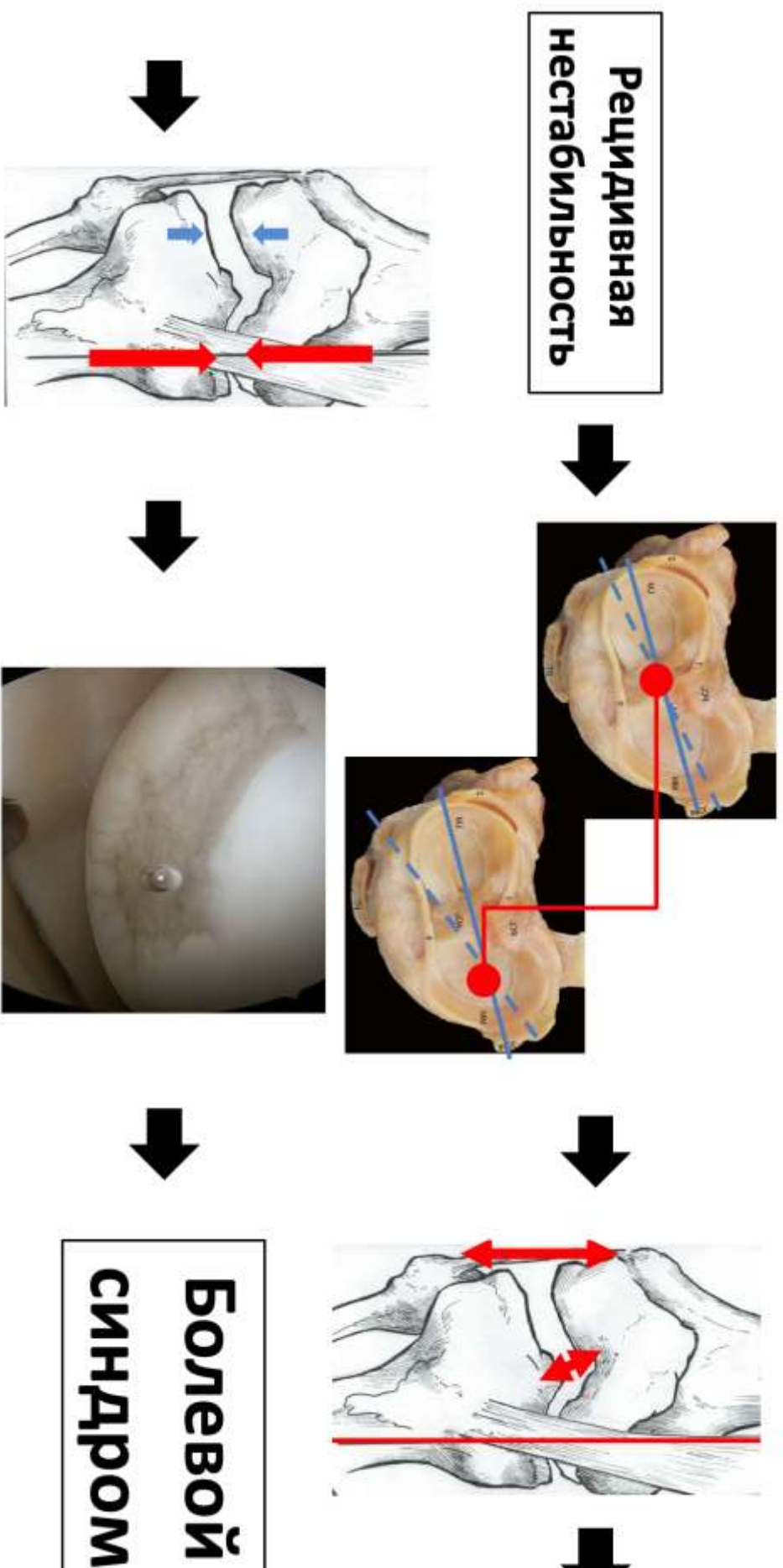


Рисунок 5. Схема последовательности развития болевого синдрома в медиальном отделе коленного сустава при его рецидивной нестабильности

Таблица 8

Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от наклона тиббиального плато кзади и результата лечения

Показатель	Всего		Пациенты с наклоном тиббиального плато кзади $>10^\circ$
Вся группа	n	122	10
	%	100,0	8,2
Неудовлетворительный результат лечения	n	27	7
	%	22,1	25,9
Рецидив нестабильности	n	14	5
	%	11,5	35,7

Для коррекции указанной патологии 1 (0,8%) пациенту ретроспективной группы была выполнена высокая клиновидная закрывающаяся разгибательная остеотомия большеберцовой кости.

Опираясь на данные мировой литературы и результаты собственных исследований мы сделали вывод, что деформация плато с углом наклона от 10° до 14° является предиктором рецидива патологии и первая ревизионная стабилизирующая операция должна быть вмешательством с использованием трансплантата «повышенной» прочности. Референсным значением для выполнения разгибательной остеотомии является угол наклона мыщелков большеберцовой кости кзади, превышающий 15° .

В пятой главе, на основании данных, полученных на первом и втором этапах исследования, описали разработку дифференцированной тактики хирургического лечения пациентов с РНКС, что являлось целью третьего этапа работы.

Проанализировав повреждения и декомпенсацию анатомических структур, факторы и индивидуальные особенности пациентов, оказывающих негативное влияние на результат ревизионной стабилизации коленного сустава при его рецидивной нестабильности, мы обосновали необходимый объем предоперационного обследования пострадавших с РНКС. Он включал в себя изучение клинических тестов на стабильность коленного сустава: симптомы переднего выдвижного ящика и циферблата часов, тесты Лахмана, Лози, наружный ротационно-рекурвационный, варус-/вальгус-стресс. Шкалу, предложенную Р. Beighton (1973 г.), использовали для оценки гипермобильности крупных суставов. Из дополнительных инструментальных методик обследования выполняли

стандартную рентгенографию коленного сустава для предварительной оценки дегенеративных изменений, наличия и типа фиксирующих конструкций, а также костных туннелей. С целью определения степени нестабильности во фронтальной и сагиттальной плоскостях выполняли стресс-рентгенографию (сравнительную функциональную рентгенографию). Телерентгенографию в прямой и боковой проекциях – для оценки отклонения механических осей нижних конечностей и их сравнения, расчета анатомического бедренно-большеберцового угла, а также наклона мыщелков большеберцовой кости кзади. Использование КТ позволило визуализировать и оценить наличие, положение и вид фиксирующих конструкций, рассчитать размер внутрисуставных апертур, а также степень ремоделирования костных трансплантатов после пластики расширенных туннелей. На 3D реконструкциях, используя методы координатных осей и квадрантный – рассчитывали анатомичность положения апертур и уточняли их размер. Визуализация мягкотканых структур на МРТ позволила оценить состояние трансплантата, менисков и гиалинового хряща опорных поверхностей сочленяющихся костей, а также наличие и выраженность синовита (рис. 6).



