

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ВОЕННОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЕННО-МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ С.М. КИРОВА»
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

ГРАНКИН

Алексей Сергеевич

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ
С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА

3.1.8. Травматология и ортопедия

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Научный консультант:
член-корреспондент РАН,
доктор медицинских наук, профессор
Владимир Васильевич Хоминец

Санкт-Петербург – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	17
1.1. Актуальность лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава (РНКС).....	17
1.2. Причины возникновения РНКС.....	19
1.2.1. Технические факторы возникновения РНКС.....	20
1.2.2. Биологические факторы возникновения РНКС.....	31
1.2.3. Ошибки послеоперационного ведения пациентов с РНКС.....	33
1.3. Современные принципы ревизионной реконструкции передней крестообразной связки (ПКС).....	34
1.4. Выбор ревизионного трансплантата.....	39
1.5. Этапность хирургического лечения.....	44
1.6. Резюме.....	48
ГЛАВА 2. ПЛАНИРОВАНИЕ, СТРУКТУРА, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	50
2.1. Структура исследования и общая характеристика клинического материала.....	50
2.1.1. Общая характеристика исследования.....	50
2.1.2. Содержание этапов исследования.....	54
2.1.3. Материал исследования	59
2.2. Методы клинического исследования.....	71
2.2.1. Исследование амплитуды движений, стабильности и гипермобильности коленного сустава.....	71
2.2.2. Лабораторные исследования.....	74
2.2.3. Рентгенография (стандартные проекции, сравнительная функциональная).....	75
2.2.4. Телерентгенография нижних конечностей.....	79
2.2.5. Компьютерная томография.....	81
2.2.6. Магнитно-резонансная томография	83
2.2.7. Артроскопия.....	84
2.3. Особенности послеоперационного периода.....	86
2.3.1. Послеоперационный протокол при ревизионной реконструкции ПКС и дополнительных стабилизирующих структур коленного сустава.....	86

2.3.2. Послеоперационный протокол при высоких остеотомиях большеберцовой кости.....	87
2.3.3. Послеоперационный протокол при аутохондропластики травматических дефектов суставных поверхностей костей коленного сустава.....	87
2.4. Методика оценки результатов оперативного лечения.....	88
2.5. Экспертиза военнослужащих с РНКС (ВВК).....	89
2.6. Методы статистической обработки данных.....	91
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПО ТРАДИЦИОННЫМ ПОДХОДАМ (РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ЧАСТЬ)....	93
3.1. Общая характеристика пациентов	94
3.2. Результаты анализа предоперационного обследования	96
3.2.1. Анализ жалоб	96
3.2.2. Анализ истории заболевания	100
3.2.3. Анализ объективных данных	106
3.2.4. Анализ результатов инструментальных методов обследования.....	108
3.3. Анализ хирургического лечения пациентов	127
3.3.1. Диагностическая артроскопия коленного сустава.....	127
3.3.2. Структура оперативных вмешательств.....	129
3.3.3. Осложнения ревизионных операций.....	132
3.4. Результаты хирургического лечения.....	134
3.4.1. Анализ факторов, влияющих на результат хирургического лечения.....	140
3.4.2. Анализ безрецидивной выживаемости у пациентов ретроспективной группы.....	141
3.4.3. Анализ рецидивов нестабильности коленного сустава после ревизионной пластики ПКС.....	142
3.5. Резюме.....	145
ГЛАВА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА.....	147
4.1. Анатомичность положения и расширение костных туннелей эпифизов бедренной и большеберцовой костей после реконструкции ПКС.....	148
4.1.1. Анализ анатомичности положения внутрисуставных апертур костных туннелей.....	148
4.1.2. Структура и характер расширения костных туннелей.....	154

4.1.3. Способы восполнения костной ткани расширенных или некорректно расположенных костных туннелей.....	159
4.1.4. Методика оценки перестройки костного трансплантата.....	162
4.2. Деформации проксимального отдела большеберцовой кости.....	167
4.2.1. Варусная деформация.....	167
4.2.2. Наклон плато большеберцовой кости кзади.....	169
4.2.3. Способы коррекции деформации проксимального отдела большеберцовой кости.....	171
4.3. Резюме.....	180
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА.....	183
5.1. Разработка алгоритма обследования пациентов и формулирование диагностического подхода к лечению.....	184
5.1.1. Жалобы и объективные данные.....	184
5.1.2. Дополнительные методы обследования.....	186
5.2. Разработка и обоснование способов хирургической коррекции факторов, ассоциированных с низкими функциональными результатами и формулирование хирургического подхода к лечению пациентов.....	190
5.2.1. Способ экстраартикулярного армирования переднего отдела коленного сустава путем реконструкции переднелатеральной связки.....	190
5.2.2. Способ реконструкции заднелатерального сухожильно-связочного комплекса коленного сустава.....	194
5.2.3. Способ аутохондропластики травматических дефектов гиалинового хряща опорных поверхностей сочленяющихся костей.....	198
5.2.4. Способ аугментации трансплантата ПКС синтетической лентой.....	200
5.3. Разработка и обоснование дифференцированной тактики хирургического лечения пациентов с РНКС.....	202
5.4. Резюме.....	205
ГЛАВА 6. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА	207
6.1. Общая характеристика пациентов сравниваемых групп.....	208

6.2. Анализ результатов предоперационного обследования пациентов проспективной группы.....	211
6.2.1. Анализ жалоб и истории заболевания.....	211
6.2.2. Анализ объективных данных.....	215
6.2.3. Анализ результатов инструментальных методов обследования.....	216
6.2.4. Анализ предоперационной оценки функции коленного сустава у пациентов основной группы по стандартизированным шкалам.....	225
6.3. Анализ хирургического лечения пациентов основной группы.....	225
6.3.1. Диагностический этап артроскопии.....	225
6.3.2. Структура оперативных вмешательств.....	227
6.3.3. Осложнения ревизионных операций.....	231
6.4. Результаты хирургического лечения пациентов проспективной группы.....	233
6.4.1. Анализ безрецидивной выживаемости у пациентов сравниваемых групп.....	233
6.4.2. Анализ рецидивов нестабильности коленного сустава после ревизионной пластики ПКС.....	243
6.5. Резюме.....	244
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	246
ВЫВОДЫ.....	258
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	261
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	263
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	264
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	296

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности 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 мышечках 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 мышечках 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

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 ауотрансплантатом 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 мышечков 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 аутооттрансплантатом 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 клинорентгенологический 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 клинордиагностических 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.

Степень достоверности и апробация работы

Достоверность и обоснованность результатов исследования, выводов и рекомендаций базируются на анализе 251 профильной научной публикации и сравнительном анализе 236 клинических наблюдений с рецидивной нестабильностью коленного сустава. При выполнении работы были использованы современные и адекватные поставленным задачам методы исследования, а полученные данные обработаны с применением современных методов

статистического анализа, что обуславливает достоверность результатов и обоснованность выводов проведенного 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 диссертационного 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.

Личное участие 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.

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.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Актуальность лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава

Разрывы ПКС, приводящие к развитию нестабильности коленного сустава, являются одними из самых распространенных повреждений, достигая 57% в общей структуре травм рассматриваемой области (Adams B.G. et al., 2021; Abudaqqa R.Y. et al., 2024). Известно, что восстановление функциональной стабильности значительно замедляет развитие дегенеративно-дистрофических изменений в суставе (Chen T. et al., 2024). Длительная задержка в выполнении хирургического вмешательства приводит к увеличению доли повреждений гиалинового хряща опорных поверхностей сочленяющихся костей и менисков, а также декомпенсации вторичных стабилизаторов коленного сустава (Ahmad C.S. et al., 2004; Branam B.R., Johnson D.L., 2007). Опубликованные данные доказывают, что целью пластической операции, направленной на восстановление ПКС в частности и стабильности сустава в целом является не только восстановление функциональной устойчивости, что позволит вести активный образ жизни, но и профилактика раннего развития деформирующего артроза (Ahn J.H. et al., 2011; Ahn J.H., 2021). Данные современных научных публикаций показывают, что частота встречаемости разрывов ПКС находится в диапазоне от 37 до 61 случая на 100 тыс. населения (Dave L.Y. et al., 2014; Bernholt D.L. et al., 2019; De Sa D. et al., 2021; Dean R.S. et al., 2019; Dejour D. et al., 2023). В то же время у военнослужащих и у людей с высоким уровнем физической активности, а также у спортсменов распространенность рассматриваемой патологии достигает 3,6%, что в 5 раз выше, чем среди остального населения (Biset A. et al., 2023).