Рисунок 6. Необходимый объем обследования пациентов с РНКС

Для коррекции, выявленных на первом этапе работы, факторов, индивидуальных особенностей пациентов, оказывающих негативное влияние на результат хирургического лечения и предикторов рецидива патологии мы проанализировали эффективность существующих техник стабилизации, предложили их модификации и разработали оригинальные

способы операций. Для купирования выраженной (III степени) ротационной нестабильности использовали одну из техник экстра-артикулярного армирования переднелатерального отдела коленного сустава – реконструкцию ПЛС (патент на изобретение РФ №2734990) или тенодез подвздошно-большеберцового тракта. При выявлении мультилигаментарной рецидивной нестабильности коленного сустава определяли функционально несостоятельные связочные структуры путем выполнения сравнительной рентгенографии. Реконструкция ЗКС позволила купировать заднюю нестабильность, структур ЗМССК – заднюю и медиальную, ЗЛССК (патент на изобретение РФ №2735997) – заднюю и латеральную. Для восполнения глубоких дефектов гиалинового хряща опорных поверхностей мыщелков костей, образующих коленный сустав мы разработали способ аутохондропластики (патент на изобретение РФ №2779465). В случаях, когда необходимо использовать трансплантат «повышенной прочности» применяли аугментацию синтетической лентой шириной 2 мм.

Консолидация обоснованного необходимого объема предоперационного обследования и разработанных хирургических техник, а также систематизация критериев выбора количества этапов лечения, позволили предложить дифференцированную систему хирургического лечения пациентов с РНКС, практическое применение которой отразили в разработанном алгоритме выбора тактики лечения пострадавших рассматриваемого профиля (рис. 7).

В ходе главы разработаны диагностический и хирургический подходы к лечению пациентов рассматриваемого профиля. Предложена дифференцированная тактика лечения. Реализованы вторая, четвертая и пятая задачи диссертационного исследования.

Шестая глава посвящена клинической апробации разработанной системы хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава и проведению сравнительного анализа клинических исходов с таковыми у пациентов ретроспективной группы.

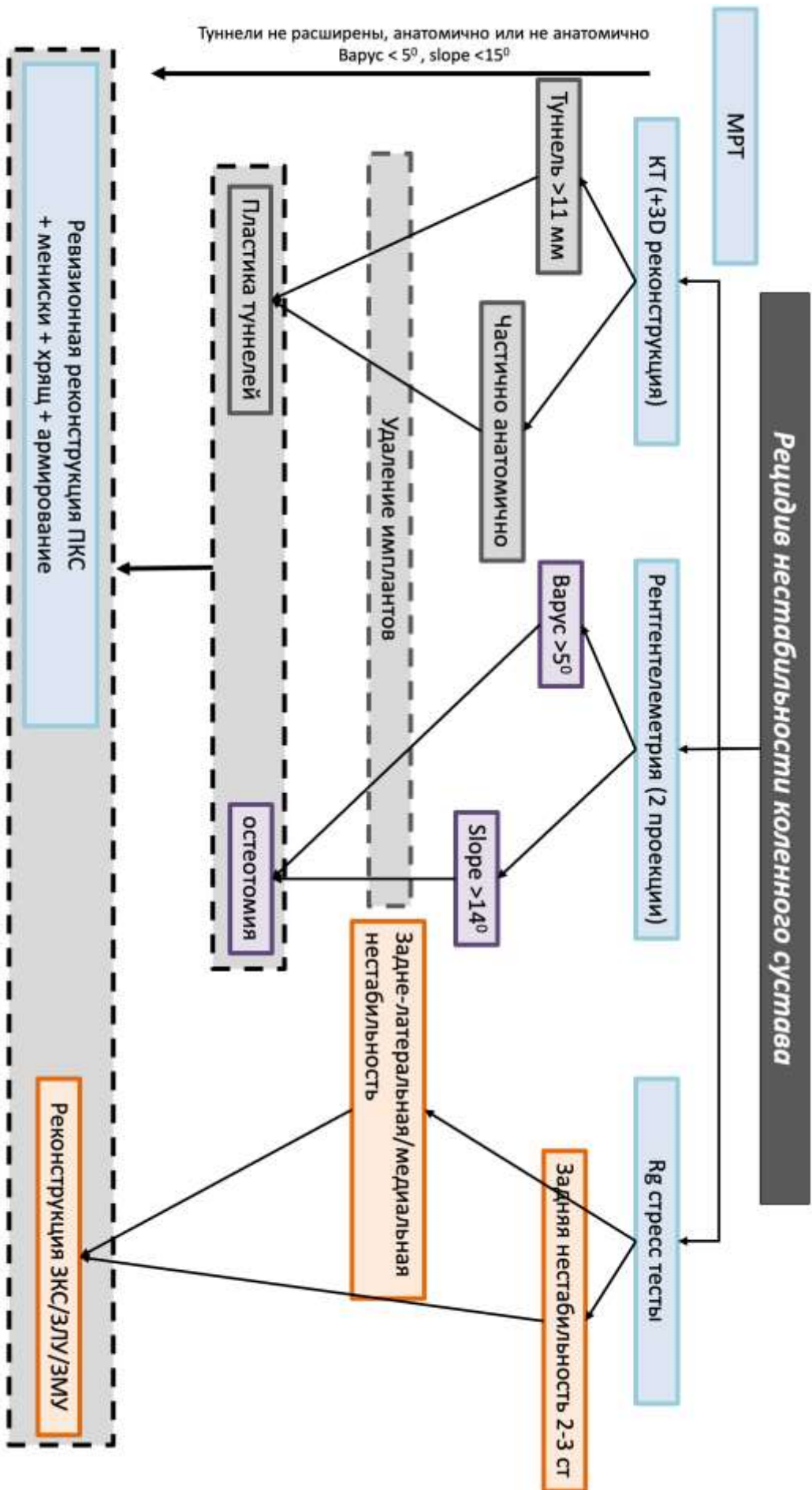


Рисунок 7. Алгоритм хирургического лечения пациентов с РНКС

Все пострадавшие основной (проспективной) группы были оперированы в клинике в период с 2018 по 2022 гг. и обследованы лично автором при контрольных осмотрах. Наблюдение и оценку результатов лечения пациентов проводили аналогично предшествующим этапам исследования – по широко распространенным стандартным методикам обследования больных ортопедо-травматологического профиля. Вошедшие в группу сравнения (ретроспективную) были оперированы в клинике ранее (с 2008 по 2017 гг.). Информацию по данным пациентам получали из медицинских документов (архивных историй болезней, выписных эпикризов, заключений ВВК), данных контрольных осмотров, клинического и дополнительных методов исследования (включавших рентгенографию, в том числе функциональное исследование в сагиттальной и фронтальной плоскостях, телерентгенометрию, КТ, МРТ), данные диагностического этапа артроскопии, карт ортопедических опросников и специальных шкал (IKDC 2000 и Lysholm–Gillquist).

По гендерным и возрастным характеристикам, уровню физической активности, степени выраженности нестабильности коленного сустава, механизмам и обстоятельствам получения травм, а также по наличию и степени выраженности сопутствующей патологии сравниваемые группы пациентов были сопоставимы, что позволило провести корректный сравнительный анализ.

С целью обеспечения сопоставимости результатов наблюдения проведен анализ безрецидивной выживаемости в обеих сравниваемых группах. Доля пациентов с рецидивом нестабильности коленного сустава в ретроспективной группе составила 11,5% (n=14), цензурировано 88,5% (n=108) наблюдений. Медиана безрецидивной выживаемости в ретроспективной группе больных с РНКС достигнута не была, средний срок составил $107,94 \pm 3,06$ (95% ДИ 101,94 – 113,93) мес. Период оценки событий в ретроспективной когорте был ограничен 36 мес. Частота рецидивов в проспективной группе составила 4,4% (n=5), в ретроспективной группе за период наблюдения, ограниченный 36 мес., составила 7,2% (n=12). Кривые Каплана – Мейера представлены на рисунке 8.

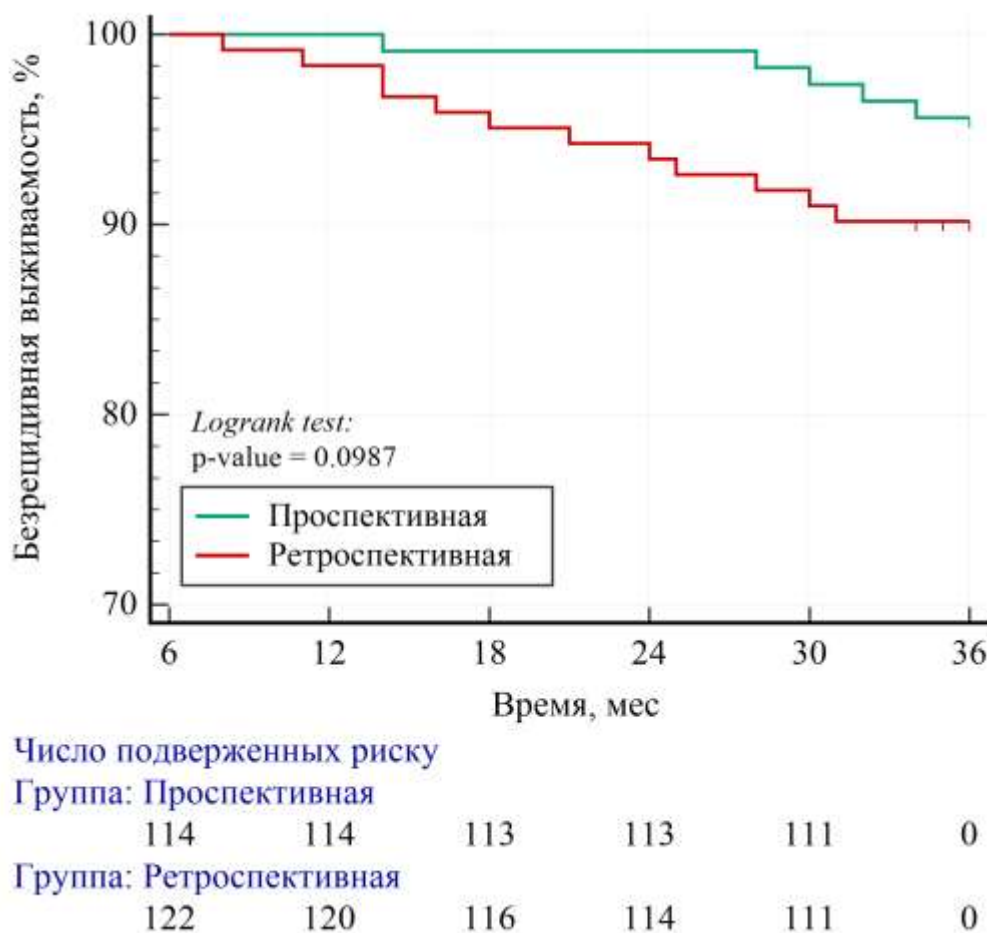


Рисунок 8. Оценка безрецидивной выживаемости пациентов сравниваемых групп

Средний срок безрецидивной выживаемости в проспективной группе составил 35,63 мес., в ретроспективной – 34,4 мес. (Logrank test: $\chi^2=2,73$; $df=1$; $p=0,0987$).