На сегодняшний день реконструкция ПКС становится все более распространенной хирургической операцией. Так, частота ее выполнения в Соединенных Штатах достигает 200 000 операций в год (6,8%). Высокая доля

успеха хирургического лечения, превосходящая, по данным некоторых авторов, 95% в сочетании с нежеланием пациентов изменять характер или снижать уровень физической активности объясняет и подтверждает отчетливую тенденцию к дальнейшему увеличению количества хирургического восстановления ПКС (Andernord D. et al., 2014; Adams B.G. et al., 2021).

Однако, по данным национальных регистров, более 10 000 жителей США ежегодно являются кандидатами на ревизионную пластику ПКС (Ahn J.H. et al., 2011). Показатели успешных результатов ревизионных операций значимо отличаются от таковых при первичных реконструкциях: некоторые авторы указывают на долгосрочную функциональную стабильность коленного сустава у 90% прооперированных пациентов (Adams B.G. et al., 2021; Biset A. et al., 2023; Abudaqqa R.Y. et al., 2024), в то время как в других исследованиях, изучающих клинические неудачи, сообщается о доле негативных результатов достигающей 25% (Kamath G.V. et al., 2011; Patel A.D. et al., 2021). В целом, несмотря на то что ревизионная пластика ПКС может обеспечить значительное улучшение функции коленного сустава, ее результаты, как правило, уступают таковым при первичной реконструкции (Ahn J.H. et al., 2021; Sun T.Y. et al., 2022). В своем систематическом обзоре R. Wright с соавт. (2012) пришли к выводу, что не только субъективные результаты ревизий значительно отличаются от исходов первичной реконструкции, но и риск рецидива патологии также возрастает в 3–4 раза при повторном вмешательстве.

При тщательном анализе функциональных результатов ревизионных операций у людей с повышенными физическими нагрузками G. Glovas с соавт. (2019) установили, что, несмотря на высокую долю возвращения к занятиям спортом, составляющую 56–100%, достичь спортивных показателей прежнего уровня смогли всего 13–69% оперированных. Схожие данные, но в отношении американских военнослужащих, опубликовала группа ученых во главе с I. Antosh: восстановление категории годности к военной службе без ограничений произошло лишь у 47,4% личного состава, перенесшего ревизионные стабилизирующие операции. Основными причинами неполноценной функции

сустава явились не только указанный выше рецидив нестабильности, но и стойкий болевой синдром, вызываемый физической нагрузкой, а также развившееся в послеоперационном периоде и не поддающееся реабилитации ограничение движений (Antosh I.J. et al., 2018).

При выявлении рецидива патологии, связанной с разрывом или функциональной несостоятельностью трансплантата ПКС и сопровождающегося жалобами на «неустойчивость» сустава, хирургу приходится рассматривать вопрос о целесообразности ревизионной стабилизации (Lee D.W. et al., 2018). По вполне понятным причинам пациенты менее охотно соглашаются на повторное хирургическое вмешательство, в связи с чем многие из них выбирают универсальный набор ограничений, лежащий в основе традиционного лечения патологии опорного сустава. Консервативная терапия включает сознательное ограничение физической нагрузки, ношение функционального фиксатора и лечебную физкультуру, направленную, прежде всего, на гиперфункцию динамических стабилизаторов. Особенности военной службы, желание вести активный образ жизни, а зачастую и особенности профессии людей молодого и среднего возрастов делают такую адаптацию невозможной и гораздо чаще заставляют рассматривать вопрос о ревизионной реконструкции ПКС (Хоминец В.В. с соавт., 2016; Edwards K. et al., 1991).

1.2. Причины возникновения рецидивной нестабильности коленного сустава

Можно уверенно утверждать, что современные методики хирургической коррекции нестабильности коленного сустава позволяют с высокой долей успеха вернуть больным необходимую бытовую активность (Var A.R. et al., 2019), однако противостоять спортивным нагрузкам, встречающимся даже у любителей и спортсменов «выходного дня», а также специфическим и непредсказуемым нагрузкам у военнослужащих и людей тяжелого физического труда удастся значительно реже (Wiggons A.J. et al., 2016; Webster K.E., Feller J.A., 2019).

Поэтому из-за неуверенности в опоре пациенты сознательно избегают форсированных нагрузок.

При желании или необходимости полноценно использовать нижние конечности «несмотря ни на что», а нередко и преодолевая себя, пациенты подвергаются реальному риску получить повторные травмы ранее оперированного или противоположного коленных суставов (Wiggons A.J. et al., 2016; Synovex J. et al., 2019). Это особенно актуально у молодых пациентов, стремящихся вернуться к прежнему уровню функциональных достижений. В этой группе частота рецидивов может увеличиться до 25–28%, а доля разрывов ПКС на контралатеральной конечности составить 10% (Kaeding Ch.C. et al., 2015; Wiggons A.J. et al., 2016; Webster K.E., Feller J.A., 2019).

Помимо повторной травмы, доля которой, по данным разных авторов, находится в пределах 35–79%, основными причинами рецидивов нестабильности считают дефекты хирургической техники (технические ошибки) – 28–64%, биологические причины – 7–15% и ошибки реабилитации – 1–13% (Arnold M.P. et al., 2021; Hurley E.T. et al., 2022; Biset A. et al., 2023).

1.2.1. Технические факторы возникновения рецидивной нестабильности коленного сустава

К техническим причинам развития РНКС принято относить неправильный выбор трансплантата и его механическое повреждение при заборе или формировании; перенатяжение и последующий разрыв трансплантата или наоборот, его недостаточное натяжение и функциональную несостоятельность; неправильное позиционирование внутрисуставных апертур; некорректную фиксацию трансплантата, а также оставленные без коррекции сопутствующие повреждения менисков, гиалинового хряща, синергистов ПКС (латерального отдела связочного аппарата сустава), мультилигаментарные разрывы и деформации мышечков большеберцовой кости (Horvath A. et al., 2019; Cohen D. et al., 2022; Li X. et al., 2023).

Анатомичность костных туннелей

Наиболее распространенной ошибкой при рецидиве нестабильности является неправильное расположения внутрисуставных апертур и, как следствие, позиционирование самого трансплантата (Маланин Д.А. с соавт., 2015; Банцер С.А. с соавт., 2017; Wright R.W. et al., 2010; Morgan J.A. et al., 2012; Byrne K.J. et al., 2022).

Расположение апертуры бедренного туннеля слишком кпереди неизбежно приводит к повышенному натяжению трансплантата при сгибании голени, что, в свою очередь, становится причиной возникновения разгибательной контрактуры, а при попытке ее устранения – разрыва или перерастяжения трансплантата. При вентральном положении большеберцового туннеля возникает реальный риск конфликта трансплантата и верхнего края межмышцелковой вырезки, что приведет к ограничению разгибания, а со временем, при настойчивой реабилитации, к повреждению трансплантата (Zhang L. et al., 2024); при смещении апертуры кзади – к развитию разгибательной контрактуры с таким же исходом (Murakami R. et al., 2025).

Некоторые авторы считают оптимальным положение бедренного туннеля, когда апертура находится на «2 часа» по циферблату для левого и на «10 часов» для правого коленных суставов и как можно дальше кзади без ущерба для заднего края латерального мыщелка (Zhang L et al., 2024; Mastrokalos D. et al., 2025). Большеберцовый туннель рекомендуют располагать в области переднего межмышцелкового возвышения (Mann O., Al-Dadah O., 2024).