Пациенты ретроспективной группы характеризовались тенденцией к более высокой частоте рецидивов в течение периода наблюдения 36 мес. по сравнению с пациентами проспективной группы (ОР 2,23; 95% ДИ 0,86–5,78).

Значимые различия выявлены в количестве этапов хирургического лечения и структуре оперативных вмешательств (табл. 9). Увеличение доли двухэтапной тактики произошло ввиду изменения предпочтений хирургов первичной реконструкции в сторону анатомичных техник (транспортальная и «все внутри») и, как следствие, выявлению большей доли костных туннелей расположенных частично анатомично или расширенных и потребовавших выполнения костной пластики у пациентов

перспективной группы (табл. 10). Также увеличилась доля корректирующих остеотомий проксимального метаэпифиза большеберцовой кости (табл.11).

В ходе ревизионной реконструкции в перспективной группе достоверно чаще использовали техники коррекции ротационного компонента нестабильности, а также армирования трансплантата синтетической лентой (табл. 12).

Таблица 9

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от количества этапов лечения

Количество этапов	Перспективная группа (n=114; 100%)	Ретроспективная группа (n=122; 100%)	Всего	Уровень Р
Одноэтапная тактика	82 (71,9%)	107 (87,7%)	189	0,0024
Двухэтапная тактика	32 (28,1%)	15 (12,3%)	47	

Таблица 10

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от пластики измененных костных туннелей

Пластика измененных костных туннелей	Перспективная группа (n=23; 20,2%)	Ретроспективная группа (n=9; 7,4%)	Всего	Уровень Р
Расширенных	14 (12,3%)	9 (7,4%)	23	0,0269
Расположенных частично анатомично	9 (7,9%)	0 (0,0%)	9	

Таблица 11

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от вида остеотомии большеберцовой кости

Остеотомия б/берцовой кости (высокая клиновидная)	Перспективная группа (n=16; 14,0%)	Ретроспективная группа (n=6; 4,9%)	Всего	Уровень Р
Вальгизирующая открывающаяся	12 (10,5%)	5 (4,1%)	17	0,6779
Дефлексионная закрывающаяся	4 (3,5%)	1 (0,8%)	5	

Таблица 12

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от структуры
оперативных вмешательств

Вид реконструкции	Проспективная группа, (n=114; 100%)	Ретроспективная группа, (n=122; 100%)	Уровень Р
Изолированная ПКС	99 (86,8%)	107 (87,7%)	1,0000
ПКС+	15 (13,2%)	15 (12,3%)	
Экстра-артрикулярное армирование	34 (29,8%)	13 (10,7%)	0,0002
Интраартикулярное армирование	31 (27,2%)	2 (1,6%)	<0,0001

Помимо реконструкции связочных структур вторичных стабилизаторов выявлены статистические значимые различия в виде применяемой хондропластики, направленной на восполнение дефекта гиалинового хряща опорных поверхностей (табл. 13).

Таблица 13

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от вида
хондропластики

Вид хондропластики	Проспективная группа (N=77)	Ретроспективная группа (N=90)	Уровень Р
резекционная	48 (62,3%)	58 (64,4%)	0,0059
остеоперфоративная	21 (27,3%)	32 (35,6%)	
аутохондропластика	8 (10,4%)	(0,0%)	

Результаты хирургического лечения пациентов сравниваемых групп оценивали по балльному рейтингу, определяемого при помощи специальных ортопедических шкал Lysholm-Gillquist и IKDC 2000; стабильности сустава, оцененную при помощи предложенной и внедренной рентгенологической методики и мануальных тестов; наличия и рецидивирования синовита; болевого синдрома и амплитуды движений (табл. 14, 15, рис. 9).

Таблица 14

Результаты оперативного лечения пациентов сравниваемых групп,
оцененные при помощи функциональных шкал

Опросник	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Уровень Р
IKDC 2000	78,87 ± 14,58	68,83 ± 13,05	<0,0001
Lysholm-Gillquist	77,75 ± 13,52	68,70 ± 13,03	<0,0001

Увеличение среднего значения рейтинговых шкал произошло преимущественно за счет увеличения доли отличных результатов лечения у пациентов основной группы (таблицы 6.29, 6.30, рисунки 6.4, 6.5).

Таблица 15

Результаты хирургического лечения пациентов сравниваемых групп,
оцененных при помощи объективной функциональной шкалы IKDC – 2000

IKDC – 2000	Проспективная группа (N=114)	Ретроспективная группа (N=122)	Уровень Р
A	41 (36,0%)	15 (12,3%)	<0,0001
B	49 (43,0%)	81 (66,4%)	
C	19 (16,7%)	16 (13,1%)	
D	5 (4,4%)	10 (8,2%)	

Из данных таблицы видно, что результат «А» и «С» у пациентов основной группы увеличились на 23,7% и 3,6% соответственно, а «В» и «D» – напротив – уменьшились на 22,6% и 4,6%. Рейтинг по шкале Lysholm-Gillquist распределился следующим образом: «отлично» – 42 (36,8%) больных, «хорошо» – 47 (41,2%) пациентов, «удовлетворительно» – 21 (18,4%) обследуемых, «неудовлетворительно» – 4 (3,5%) пациентов (табл.16).

Клиническими проявлениями низких функциональных результатов у пациентов проспективной группы явились: развившаяся или сохранившаяся нестабильность (в том числе рецидив патологии), проявлявшаяся в чувстве «неустойчивости», болевой синдром, ограничение амплитуды движений и рецидивирующий синовит (табл.17).