Пользующаяся наибольшей популярностью и являющейся почти без альтернативной до середины 2000-х гг. транстибиальная техника подразумевает формирование косого туннеля в медиальном мыщелке большеберцовой кости, а далее при максимальном сгибании голени – бедренного (Desai N. et al., 2017). В этой связи создается парадигма выбора между слишком передним положением трансплантата в бедренной кости, но корректным в большеберцовой и наоборот – корректным в бедренной и слишком дорзальным в большеберцовой (Kemler B. et al., 2024; Al-Naseem A.O. et al., 2025). По указанным причинам эта техника не

подразумевает поиска мест крепления ПКС и, как следствие, контроля положения апертур обоих туннелей. Помимо этого, ее использование приводит к довольно вертикальному положению трансплантата, что уменьшает его внутрисуставную часть и неизбежно ограничивает сгибание (Kim Y.K. et al., 2018). Также она не позволяет в полной мере купировать нестабильность за счет сохранения ее ротационного компонента и передней трансляции голени (Alessio-Mazzola M. et al., 2024). Стоит отметить, что современные публикации указывают на все больший интерес к максимальной анатомичности положения внутрисуставных апертур и чрезвычайной важности прецизионного их позиционирования, в частности поиск мест («отпечатков») крепления нативной ПКС (Haroun H.K. et al., 2022; Mueller M.M. et al., 2024; Mao Y. et al., 2023; Yahagi Y. et al., 2024).

Популяризация и рутинное применение транстибиальной техники большинством хирургов не только на рубеже XX-XXI вв., но и в наши дни объясняет значимую долю неправильного в современном представлении расположения входа в туннель после первичной реконструкции ПКС. Эти данные подтверждаются долей выявленных и расположенных некорректно внутрисуставных апертур, находящейся в пределах 24–64% (Маланин Д.А. с соавт., 2015; Сапрыкин А.С. с соавт., 2021; Carson E.W. et al., 2004; Wright R.W. et al., 2010). Причем на мальпозицию в латеральной мыщелке бедренной кости приходится от 60% до 79% (Банцер С.А. с соавт., 2017; Wright R.W. et al., 2010; Morgan J.A. et al., 2012; Byrne K.J. et al., 2022). Однако стоит подчеркнуть, что склонность к анатомичным реконструкциям ПКС появилась относительно недавно и основана, прежде всего, на новых сведениях о строении нативной ПКС в общем и точных местах ее крепления – в частности (Маланин Д.А. с соавт., 2020; Zbrojkiewicz D. et al., 2018).

Трансплантаты

Большое количество исследований, посвященных выбору трансплантата, оценивающих их прочностные характеристики, удобство забора и использования, а также тип и возможную долю возникновения осложнений со стороны донорского места ревизионного трансплантата, доказывает чрезвычайную

важность данного вопроса (Vaishya R. et al., 2015; Yoo S.H. et al., 2017; Patel A.D. et al., 2021; Hurley E.T. et al., 2022; Webster K.E., Hewett T.E., 2022; Whittaker J.L. et al., 2022).

На сегодняшний день наибольшую популярность, при первичных реконструкциях, имеют трансплантаты, формируемые из сухожилий подколенных мышц – полусухожильной (*m. semitendinosus*, ST) и нежной (*m. gracilis*, G). Этому способствует простота применения и невысокая доля послеоперационных осложнений (Сучилин И.А. с соавт., 2020). Причем сухожилия используют как в варианте 2 пучка ST + 2 пучка G, так и 4 пучка ST. В то же время многопучковость трансплантата, определенное количество сшиваний пучков между собой создают предпосылку к наличию «тонких мест» и возможность допущения технических ошибок (Streich N.A. et al., 2013; MARS Group, 2014; Runer A. et al., 2020). На втором месте по популярности находится «классический» и до недавнего времени «золотой стандарт» – трансплантат, формируемый из центральной трети связки надколенника с костными блоками (*bone-tendon-bone* – BTB) (West R.V., Harner C.D., 2005; Han H.S. et al., 2008; Romanini E. et al., 2010). Несколько реже используют в качестве первичного трансплантата сухожилие четырехглавой мышцы (*m. quadriceps femoris* – QT) в мягкотканном варианте или, что предпочтительнее, сухожилие с костным блоком (Winkler P.W. et al., 2022; Krumbach B. et al., 2024). Учитывая необходимость забора костных блоков из надколенника, сопряжение их размера с шириной связочной/сухожильной части трансплантата появляются конкретные технические трудности и возможные хирургические огрехи, способные негативно повлиять на дальнейшее оперативное лечение (Trasolini N.A. et al., 2023). Последние годы большую популярность у хирургов нашей страны набирает трансплантат, формируемый из сухожилия длинной малоберцовой мышцы (*m. peroneus longus* – PL). Описаны различные варианты его использования: сложенное вдвое, втрое и даже в четыре пучка, однако при таком варианте диаметр сечения трансплантата становится довольно большим (зачастую превышая 10–12 мм), что может создавать определенные трудности при его позиционировании в межмышечковой

вырезке, по этой причине при четырехпучковой технике используют $\frac{1}{2}$ продольного сечения сухожилия.

Отдельно стоит рассмотреть аллотрансплантаты, широко применяющиеся в США (MARS Group, 2014). Однако в Европе и нашей стране они имеют ограниченное использование (Егиязарян К.А. с соавт., 2025; Nissen K.A. et al., 2018). Применение аллогraftов сокращает продолжительность операции и ее травматичность, но возникает риск инфицирования, отторжения или замедленной интеграции трансплантата, а также снижаются прочностные характеристики при подготовке и хранении (Marieswaran M. et al., 2018). Помимо этого, применение аллотрансплантатов приводит к достоверно более высокой доле рецидивов нестабильности, а также к более сдержанному возвращению к спортивной и ежедневной активности, что является их недостатком (Kraeutler M.J. et al., 2013; Wasserstein D. et al., 2013; Bottoni C.R. et al., 2015; Yoo S.H. et al., 2017). Также стоит подчеркнуть, что использование аллотрансплантатов по сравнению с аутоотрансплантатами увеличивает риск развития рецидивной нестабильности в 2,78 раза (MARS Group, 2014; Nissen K.A. et al., 2018).

Еще один тип функциональных аналогов ПКС, а точнее ее эндопротез – синтетические импланты. С одной стороны они применялись в нашей стране с середины 60-х гг. прошлого века (Ткаченко С.С., 1985), и результаты их использования не могут идти в сравнение с современными реконструкциями, с другой – развитие технологий позволило создать более прочные, бионейтральные и износостойкие материалы. Их применение нацелено на минимизацию осложнений характерных для ауто- и аллотрансплантатов, однако неоднозначность исходов лечения сдерживает их широкое использование (Satora W. et al., 2017).

Таким образом, активное применение аллотрансплантатов, также как и синтетических протезов, не может быть рекомендовано при первичных операциях, а их использование при ревизионных реконструкциях возможно лишь в особых случаях (Romanini E. et al., 2010; Yoo S.H. et al., 2017; Nissen K.A. et al., 2018).

Фиксаторы

Наравне с новыми данными об анатомичности положения ПКС и популяризацией тех или иных трансплантатов разработаны и внедрены новые, а также усовершенствованы ранее применяемые типы фиксаторов. Принципиально все фиксаторы можно разделить на используемые при апертурной (интерферентные винты), накостной (различные виды кортикальных пуговиц, а также кортикальный винт с шайбой и проволокой) и интраканальной фиксации (пины). Каждый из указанных типов фиксаторов обладает своими преимуществами и недостатками, однако к техническим ошибкам следует отнести нарушение техники установки фиксаторов: неправильно подобранные диаметры сформированного туннеля и винта, приводящие либо к неполноценной фиксации трансплантата, либо к повышенному давлению на стенку туннеля, что может стать причиной цилиндрического или веретенообразного расширения костного туннеля и рецидиву нестабильности (Putnis S.E. et al., 2021). При использовании кортикальных пуговиц – укладывание последних на большое количество мягких тканей приводит к последующему ослаблению натяжения трансплантата; неполноценный разворот пуговицы и соскальзывание ее в костный туннель (Stolarz M. et al., 2017). Также характерной ошибкой для всех типов имплантов является их окончательная фиксация при некорректном угле сгибания, что может привести к повышенному натяжению трансплантата и развитию сгибательной контрактуры (Dave L.Y. et al., 2014).

Вторичные стабилизаторы

Помимо очевидных технических причин, связанных с нарушением правил формирования туннелей или подготовкой трансплантата и его фиксацией, существуют ошибки, связанные с недостаточно полной диагностикой и, как следствие, нескорректированными повреждениями вторичных стабилизаторов и синергистов ПКС, а также факторов, предрасполагающих к повышенной нагрузке на трансплантат (Murawski C.D. et al., 2013).

Повреждения менисков

Для хронической передней нестабильности коленного сустава, особенно для рецидива патологии, характерны патогномоничные паракапсулярные повреждения в заднемедиальном отделе медиального мениска и отрыв заднего рога латерального мениска от места крепления к большеберцовой кости в области задней межмыщелковой ямки. Первые носят название «рамповых» разрывов и характеризуются повреждением мениско-капсулярных связок, вторые – это отрыв корня латерального мениска (Liu X. et al., 2011; Peltier A. et al., 2015; Alhamdi H. et al., 2024).

Dejour D. с соавт. (2019) установили, что при описанных выше повреждениях задних отделов медиального мениска и при его резекции передняя трансляция большеберцовой кости возрастает на 2 мм. По данным С. Edgar с соавт. (2019) и В. Sonnery-Cottet с соавт. (2014), повреждения ramпы медиального мениска наблюдаются у 13,0–16,6% пациентов с хронической нестабильностью коленного сустава и составляют порядка 40% всех разрывов медиального мениска при рассматриваемой патологии (Sonnery-Cottet B. et al., 2014; Edgar C. et al., 2019). Указанные повреждения вызывают определенные трудности при диагностике как при изучении МР-томограмм (чувствительность метода не превышает 48%), так и при выполнении диагностического этапа артроскопии и ревизии полости сустава (Peltier A. et al., 2015; Krych A.J., 2018; Pioger C. et al., 2024). В этой связи при подозрении на повреждение медиального мениска в задних отделах целесообразно целенаправленно изучить и оценить его целостность при помощи маневра Гилквиста (заведение артроскопа в задние отделы через межмыщелковую ямку между медиальным мыщелком бедренной кости и ЗКС) или сформировать дополнительный заднемедиальный порт (Liu X. et al., 2011; DePhillipo N.N. et al., 2019). При обнаружении разрыва и возможности патологической дислокации заднего отдела медиального мениска необходимо пластику ПКС дополнить восстановлением поврежденной и функционально несостоятельной ramпы медиального мениска при помощи его шва – фиксацией к

заднемедиальному отделу капсулы сустава (Liu X. et al., 2011; Sonnery-Cottet B. et al., 2014; Edgar C. et al., 2019; Pioger C. et al., 2024).

Р. Chambat с соавт. (2013) обратили внимание на то, что у 25% прооперированных пациентов сохраняется ротационная нестабильность, оказывающая негативное влияние на исход после анатомической реконструкции ПКС. Похожее наблюдение сделали Н. Bjornsson с соавт. (2016), установив, что при оценке отдаленных результатов пластики ПКС положительный «pivot-shift» симптом определяется у 49% пациентов. Данные анализа результатов реконструкций ПКС за последние годы, а также современные анатомические и биомеханические исследования показывают, что основными причинами остаточной ротационной нестабильности, а зачастую и рецидива патологии являются описанный выше отрыв корня латерального мениска и функциональная несостоятельность переднелатеральных синергистов ПКС (Гончаров Е.Н. с соавт., 2018; Эпштейн А.А. с соавт., 2019; Sonnery-Cottet B. et al., 2017; Tramer J.S. et al., 2018; David L. et al., 2019; LaPrade C.M. et al., 2023; Matassi F. et al., 2024).

Задние отделы латерального мениска, аналогично медиальному, предотвращают избыточную переднюю трансляцию голени и, помимо этого, обеспечивают ротационную стабильность (Frank J.M. et al., 2017). Чувствительность выявления этих повреждений на МРТ не превышает 33% (Krych A.J. et al., 2018; Kunze K.N. et al., 2021). Именно поэтому при выраженных симптоме Лахмана и тесте Лози (выявление «pivot-shift» феномена) при артроскопии необходимо предметно обследовать заднелатеральный отдел сустава, с целью выявления разрывов мениска.

Взаимоотягощающий характер этих повреждений, трудность в диагностике, неоднозначность в рекомендациях предпочтительной хирургической техники послужили причиной охарактеризовать в научной литературе рассмотренные повреждения как «новую ужасную триаду» коленного сустава (Rodriguez A.N. et al., 2022). Таким образом, невыявленные или оставленные без должного внимания и коррекции повреждения задних отделов медиального (рамповые разрывы) и отрыв корня латерального менисков при реконструкции ПКС значимо

увеличивают нагрузку на трансплантат и создают предпосылку к его несостоятельности (Ahn J.H. et al., 2011; Stephen J.M. et al., 2016; DePhillipo N.N. et al., 2018).

Мультилигаментарные повреждения

Помимо повреждений задних отделов латерального мениска, развитию ротационной нестабильности способствует декомпенсация синергистов ПКС в переднелатеральном отделе сустава, включающих в себя пучки Каплана, связанные с дистальным отделом бедренной кости, соосные с переднелатеральной связкой и вплетающиеся в капсулу сустава, поверхностный и глубокий слои подвздошно-большеберцового тракта и передний пучок сухожилия двуглавой мышцы бедра (Гончаров Е.Н. с соавт., 2018; Эпштейн А.А. с соавт., 2019; Lubowitz J.H., 2015; Getgood A. et al., 2019). Экспериментальные анатомические исследования продемонстрировали, что до 90% пациентов с развившейся переднелатеральной ротационной нестабильностью ввиду разрыва ПКС имеют различной степени выраженности повреждения описанного связочно-сухожильного комплекса (Song G. et al., 2016; Ferretti A. et al., 2017). Опубликованные данные биомеханических исследований говорят, что при пересечении ПКС и переднелатеральных стабилизирующих структур, изолированная реконструкция ПКС не способна полноценно восстановить стабильность сустава (Noyes F.R., 2016). Более того, при длительно существующей и не купированной хронической, а тем более рецидивной нестабильности ее ротационный компонент склонен к прогрессированию (Song G. et al., 2016).

Наряду с описанными выше задними отделами менисков и переднелатеральным сухожильно-связочным комплексом, очевидно важную роль в стабилизации сустава играют ЗКС, ББКС, МБКС (James E.W. et al., 2015; Margheritini F., 2019; Yaras R.J. et al., 2024). Современные анатомические исследования указывают на достаточно низкую долю изолированных повреждений указанных связочных структур. Так, изолированные повреждения ЗКС встречаются в 4,9–12,2%, ББКС – в 7,3–8,7%, а МБКС лишь – в 1,8– 2,4%

случаев (Гайворонский И.В. с соавт., 2021; Margheritini F., 2019; Naqvi U., Sherman A.L., 2021; Vosoughi F. et al., 2021). Стоит отметить, что описанные анатомические образования входят в состав сухожильно-связочных комплексов, между структурами которых происходит распределение стабилизирующей функции в зависимости от амплитуды сгибания и ротации в коленном суставе, а также от изменяющейся биомеханической нагрузки (Федоров Р.А. с соавт., 2016; Гайворонский И.В. с соавт., 2021; LaPrade R.F. et al., 2018; Dean R.S., LaPrade R.F., 2019; Yaras R.J. et al., 2024).

В заднемедиальном отделе выделяют заднемедиальный сухожильно-связочный комплекс (ЗМССК), в состав которого входят поверхностная и глубокая порции ББКС, коронарная мениско-большеберцовая и задняя косая связки, а также задние отделы медиального мениска (рампа) вместе с утолщенным задним отделом капсулы и сухожилие полуперепончатой мышцы. Описанные анатомические структуры ограничивают переднюю трансляцию голени, тем самым дублируя по функции ПКС (LaPrade R.F. et al., 2007; Dejour D. et al., 2019; DePhillipo N.N. et al., 2019). В состав заднелатерального сухожильно-связочного комплекса (ЗЛССК) входят: МБКС и подколенно-малоберцовая связки, сухожилия подколенной и двуглавой мышц (Гайворонский И.В. с соавт., 2021). Изолированные повреждения связочных структур рассмотренных сухожильно-связочных комплексов встречаются не так часто, тогда как мультилигаментарная травма, сопровождающаяся разрывом ПКС, достигает 70% (Strobel M.J. et al., 2006; Huser L.E. et al., 2017).

Функциональная несостоятельность указанных анатомических образований приводит к формированию многоплоскостной нестабильности и неизбежной перегрузке трансплантата ПКС (Хоминец В.В. с соавт., 2016; Liu P. et al., 2014; Margheritini F. et al., 2019).