Таблица 16

Результаты лечения пациентов сравниваемых групп, оцененных при помощи субъективной функциональной шкалы Lysholm-Gillquist

Lysholm-Gillquist	Проспективная группа, (N=114)	Ретроспективная группа, (N=122)	Уровень Р
Отлично	42 (36,8%)	16 (13,1%)	<0,0001
Хорошо	47 (41,2%)	79 (64,8%)	
Удовлетворительно	21 (18,4%)	17 (13,9%)	
Неудовлетворительно	4 (3,5%)	10 (8,2%)	

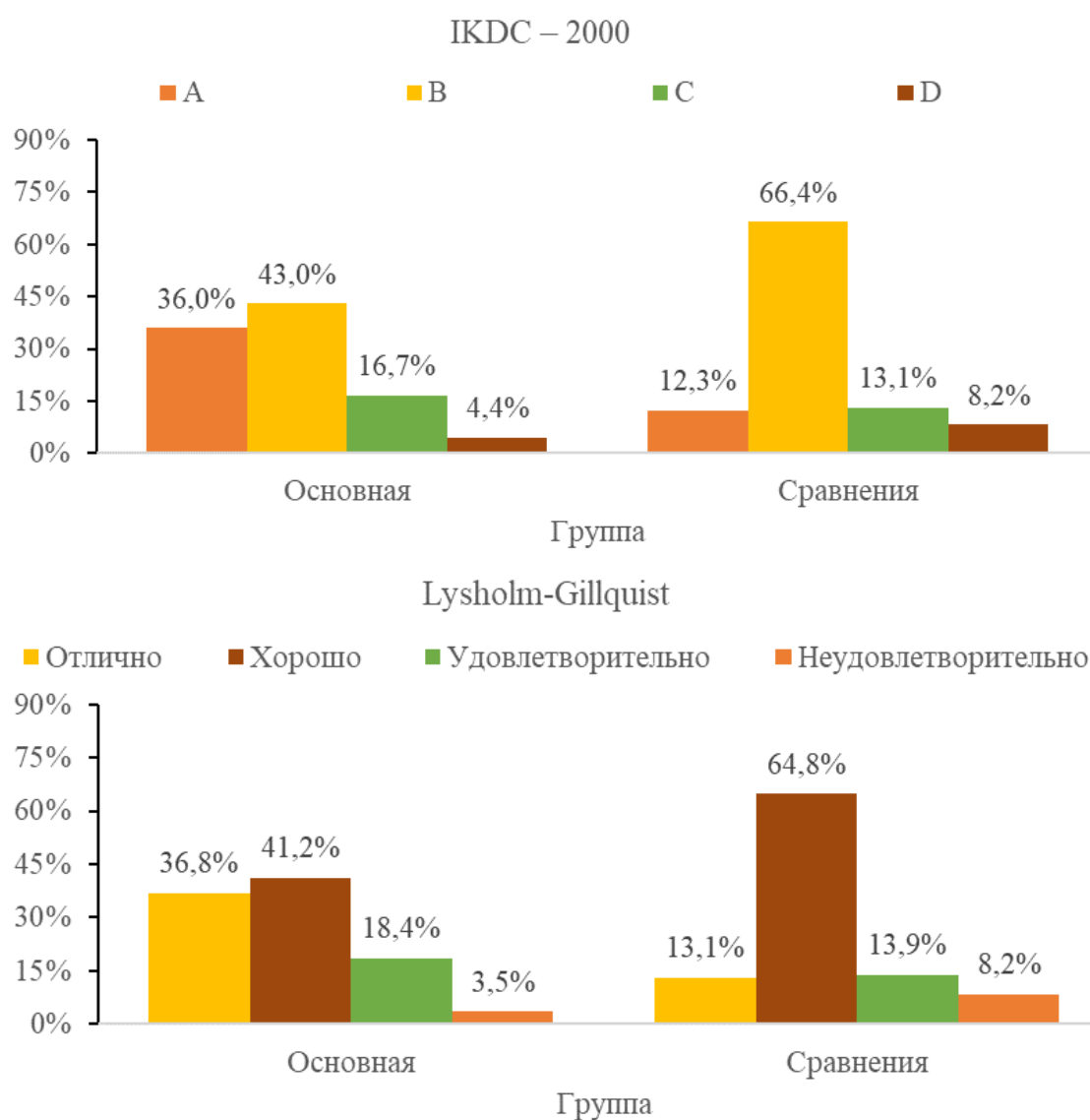


Рисунок 9. Диаграммы распределения результатов хирургического лечения пациентов сравниваемых групп, оцененных при помощи функциональных шкал IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist

Таблица 17

Распределение пациентов сравниваемых групп с низким функциональным результатом в зависимости от факторов, оказывающих влияние на исход

Фактор	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Уровень Р
Рецидив	5 (4,4%)	14 (11,5%)	0,0455
Остаточная нестабильность	41 (36,0%)	92 (75,4%)	<0,0001
Ротационная нестабильность	7 (6,1%)	19 (15,6%)	0,0207
Синовит	1 (0,9%)	3 (2,5%)	0,6227
Контрактура	13 (11,4%)	28 (22,9%)	0,0249
Боль	12 (10,5%)	31 (25,4%)	0,0031

Полужирным шрифтом выделены статистически значимы различия.

Стабильность коленного сустава, как наиболее ожидаемый и целевой показатель хирургического лечения, оценивали при помощи мануальных тестов (симптомов Лахмана и Лози) и рентгенологической методики оценки прямой нестабильности сустава (табл. 18).

Таблица 18

Распределение пациентов сравниваемых групп по степени нестабильности коленного сустава

Степень передней нестабильности	Проспективная группа, (N=114)	Ретроспективная группа, (N=122)	Уровень Р
нет	68 (59,6%)	16 (13,1%)	<0,0001
I ст.	41 (36,0%)	92 (75,4%)	
II ст.	3 (2,6%)	3 (2,5%)	
III ст.	2 (1,8%)	11 (9,0%)	

Оценивая ротационную нестабильность (тест Лози) у пациентов основной группы, положительный «pivot-shift» феномен зафиксирован у 7 (6,1%) больных, но стоит отметить, что выраженность этого симптома была незначима и не достигала выраженного подвывиха, а лишь плавного соскальзывания («+»). Таким образом, удалось снизить долю сохраняющегося ротационного компонента нестабильности, приводящего к смещению механической оси нижней конечности, формированию

варусной деформации на уровне коленного сустава, перегрузке медиального компартмента и развитию хронического болевого синдрома с 15,6% в группе сравнения до 6,1% в основной.

Общая доля послеоперационного болевого синдрома снизилась с 25,4% в группе сравнения до 10,5% у пациентов основной группы. Причем среди последних, значимую боль отметил лишь 1 (0,9%) наблюдаемый. У него же выявлена нестабильность III степени, развившаяся чуть более 12 месяцев после оперативного лечения, потребовавшая выполнения ревизионной. Еще у 11 (9,6%) обследованных боль возникала лишь при значимых физических нагрузках, не имела точной локализации и купировалась соблюдением режима и использованием консервативных методов лечения (местными НПВП, ФТЛ, массаж, хондропротекторы).