Деформация проксимального метаэпифиза большеберцовой кости

Анатомическое строение коленного сустава обуславливает довольно частое сочетание нестабильности, вызванной разрывом ПКС, и варусной деформации, особенно при хроническом характере первой. При значимом смещении

механической оси медиально неизбежно происходит перерастяжение латеральных стабилизирующих структур, что увеличивает ротационный компонент нестабильности, и неизбежно повышается нагрузка на трансплантат ПКС, что может стать причиной неудачной стабилизации коленного сустава на фоне его варусной деформации. Помимо этого, повышенные компрессирующие силы, возникающие на медиальных мыщелках сочленяющихся костей, приводят к повреждению гиалинового хряща и возникновению болевого синдрома, что также влияет на исход. В этой связи коррекция деформации во фронтальной плоскости должна быть рассмотрена как обязательный компонент хирургического лечения (Орлянский В. с соавт. 2020; Zhu T.W. et al., 2025).

Подробное изучение современных научных публикаций, характеризующих биомеханику коленного сустава, показало, что, помимо описанных выше мягкотканых структур, на смещение голени в сагиттальной плоскости оказывает влияние наклон плато большеберцовой кости кзади (Lobenhoffer P., Agneskirchner J.D., 2003). В иностранной литературе эта анатомическая характеристика получила название «posterior slope». В норме рассматриваемый показатель не должен превышать 10° для медиального мыщелка большеберцовой кости и 8° для латерального (Lobenhoffer P., 2007). Экспериментальные исследования показали, что увеличение наклона плато до 12° не вызывает напряжения ПКС и не влияет на переднюю трансляцию голени, тогда как угол, превышающий указанную величину, создает очевидную предпосылку к перегрузке трансплантата и его тракционному повреждению (Tollefson L.V. et al., 2024). Н. Dejour и М. Bonnin (1994), изучая влияние повреждения ПКС на переднее смещение большеберцовой кости установили, что 10° наклона тибиального плато кзади приводят к увеличению передней трансляции голени на 6 мм в независимости от состояния ПКС.

Помимо очевидной гравитационной силы, оказывающей влияние на округлые мыщелки бедренной кости стремящихся «соскользнуть» с большеберцовых, схожее с таковой при скатывании колеса с горы, наклон тибиального плато кзади приводит к изменению контактного давления мыщелков

бедра на плато большеберцовой кости, смещая его кпереди и выводя из под нагрузки задние отделы менисков, тем самым лишая их стабилизирующей функции и максимально загружая ПКС (Lobenhoffer P., 2007).

Эти данные подтверждаются исследованием L. Salmon с соавт. (2018), которые сообщили, что при анализе отдаленных результатов пластики ПКС у пациентов с наклоном тибиального плато кзади более 12° частота рецидивов нестабильности встречалась в 11 раз чаще, нежели у пациентов с нормальным значением «posterior slope». Схожие данные получили и некоторые другие исследователи, что свидетельствует о пагубном влиянии увеличенного заднего наклона плато большеберцовой кости на исходы ревизионных реконструкций (Dejour H., 2015; Akoto R. et al., 2020; Winkler P.W. et al., 2022), причем R.J. Napier с соавт. (2019) описали большую долю атравматичного повреждения трансплантата ПКС у пациентов с деформацией мыщелков большеберцовой кости в сагиттальной плоскости.

Исходя из вышесказанного можно утверждать, что значимый переднезадний наклон проксимального метаэпифиза большеберцовой кости и деформация его во фронтальной плоскости негативно влияют на результат как первичной, так и ревизионной стабилизации коленного сустава, а пренебрежение этими показателями может стать причиной неудачи.

1.2.2. Биологические факторы возникновения рецидивной нестабильности коленного сустава

О биологических причинах рецидивной нестабильности говорят в том случае, когда у пациента развился рецидив патологии без повторной травмы, а при обследовании рассмотренные выше технические ошибки были исключены (Cheatham S.A., Johnson D.L., 2010; Leite C.B.G., Demange M.K., 2019).

При стабилизации коленного сустава путем ауто- или аллопластики трансплантат ПКС подвергается довольно сложному биологическому процессу, получившему название лигаментизация. Несмотря на свою сложность, этот процесс всегда проходит определенные стадии (Muller B. et al., 2013).

Первоначально возникают асептическое воспаление и некроз имплантированной ткани. За ними следуют реваскуляризация и репопуляция трансплантата фибробластами. Последний этап включает в себя модификацию коллагеновой структуры и реконструкцию трансплантата (Ménétrey J. et al., 2008). В целом процесс «перестройки» трансплантата длится около 12 месяцев, но если хоть один из указанных процессов не будет полноценно завершен, трансплантат будет подвержен тотальному некрозу, гиповаскуляризации, дезинтеграции, фрагментации, дезорганизации коллагеновой структуры, что, в свою очередь, может привести к его атоничности и функциональной несостоятельности или лизису (Fu F.H. et al., 1999). Многочисленные исследования на животных (Jackson D.W. et al., 1993; Nagano J. et al., 1996; Dustmann M. et al., 2008), а также результаты МРТ у людей демонстрируют более медленную реваскуляризацию и, как следствие, лигаментизацию аллотрансплантатов (Hulstyn M. et al., 1993; Muramatsu K. et al., 2008). Помимо этого, трансплантаты большего диаметра чаще подвергаются фрагментации и дезорганизации коллагеновых фибрилл, а следовательно, и хуже подвергаются процессу реваскуляризации, лигаментизации и инкорпорации (Chen J.L. et al., 2013). Эти данные однозначно требуют подтверждения более детальными исследованиями, однако склонность к имплантации «массивных» трансплантатов должна быть тщательно взвешена.

Следует отметить, что любой сформированный и имплантированный связочный или сухожильный трансплантат находится в несвойственной для него внутренней среде коленного сустава, где господствует синовиальная жидкость с растворенными в ней агрессивными провоспалительными ферментами, особенно в послеоперационном периоде и при реабилитации. Именно синовия может оказывать литическое действие на трансплантат и лизировать его (Cheung E.C. et al., 2020).

Таким образом, биологическая инкорпорация трансплантата тесно связана с биохимическим фоном внутри суставной полости, меняющимся, в том числе из-за технических и реабилитационных факторов, которые, в свою очередь, зависят от хирурга и реабилитолога соответственно. Однако описанные

патофизиологические процессы, происходящие в трансплантате, не до конца изучены, а имеющиеся данные требуют критического взгляда.

1.2.3. Ошибки послеоперационного ведения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава

Основными задачами послеоперационного реабилитационного лечения являются сохранение тонуса и силы мышц, поддержание правильного паттерна движения и мышечного баланса, профилактика развития контрактуры и увеличение амплитуды движений при ее формировании. Это необходимо для снижения отека и болевого синдрома в области операции, сохранения проприоцептивных связей и предотвращения повторной травмы, особенно в раннем послеоперационном периоде (Filbay S.R. et al., 2019; Grindem H., Brinlee A.W. et al., 2022; Glatcke K.E. et al., 2022).

Как указывалось выше, не только технические ошибки, но и чрезмерно интенсивная и агрессивная реабилитация способны привести к нарушению биологических процессов инкорпорации и лигаментизации трансплантата. Мы уже описали агрессивное воздействие протеолитических ферментов синовиальной жидкости, оказывающей воздействие на трансплантат. Здесь отметим, что возникновение синовита, пагубно влияющего на трансплантат, неизбежно при ранней реабилитации (Pullen W.M. et al., 2016).

Помимо биохимической составляющей развития функциональной несостоятельности трансплантата, стоит отметить биомеханический компонент развития нестабильности. При ранней реабилитации (начавшейся до инкорпорации трансплантата в туннеле), включающей разработку и увеличение амплитуды движений, появляется механическое воздействие трансплантата на передненижний край внутрисуставной апертуры бедренного туннеля. Этот процесс получил название «эффект стеклоочистителя». При значимом длительном циклическом воздействии трансплантат «выбирает» передненижний край апертуры, туннель принимает вид воронки и стабильность сустава теряется (Jenkins S.M. et al., 2022). Также стоит отметить второй, не менее важный,

негативный эффект – «банджи» (растягивающегося каната). Он возникает при нагрузке на трансплантат при определенном угле сгибания в коленном суставе, близкому к 150° , когда туннели в бедренной и большеберцовой костях располагаются на одной оси. Вследствие этого трансплантат вытягивается в прямую линию, а тракционная нагрузка в этот момент приводит к его растяжению, что в дальнейшем является причиной его функциональной несостоятельности и остаточной нестабильности коленного сустава (Wiggins A.J. et al., 2016).