Развившийся хронический рецидивирующий синовит отметил 1 (0,9%) больной проспективной группы. Послеоперационный период протекал гладко, пациент, соблюдая все требования реабилитационно-восстановительного протокола, вернулся к желаемому уровню физической активности. Спустя 27 месяцев после оперативного лечения (ревизионная (по типу первичной) реконструкция ПКС аутооттрансплантатом полусухожильной мышцы по методике «все внутри» с армированием лавсановой лентой) без видимой причины развился значимый синовит, потребовавший неоднократных пункций коленного сустава с эвакуацией не менее 50,0 мл синовиальной жидкости. Бактериологическое и цитологическое исследования не выявили патологических факторов, объясняющих причину возникновения выпота в суставе. Пациенту предложено и выполнена диагностическая артроскопия. При ревизии полости сустава визуализированы ярко выраженные явления хронического синовита. Аутооттрансплантат ПКС несколько разволокнен, мениски, гаилиновый хрящ и другие внутрисуставные элементы – интактны. Не обнаружив других причин – принято решение об удалении армирующей ленты и частичной передней синовэктомии. Сустав промыт. В послеоперационном периоде применили противовоспалительную терапию, ограничение нагрузки, а также иммобилизацию тутором в течении 4 недель. Через 12 месяцев после санирующей операции на контрольном осмотре пациент не предъявлял жалобы, отметил восстановление уровня физической активности, продемонстрировал «хороший» результат, оцененный при помощи функциональных субъективных шкал и «остаточную» нестабильность I степени.

Помимо рецидива патологии, болевого синдрома и выпота в суставе на результат оперативного лечения оказывало влияние ограничение амплитуды движений. Всего послеоперационные контрактуры зафиксированы у 13 (11,4%) обследуемых основной группы, что значительно меньше по сравнению с ретроспективной группой ($n=28$; 22,9%). Сгибательная контрактура отмечена лишь у 1 (0,9%), а разгибательная у 7 (6,1%) пациентов. В остальных наблюдениях ($n=3$; 2,6%) ограничение движений носило комбинированный характер. В 2 (1,8%) наблюдениях потребовалось повторное хирургическое вмешательство. В первом случае оно заключалось в выполнении артролиза и редрессации коленного сустава, во втором, где при первичной ревизионной операции для интраартикулярного армирования применяли лавсановую ленту, пересечение и удаление последней.

Проводя анализ рецидива патологии у пациентов проспективной группы ($n=5$; 4,4%) установили, что по роду деятельности 4 (3,5%) пострадавших являлись военнослужащими – (2 (1,8%) курсанта, 1 (0,9%) офицер, 1 (0,9%) военнослужащий по контракту) и 1 (0,9%) студент, получивший травму во время игры в любительский футбол. Также на травматический характер рецидива указали еще 3 военнослужащих, достигнув доли 3,5%. Всем им ($n=4$; 3,5%) выполнены ре-ревизионные операции. При обследовании подтверждены корректно расположенные, не расширенные костные туннели и в этой связи, ре-ревизия выполнена в один этап: после десклерозирования туннелей – реконструкция ПКС.

У 1 (0,9%), ранее упомянутого больного, через 12 месяцев после операции при начале физической активности, отмечен выраженный болевой синдром, что послужило поводом для детального изучения анатомо-морфологического и клинико-функционального состояния сустава. При контрольных функциональных рентгенологических исследованиях зафиксирована нестабильность III степени, при КТ и МРТ выявлены расслоенный, ненатянутый аутотрансплантат и, что чрезвычайно важно, веретенообразно расширенный корректно позиционированный костный туннель в бедренной кости. При более детальном изучении данного случая мы установили несоответствие диаметра аутотрансплантата и сформированного костного туннеля, что привело к затеку агрессивной синовиальной жидкости с провоспалительными ферментами в пространство между трансплантатом и костной стенкой (эффект синовиальной ванны), которая препятствовала инкорпорации

аутооттрансплантата и способствовала лизису костной ткани. Принято решение о двухэтапной ре-ревизии, где первым этапом выполнили пластику расширенного бедренного туннеля лиофилизированными деминерализированными аллотрансплантатами. После контроля их ремоделиции, вторым этапом – ревизионная пластика ПКС аутооттрансплантатом из сухожилия длинной малоберцовой мышцы. За пациентом продолжено наблюдение, а случай отнесен к техническим ошибкам.

По завершению четвертого этапа реализованы шестая и седьмая задачи работы, продемонстрировавшие улучшение результатов хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава.

В заключении в обобщенном виде изложено содержание исследования, которое позволило добиться решения всех 7 поставленных задач и достичь цели диссертационной работы – улучшить результаты хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава. Результаты, полученные в ходе четырех взаимосвязанных этапов диссертационного исследования, позволили сформулировать и обосновать представленные выводы и практические рекомендации.

ВЫВОДЫ

1. Ретроспективный анализ результатов лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава выявил неудовлетворительные исходы в 22,1% случаев по шкале IKDC 2000 и в 20,5% – по шкале Lysholm-Gillquist. Причинами рецидива нестабильности явились повторная травма в 63,9% случаев, технические ошибки первичной реконструкции передней крестообразной связки и реабилитации – в 36,1%. Основными осложнениями были остаточная прямая (I степени) и ротационная нестабильности – у 75,4% и 15,6% пациентов соответственно, рецидивирующие синовиты – у 2,5%, болевой синдром – у 25,4% и контрактуры – у 22,9% пострадавших.