В завершение следует отметить, что пренебрежение этими так называемыми факторами риска в ходе уже ревизионной стабилизации сустава для купирования его хронической рецидивной нестабильности объясняет в целом менее успешные результаты таких вмешательств по сравнению с первичными реконструкциями ПКС (Wright R.W. et al., 2012; Martin R.K. et al., 2022).

1.3. Современные принципы ревизионной реконструкции ПКС

Рассмотрев, описанные выше причины возникновения рецидивной нестабильности, можно утверждать, что, говоря о современных принципах коррекции рассматриваемой патологии, прежде всего нужно провести «работу над ошибками» и установить причину неудачи (Tapasvi S. et al., 2021).

Диагностический принцип

Исчерпывающая диагностика имеет принципиальное значение для планирования ревизионной операции. Так, помимо рутинного рентгенологического обследования всем пациентам необходимо выполнять дополнительные исследования, способные установить факторы, повлиявшие на рецидив патологии. На КТ необходимо определить точное положение внутрисуставных апертур туннелей и их расширение (Miller M.D. et al., 2021). Для выявления внутрисуставных мягкотканых повреждений синергистов ПКС всем пациентам выполняют МРТ, а для расчета опорного баланса нижней конечности и выявления патологических деформаций костей, образующих коленный сустав – телерентгенографическое исследование. Помимо статических показателей,

чрезвычайно важно рассчитать функциональную состоятельность описанных выше анатомических структур, оказывающих влияние на стабильность сустава. Рентгенологические варус-/вальгус-стресс тесты определяют стабильность во фронтальной плоскости и целостность латеральных и медиальных связочных элементов соответственно. Функциональные рентгенологические тесты в сагиттальной плоскости – декомпенсацию и несостоятельность ПКС и ее синергистов (Dini F. et al., 2019; Kew M.E. et al., 2020).

Таким образом, только детальная и всесторонне охватывающая диагностика позволяет выявить причины неудачи и является первым постулатом в лечении РНКС.

Анатомичность положения трансплантата

Реконструкция ПКС как главной стабилизирующей структуры, а также пластика и/или прямое восстановление ее синергистов максимально воссоздают нормальную анатомию коленного сустава и тем самым обеспечивают необходимую стабильность и правильную кинематику, предотвращая раннее проявление дегенеративно-дистрофических изменений (Middleton K.K. et al., 2015). Результатом современных клинических и анатомических работ является признание строго анатомичного восстановления ПКС (Feagin J. et al., 2015). В практическом плане анатомичность пластики определяется целенаправленным поиском и подготовкой мест крепления нативной ПКС («отпечатков») и формирования костных туннелей с апертурой в строго определенных местах. Для реализации этой цели были разработаны техники формирования бедренного туннеля – транспортальная и «все внутри», получившие название анатомичных. На сегодняшний день именно они занимают главенствующее место при первичных реконструкциях ПКС, придя на смену неанатомичной транстибиальной технике (Stone A.V. et al., 2020).

Однако при ревизионных стабилизациях зачастую возникают технические трудности с правильным позиционированием апертур ввиду наличия туннелей от предыдущих вмешательств, нередко расположенных «частично анатомично» или расширенных до критичного размера и не позволяющих соблюсти

рассматриваемый принцип. В этой связи хирургам приходится прибегать к техническим «уловкам», направленным на восполнение костной ткани или переходить на двухэтапное лечение, где первоначально осуществляется пластика костных туннелей и лишь после перестройки костной ткани – ревизионная реконструкция ПКС (Ahn J.H. et al., 2021).

Также стоит отметить, что правильное анатомическое положение трансплантата подвергает его значимым механическим воздействиям, сопоставимым с таковыми при стрессовых нагрузках на нативную ПКС (Hassebrock J.D. et al., 2020; Malige A. et al., 2022), что, несомненно, может приводить к большему числу рецидивов ввиду повторной травмы, но в то же время снижает долю остаточной нестабильности и рецидивов ввиду несостоятельности трансплантата.

Принцип максимально возможной хирургической коррекции

Воссоздание нормальной анатомии коленного сустава чрезвычайно важно не только при позиционировании трансплантата, но и при выявлении декомпенсации синергистов ПКС, часто сопровождающих РНКС. Отсюда следует, что вторым по значимости принципом лечения рецидивной нестабильности является восстановление поврежденных менисков и вторичных стабилизирующих структур переднелатерального и задних сухожильно-связочных комплексов, возникших при первичной травме или ввиду длительно существующей нестабильности (Сучилин И.А. с соавт., 2012; Boniello M.R. et al., 2015; Pansard E. et al., 2015).

С одной стороны, наиболее простым и логичным путем реализации этой цели является прямое восстановление путем шва разорванных анатомических образований, с другой – при первичной реконструкции повреждениям вторичных стабилизаторов хирурги не уделяют должного внимания, концентрируясь лишь на ПКС, а зачастую не хотят расширять объем оперативного пособия ввиду различных причин (не придают значения выявленным повреждениям, время операции, расход фиксаторов и т.д.) (Rodeo S.A., 2000). Также стоит отметить, что технически не всегда возможно выполнить прямое восстановление, особенно при

застарелых повреждениях. В таком случае необходимо расширять объем вмешательства, что тоже, по понятным причинам, стараются не делать (Kimura Y. et al., 2000).

Некоторые исследователи считают, что совсем другой подход должен быть использован при рецидиве патологии. Несмотря на то, что ключевым элементом в восстановлении стабильности сустава является ПКС, не брать во внимание вторичные стабилизаторы невозможно. Этот принцип поможет приблизить результаты ревизионной реконструкции к таковым при хирургическом лечении первичных разрывов ПКС (Tapasvi S., Shekhar A., 2021).

Типичными сопутствующими повреждениями при разрыве ПКС, особенно при хроническом и рецидивном характере патологии, являются паракапсулярный разрыв заднемедиальной части медиального, отрыв корня латерального менисков, переднелатерального и задних стабилизирующих комплексов, являющихся синергистами ПКС (Alhamdi H. et al., 2024). В отношении поврежденного заднего отдела медиального мениска большинство хирургов склоняются к его внутрисуставному шву при помощи специальных прошивающих аппаратов (методика «все внутри»). Эта процедура позволяет надежно фиксировать мениск, при этом минимизируя риски повреждения подколенного сосудисто-нервного пучка (Rodeo S.A., 2000; Pioger C. et al., 2024; Dzidzishvili L. et al., 2025). Также шов может быть выполнен через дополнительный заднемедиальный артроскопический порт, однако такая манипуляция требует определенного хирургического навыка и несколько удлиняет операцию. Одним из ключевых аспектов шва застарелых разрывов менисков рассматриваемой области является использование техник освежения разрыва. Основными являются трифинация (создание проколов из области разрыва до неповрежденной части при помощи длинной иглы или спицы) и распринг (абразивная техника, выполняемая специальным рашпилем) (Petersen W. et al., 2022; Kim J.S. et al., 2023).

При выявлении отрыва корня латерального мениска рекомендуют выполнять его трансоссальную фиксацию. Для этого задний рог прошивают внутри сустава при помощи специального аппарата («скорпиона») минимум

двумя нитями. В место крепления мениска к кости устанавливают направитель и рассверливают туннель, через который проводят нити и фиксируют на передней поверхности медиального мыщелка бедренной кости (Kim J.S. et al., 2023).