2. Комплексное использование современных лучевых, функциональных и артроскопических методик диагностики позволяет выявить и оценить широкий спектр патологии рецидивной нестабильности коленного сустава, среди которой наиболее значимыми являются: паракапсулярные (рамповые) разрывы медиального (19,7%) и отрыв корня

латерального (12,3%) менисков, глубокие повреждения гиалинового хряща опорных поверхностей бедренной и большеберцовой костей (12,3%), мультилигаментарные повреждения (12,3%), прямая (46,7%) и ротационная (38,5%) нестабильность III степени, варусная деформация нижней конечности на уровне коленного сустава более 5° (6,5%), наклон мыщелков большеберцовой кости кзади более 14° (1,6%) ($p < 0,05$). Основными факторами, влияющими на результат хирургического лечения указанной категории пациентов, являются возраст моложе 30 лет, повышенная физическая активность и гипермобильность крупных суставов ($p < 0,05$).

3. Критериями, не позволяющими провести одноэтапную хирургическую стабилизацию у пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава, являются расположенные неанатомично внутрисуставные апертуры туннелей в бедренной и большеберцовой костях, их расширение более 11 мм в диаметре, изменение анатомического бедренно-большеберцового угла более 5° по сравнению с контралатеральной конечностью и наклон мыщелков большеберцовой кости кзади более 14° . Предложенный способ пластики расширенных туннелей в бедренной и большеберцовой костях обеспечил возможность восполнения дефицита костной массы и выполнение ревизионной реконструкции ПКС по типу первичной в 20,2% наблюдений ($p = 0,0269$).

4. Предложенные способы стабилизации коленного сустава при его рецидивной нестабильности включают: реконструкцию переднелатеральной связки; одномоментное восстановление малоберцовой коллатеральной связки и сухожилия подколенной мышцы для устранения рецидивов многоплоскостной и ротационной нестабильности; аутохондропластику травматических дефектов гиалинового хряща опорной поверхности мыщелков бедренной кости для профилактики развития деформирующего артроза, которые продемонстрировали лучшие результаты при лечении пациентов указанной категории за счет снижения доли рецидивов, остаточной и ротационной нестабильности, болевого синдрома, контрактур, а также улучшения балльной оценки функции нижней конечности: по опроснику IKDC 2000 с $68,83 \pm 13,05$ в ретроспективной группе до $78,87 \pm 14,58$ в проспективной, по шкале Lysholm-Gillquist – с $68,70 \pm 13,03$ до $77,75 \pm 13,52^\circ$ соответственно ($p < 0,0001$).

5. Разработанный и внедренный в клиническую практику алгоритм диагностики и хирургического лечения пострадавших с рецидивной нестабильностью коленного сустава позволяет последовательно и исчерпывающе выявить факторы, оказывающие негативное влияние на результат лечения конкретного пациента, оценить возможность и целесообразность одноэтапной хирургической стабилизации коленного сустава, а также провести патогенетически обоснованное дифференцированное хирургическое вмешательство.

6. В основу усовершенствованной тактики лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава положены принципы последовательного и исчерпывающего восстановления его анатомических структур. При рамповом разрыве медиального и отрыве корня латерального менисков целесообразно выполнять их шов, при функциональной несостоятельности задней крестообразной связки, структур заднелатерального сухожильно-связочного комплекса, переднелатеральной связки – их реконструкцию предложенными способами, при выявлении глубоких хондральных повреждений опорных поверхностей – применять разработанный способ аутохондропластики. У пациентов группы риска (возраст моложе 30 лет, высокий уровень повседневной физической активности, гипермобильность крупных суставов), а также при наличии наклона мыщелков большеберцовой кости кзади от 10° до 15° – использовать армирование трансплантата синтетической лентой.

7. Внедренная система хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава в центральные военно-медицинские организации Министерства обороны Российской Федерации показала достоверно лучшие результаты их лечения: снижение доли рецидивов с 11,5% в ретроспективной группе до 4,4% в проспективной ($p=0,0455$), остаточной нестабильности с 65,6% до 36,0% ($p<0,0001$), ротационной нестабильности с 15,6% до 6,1% ($p=0,0207$), контрактур с 22,9% до 11,4% ($p=0,0249$), болевого синдрома с 25,4% до 10,5% ($p=0,0031$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При планировании операции ревизионной пластики ПКС и устранении рецидивной нестабильности коленного сустава предоперационное обследование пациентов должно включать: анализ жалоб и анамнестических данных, мануальное тестирование, стандартную рентгенографию коленного сустава, КТ, МРТ, а также функциональное

рентгенологическое тестирование для определения степени нестабильности в сагиттальной и фронтальной плоскостях, 3D-реконструкцию КТ для расчета анатомичности положения внутрисуставных апертур, телерентгенографию нижних конечностей для определения анатомического бедренно-большеберцового угла и наклона мыщелков большеберцовой кости кзади.

2. При выявлении расширенных костных туннелей в бедренной и большеберцовой костях диаметром более 11 мм и/или расположенных частично анатомично их внутрисуставных апертур необходимо выполнить пластику аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости для восполнения дефицита костной массы указанных анатомических областей по предложенному способу (патент на изобретение РФ №2810809).

3. С целью определения возможности выполнения ревизионной реконструкции ПКС целесообразно использовать разработанный в настоящем диссертационном исследовании способ оценки качества ремоделирования костных трансплантатов (патент на изобретение РФ №2841932).

4. В случае выявления у пострадавшего с РНКС значимого ротационного компонента (положительного симптома Лози +++) следует детально изучить состояние стабилизирующих структур в переднелатеральном отделе и целостность корня латерального мениска, а при их повреждении – выполнить чрескостную рефиксацию корня латерального мениска и/или реконструкцию ПЛС по предложенному способу (патент на изобретение РФ №2734990).

5. При наличии у пациента прямой задней нестабильности в сагиттальной и латеральной во фронтальной плоскостях необходимо целенаправленно изучить состоятельность структур ЗЛССК, а в случае их повреждения – выполнить реконструкцию по предложенному способу для устранения многоплоскостной нестабильности (патент на изобретение РФ №2735997).

6. В случае выявления у пациента прогностически неблагоприятных факторов, таких как возраст моложе 30 лет, повышенные физические нагрузки в повседневной деятельности, гипермобильность крупных суставов, наклон мыщелков большеберцовой кости кзади от 10° до 15° при хирургическом вмешательстве необходимо армировать трансплантат ПКС синтетической лентой.

7. При выявлении у пациента глубокого хондрального дефекта гиалинового хряща опорной поверхности мыщелков костей образующих коленный сустав целесообразно выполнить аутохондропластику предложенным способом с целью профилактики развития деформирующего артроза (патент на изобретение РФ №2779465).

8. Лечение военнослужащих с рецидивной нестабильностью коленного сустава необходимо проводить в клинике военной травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, отделениях Центров травматологии и ортопедии Главного и Центральных госпиталей МО РФ, оснащенных высокотехнологичным оборудованием, подготовленным медицинским персоналом и возможностью проведения комплексного реабилитационно-восстановительного лечения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Хоминец В.В., Рикун О.В., Федоров Р.А., Абрамов Г.Г., Гамолин С.В., Гранкин А.С., Федотов А.О. /Значение ранней диагностики в лечении нестабильности коленного сустава у военнослужащих // Военно-медицинский журнал. – 2015. – №3. – С. 26-31.

2. Калюжная Л.И., Хоминец В.В., Чеботарёв С.В., Харкевич О.Н., Кудяшев А.Л., Чернов В.Е., Гранкин А.С., Земляной Д.А., Федоров Р.А., Товпеко Д.В. / Применение биоматериала из пуповины человека для восстановления повреждений суставного хряща // Профилактическая и клиническая медицина. – 2019. №4 (73) – С. 45-53.

3. Хоминец В.В., Рикун О.В., Гранкин А.С., Федоров Р.А., Федотов А.О., Базаров И.С., Конокотин Д.А. /Совершенствование ревизионных операций по восстановлению передней крестообразной связки коленного сустава у военнослужащих // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2020. - №4 (72) – С. 201-207.

4. Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Базаров И.С., Гранкин А.С., Рикун О.В., Резванцев М.В., Федоров Р.А. / Особенности хирургического лечения пациентов с повреждениями крестообразных связок и стабилизаторов задне-наружного угла коленного сустава // Травматология и ортопедия России. - 2020; 26(4): 32-44.

5. Гайворонский И.В., Кудяшев А.Л., Базаров И.С., Хоминец В.В., Семенов А.А., Гранкин А.С. / Вариантная анатомия

латерального связочно-сухожильного комплекса коленного сустава // Морфологические ведомости. - 2021; 29(4):9-16.

6. Чеботарёв С.В., Хоминец В.В., Земляной Д.А., Калюжная Л.И., Гранкин А.С., Федоров Р.А. / Результаты лечения пациентов с повреждениями гиалинового хряща коленного сустава с применением резекционных и остеоперфоративных методик // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. - 2021. Т. 9. №4. С. 397–406.

7. Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Гайворонский И.В., Базаров И.С., Гранкин А.С., Семенов А.А., Конокотин Д.А. /Способ реконструкции связочно-сухожильного комплекса коленного сустава, обеспечивающего его варусную стабильность // Вестник Российской военно-медицинской академии. - 2022. Т. 24, №1. С. 61–68.

8. Хоминец В.В., Калюжная-Земляная Л.И., Гранкин А.С., Федоров Р.А., Волов Д.А., Комаров А.В. / Эволюция методов, технологий и материалов для восполнения дефектов костной ткани // Профилактическая и клиническая медицина. - 2022. №4 (85). С. 25–34.

9. Хоминец В.В., Гранкин А.С., Федоров Р.А., Конокотин Д.А., Волов Д.А. / Результаты применения дифференцированной тактики хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава // Современные проблемы науки и образования. – 2025. – №5. <https://s.science-education.ru/pdf/2025/5/34258.pdf>.

10. Патент № 2734990 Российской Федерации, МПК А61В 17/56 (2006.01). Способ реконструкции передне-латеральной связки коленного сустава: № 2019145437: заявлено 26.12.2019: опубликовано 27.10.2020/ Хоминец В.В., Федоров Р.А., Гранкин А.С., Рикун О.В., Конокотин Д.А.; патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (ВМедА). – 10 с.

11. Патент № 2735997 Российской Федерации, МПК А61В 17/56 (2006.01). Способ одномоментного восстановления малоберцовой коллатеральной связки и сухожилия подколенной мышцы коленного сустава: № 2020112600: заявлено 25.03.2020: опубликовано 11.11.2020/ Хоминец В.В., Гранкин А.С., Базаров И.С., Федоров Р.А., Рикун О.В., Тюрюпов М.С., Вашуркина Е.В.; патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение

высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (ВМедА). – 8 с.

12. Патент № 2779465 Российской Федерации, МПК А61В 17/56 (2006.01). Способ аутохондропластики травматических дефектов суставного хряща опорной поверхности мыщелков бедренной кости: № 2021132608: заявлено 08.11.2021: опубликовано 07.09.2022/ Хоминец В.В., Гранкин А.С., Федоров Р.А., Чеботарев С.В.; патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (ВМедА). – 7 с.

13. Патент № 2810809 Российской Федерации, МПК А61В 17/56 (2006.01). Способ пластики расширенных туннелей в бедренной и большеберцовой костях аутоотрансплантатом из гребня подвздошной кости: № 2023106775: заявлено 22.03.2023: опубликовано 28.12.2023/ Хоминец В.В., Гранкин А.С., Федоров Р.А., Волов Д.А., Сухарников А.Е.; патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (ВМедА). – 10 с.

14. Патент № 2841932 Российской Федерации, МПК А61В 5/103 (2006.01) А61В 6/03 (2006.01). Способ количественной оценки ремоделирования костных трансплантатов после восполнения расширенных туннелей бедренной и большеберцовой костей при рецидивной нестабильности коленного сустава: № 2024137958: заявлено 17.12.2024: опубликовано 18.06.2025/ Хоминец В.В., Волов Д.А., Гранкин А.С., Михайлов Е.Д.; патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (ВМедА). – 14 с.

15. Патент № 2844266 Российской Федерации, МПК А61В 17/56 (2006.01) А61В 17/17 (2006.01). Устройство для прецизионного рассверливания костного тоннеля в бедренной кости: № 2024136145: заявлено 03.12.2024: опубликовано 28.07.2025/ Хоминец В.В., Волов Д.А., Гранкин А.С., Царев М.В., Царев В.А.; патентообладатель:

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (ВМедА). – 7 с.