Выше мы указывали, что отрыв корня латерального мениска связан с патологической внутренней ротацией голени, проявляющейся в виде выраженного симптома Лози (положительный pivot-shift феномен +++). При выявлении столь значимого ротационного компонента нестабильности необходимо ставить под сомнение целостность передненаружного стабилизирующего комплекса полностью или структур его образующих – переднелатеральной связки, малоберцовой коллатеральной связки, подвздошно-большеберцового тракта (Dzidzishvili L. et al., 2025). На сегодняшний день большинство хирургов при рецидиве патологии рекомендуют превентивно укреплять рассмотренный переднелатеральный отдел. К такому мнению пришли J. Tramer с соавт. (2014), установив, что 38,2% ортопедов, специализирующихся на реконструктивной артроскопической хирургии коленного сустава, используют армирование указанной области. С практической точки зрения это достигается путем использования одного из двух, принципиально отличных друг от друга способов. Первый связан с реконструкцией переднелатеральной связки, тогда как второй заключается в выполнении экстраартикулярного тенодеза с вовлечением дистальной части подвздошно-большеберцового тракта. Стоит отметить, что указанные процедуры на сегодняшний день используют как дополнение к ревизионным реконструкциям, а также при первичных операциях у пациентов с выраженной ротационной нестабильностью (Middleton K.K. et al., 2015; Xiao Y. et al., 2023). Группа авторов во главе с B. Sonnery-Cottet (2017), проанализировав результаты лечения 503 пациентов, установила, что дополнение пластики ПКС реконструкцией ПНС снижает частоту рецидива нестабильности в 2,5 раза при использовании трансплантата ВТВ и в 3,1 – при использовании сухожилия полусухожильной мышцы. Исследование D. Lee с соавторами (2021) показало, что применение техник экстраартикулярного армирования у спортсменов позволило снизить долю остаточной ротационной нестабильности с 46,5% до

9,5% и увеличить таковую при достижении спортивных результатов прежнего уровня с 25,6% до 57,1%.

1.4. Выбор ревизионного трансплантата

Несмотря на возможность коррекции и включения в стабилизацию коленного сустава элементов «второй линии защиты», основной стабилизирующей структурой остается трансплантат ПКС, а главным требованием, предъявляемым при ревизионных операциях, является его повышенная прочность (Hopper G.P. et al., 2022; El Helou A. et al., 2023).

В настоящее время наиболее популярными аутооттрансплантатами для ревизионной стабилизации являются центральная треть связки надколенника с костными блоками из надколенника и бугристости большеберцовой кости (bone-tendon-bone (BTB)); сухожилия подколенных мышц (полусухожильной и нежной (ST+G)); четырехглавой мышцы бедра (QT); длинной малоберцовой мышцы (PLT). Также применяют различные виды аллотрансплантатов, однако возможность их заготовки, консервации и использования ограничены, что влияет на их распространенность. Помимо этого, исследования последних лет с высокой степенью доказательности говорят о более высоких результатах оперативного лечения РНКС при использовании аутооттрансплантатов по сравнению с аллогraftами (MARS Group, Wright R.W. et al., 2021; Rahardja R. et al., 2021). Первые показывают превосходство не только в критериях «качество жизни» и «спорт и отдых», оцененных при помощи ортопедических опросников IKDC и KOOS, но и в доле послеоперационных разрывов: 5,4% и 12,7% соответственно. Группа многоцентрового исследования по изучению ревизионных реконструкций ПКС (MARS) пришла к выводу, что частота рецидивов патологии при использовании аллотрансплантатов выше в 2,78 раза по сравнению с использованием собственных тканей пациента (MARS Group. Effect of graft choice ..., 2014; MARS Group, Wright R.W. et al., 2021). Схожие результаты опубликовали К.А. Nissen с соавт. (2018), проанализировав результаты лечения

1619 больных – частота хирургической неудачи при использовании аутооттрансплантата ниже в 2,2 раза.

При этом на сегодняшний день мнения об оптимальном аутооттрансплантате при ревизионных операциях весьма противоречивы (Malige A. et al., 2022 Lind D.R.G. et al., 2023). Трудность заключается в необходимости учета факторов, влияющих на функциональный результат ревизионной стабилизации в целом, а не только надежности используемого трансплантата, т.е., с одной стороны, необходимо использовать трансплантат «повышенной прочности», позволяющий рассчитывать на раннее и полноценное восстановление уровня физических нагрузок, с другой, – минимизировать последствия повреждения донорской области, оказывающих негативное влияние на функцию конечности ввиду развития болевого синдрома, гипотрофии мышц, изменения паттерна движения и т.д. (Min J.H. et al., 2020).

Прочностные характеристики трансплантата находятся в прямой зависимости от величины его поперечного сечения (Chen T. et al., 2024; Pineda T. et al., 2025). Ряд исследователей считают, что в случае с мягкоткаными трансплантатами, формируемыми из сухожилий полусухожильной и нежной мышц, эта величина должна составлять не менее 8 мм (Jagadeesh N. et al., 2022; Mirzayan R. et al., 2023). Однако чрезмерное и необдуманное увеличение диаметра трансплантата за счет количества пучков или применения массивных аллосухожилий может привести не только к трудностям с формированием туннелей большого диаметра, позиционированием трансплантата, его конфликту в ограниченном пространстве межмышцелковой ямки и повреждению (Cernat E.M. et al., 2024), но и нарушению процессов лигаментизации, что может стать причиной функциональной несостоятельности трансплантата. В этой связи использовать трансплантат с поперечным сечением более 11 мм многие клиницисты не рекомендуют (Alkhalaf F.N.A. et al., 2021; El-Azab H. et al., 2023; Abudaqqa R.Y. et al., 2024).

В настоящее время ряд исследователей при ревизионной реконструкции предпочитают применять трансплантат из центральной трети связки

надколенника шириной 10 мм. Его прочность превосходит трансплантат из полусухожильной и нежной мышц сопоставимого размера (в том числе ввиду отсутствия «тонких» мест сшивания пучков и возможного растяжения и прорезывания нитей), имеется возможность костной пластики увеличенных туннелей после первичной операции и апертурной фиксации, что исключает растяжение петли фиксатора и механического воздействия на передненижний сектор костного туннеля, приводящих к функциональной несостоятельности трансплантата и его остаточной нестабильности (Ehlers C.B. et al., 2021; Hughes J.D. et al., 2024). Так, J. Synovet с соавт. (2019) сообщили, что у пациентов с повышенными физическими нагрузками американские военные ортопеды применяют аутоотрансплант ВТВ в 47,4% наблюдений, тогда как подколенные сухожилия лишь в 26,3%. Отметим, что на сегодняшний день трансплантаты ВТВ утратили статус «золотого стандарта» при первичных реконструкциях, однако имеют обоснованное широкое распространение уже при рецидивах рассматриваемой патологии. Группа исследователей во главе с К. Webster (2021) изучили специфику использования трансплантатов при собственных оперативных вмешательствах у спортсменов. При первичных пластиках трансплантатом выбора явились подколенные сухожилия – доля их применения достигала 94,5%, тогда как ВТВ лишь в 2,7%. При изучении ревизий авторы представили принципиально отличающиеся данные: ВТВ – в 58,5%, а ST+G – 28,7%. Схожие результаты продемонстрировали A.R. Var с соавт. в 2019 году: при первичных стабилизациях в 64,9% использовали подколенные сухожилия, а ВТВ в 34%, тогда как при ревизиях доля трансплантата из центральной трети связки надколенника составила 62,2%, а ST+G – 23%.

Стоит отметить, что при ревизионных стабилизациях приоритет выбора в сторону трансплантата ВТВ определяется еще и потому, что подколенные сухожилия зачастую используются в ходе первичных реконструкций. Применение, на первый взгляд, более надежного трансплантата из центральной трети связки надколенника может привести к ряду негативных последствий, оказывающих пагубное влияние на исход хирургического лечения РНКС. Самые

явные и наиболее часто встречающиеся – выраженный болевой синдром в донорской области и длительно сохраняющаяся гипотрофия четырехглавой мышцы бедра – одного из важнейших динамических стабилизаторов коленного сустава. В этой связи происходит снижение темпов реабилитации и восстановления как двигательной, так и опорной функций конечности. Помимо этого, риск перелома надколенника, даже в отдаленном периоде, наличие противопоказаний к использованию рассматриваемого трансплантата при выявлении дегенеративно-дистрофических изменений в пателло-фemorальном отделе и, наоборот, их прогрессирование в послеоперационном периоде, определенная сложность в заборе, формировании и установке трансплантата – все выше перечисленное заставляет хирургов все чаще отказываться от использования трансплантата ВТВ даже при ревизионных операциях (Cruz C.A. et al., 2020; Rahardja R. et al., 2021; Tanaka Y. et al., 2023; Trasolini N.A. et al., 2023).

Схожими преимуществами и недостатками обладает трансплантат, формируемый из сухожилия четырехглавой мышцы бедра (QT). Бесспорными плюсами этого графта являются возможность использовать сухожилие совместно с костным блоком, варьировать не только длину, но и толщину сухожильной части (Raj S. et al., 2024). Однако отдаленные результаты лечения, по данным исследователей, сопоставимы с таковыми при использовании подколенных сухожилий (Barié A. et al., 2029; Ashy C. et al., 2023).

Еще одним ревизионным трансплантатом, набирающим популярность, является сухожилие длинной малоберцовой мышцы (He J. et al., 2021; Goyal T. et al., 2023; Park J.Y. et al., 2024; Selcuk H. et al., 2024). С одной стороны использование указанного сухожилия показывает сопоставимые отдаленные результаты хирургической стабилизации с применением сухожилий полусухожильной и нежной мышц (Park J.Y. et al., 2024; Punnoose D.J. et al., 2024), с другой – его тракционные прочностные характеристики, по данным K.Y. Phatama с соавт. (2019), превосходят ВТВ и QT. Ряд проведенных исследований указывает на безопасность забора рассматриваемого сухожилия с точки зрения функции стопы и голеностопного сустава оцененных при помощи шкалы AOFAS

(Saoji A. et al., 2023; Zhang S. et al., 2024). Простота забора и формирования, а также размер поперечного сечения подготовленного трансплантата делают его перспективным для использования при ревизионных стабилизациях коленного сустава.

Чрезвычайный интерес представляет способ увеличения прочности трансплантатов путем их армирования синтетической лентой (Maginnis C et al., 2024; Novaretti J.V. et al., 2024). Ее использование позволяет начать более раннюю реабилитацию, снижает степень растяжения сухожилия и петли фиксатора при субкритических циклических нагрузках, защищает трансплантат при значимой повторной травме (Greiner S. et al., 2024; Vesely B. et al., 2025). Так, при поперечном сечении трансплантата 8 мм и использовании синтетической ленты доля удлинения снижается на 50%, а тракционное воздействие, необходимое для разрыва, увеличивается с 968 ± 103 N до 1592 ± 105 N, что говорит о значимом приросте прочностных характеристик (Ifarraguerri A.M. et al., 2025).

Принимая во внимание данные современных научных публикаций, можно утверждать, что все широко используемые аутооттрансплантаты могут быть рекомендованы для ревизионной реконструкции ПКС, однако стоит учитывать их преимущества и недостатки в зависимости от индивидуальных особенностей пациента. Аллотрансплантаты ввиду их ограниченной распространенности, а также низких результатов лечения при их использовании не могут быть внедрены повсеместно и быть рекомендованы как трансплантаты выбора при рецидивах рассматриваемой патологии, но при дефиците пластического материала и экстраартикулярных процедурах целесообразно их рассматривать. Синтетические протезы показывают неоднозначные отдаленные результаты ввиду невозможности их биологической интеграции. Однако перспективным представляется использование синтетического армирования аутооттрансплантата для возможности ранней реабилитации и профилактики критических повреждений при повторной травме.

1.5. Этапность хирургического лечения

При лечении РНКС нередко возникают ситуации, когда последствия первичной стабилизации (положения внутрисуставных апертур костных туннелей, наличие фиксаторов) или выявленные при предоперационном обследовании анатомические особенности пациента (деформации проксимального метаэпифиза большеберцовой кости) не позволяют соблюсти принцип анатомичности и вынуждают выполнять дополнительные хирургические пособия – костную пластику туннелей, удаление фиксирующих конструкций, различные виды корригирующих остеотомий большеберцовой кости. Перед хирургом возникает дилемма: выполнять все необходимые процедуры одномоментно, либо первоначально скорректировать указанные факторы, а вторым этапом провести ревизионную реконструкцию ПКС (Moran T.E. et al., 2024; Tollefson L.V. et al., 2024).

С одной стороны, метод одноэтапной стабилизации является более предпочтительным ввиду ограничения пациента от двух хирургических пособий с соответствующими их рисками и более длительных ограничительном и реабилитационном периодах (Dragoo J.L. et al., 2019; Salem H.S. et al., 2020), с другой стороны, они вызывают реальные технические трудности, зачастую заставляют идти на компромисс с описанным выше принципом анатомичности, что, по мнению многих авторов, недопустимо в ходе ревизионных операций, а также создают предпосылки к развитию осложнений, связанных, также как и при пластике костных туннелей, с необходимостью восполнения костной ткани мыщелков сочленяющихся костей (Rizer M. et al., 2017; Ahn J.H. et al., 2021). В этой связи можно сделать вывод о том, что одноэтапные методики ревизионной реконструкции ПКС целесообразно использовать при корректном (анатомичном) положении и отсутствии расширения (или его приемлемой величине) внутрисуставных апертур, а также при апертурах, не мешающих проведению новых туннелей в случае реконструкции «по типу первичной», тогда как необходимость выполнения одноэтапной комбинированной ревизионной реконструкции ПКС, дополненной костной пластикой для соблюдения принципа

анатомичности, надежной установки и фиксации трансплантата, должна быть тщательно взвешена ввиду имеющихся трудностей (Miller M.D. et al., 2021; Ifarraguerri A.M. et al., 2025). Они заключаются, прежде всего, в значительной технической сложности таких вмешательств, что может привести к увеличению времени операции и интраоперационным осложнениям, а также к необходимости использования специального хирургического оборудования и инструментов (Kew M.E. et al., 2020). Помимо этого, в нашей стране возможность широкого использования аллотрансплантатов, особенно костно-сухожильных, ограничена.

Ряд исследователей указывают на схожие среднесрочные и отдаленные результаты одно- и двухэтапной тактики хирургического лечения РНКС (Mitchell J.J. et al., 2017; Colatruglio M. et al., 2021). В частности, группой ученых во главе с М. Colatruglio в 2021 году проведен метаанализ, из которого следуют выводы о том, что при корректном отборе больных и адекватном предоперационном планировании результаты одно- и двухэтапных ревизионных реконструкций сопоставимы по субъективным ортопедическим опросникам, объективным клиническим тестам, а также по частоте послеоперационных осложнений и рецидива патологии. Это стоит трактовать с точки зрения чрезвычайной важности показаний к тому или иному тактическому решению и не пытаться во чтобы то ни стало выполнить ревизионную реконструкцию в один этап или наоборот, целенаправленно идти на костную пластику для того, чтобы во время повторной реконструкции ПКС работать «с чистого листа», что однозначно комфортнее для хирурга.

На сегодняшний день нет единого мнения о показаниях к выбору количества этапов хирургического лечения рассматриваемой патологии (Ifarraguerri A.M. et al., 2025; Nielsen T.G. et al., 2025). Так, упомянутые выше авторы М. Colatruglio с коллегами выделили следующие критерии: расширение туннелей до 14 мм и более или его неанатомичное положение, а при формировании нового – риск их слияния, а также наличие фиксаторов, мешающих анатомичному проведению туннелей, а при их удалении – формирование критичного костного дефекта. В 2021 году D. De Sa с соавт.

разработали систему выбора этапности лечения при рецидиве нестабильности коленного сустава (REVISE ACL), основанную на анализе результатов КТ. Однако конкретных критериев одно- и двухэтапного лечения в зависимости от направления и формы костных туннелей и их апертур авторами не представлено. R. Magnussen с соавт. опубликовали исследование, в котором оценке подвержен только туннель в бедренной кости, тогда как большеберцовый оставлен без внимания, помимо этого также отсутствует анализ определенных математических показателей указывающих на этапность (Magnussen, R.A. et al., 2012).

Помимо необходимости пластики расширенных или расположенных частично анатомично костных туннелей, прибегнуть к двухэтапной тактике лечения может вынудить деформация проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, а именно рассмотренные выше наклон мыщелков большеберцовой кости кзади и смещение механической оси нижней конечности медиально или их сочетание (Itthipanichpong T. et al., 2023; Moran T.E. et al., 2024).

В настоящее время большинство исследователей сходятся во мнении, что при выявлении наклона тибиального плато кзади более 12° необходимо при первичной ревизии выполнение операции «повышенной прочности», которая может быть достигнута армированием трансплантата синтетической лентой или укреплением переднелатерального отдела капсулы сустава путем реконструкции ПНС или тенодезом подвздошно-большеберцового тракта (Stone J.A. et al., 2024). Указанная деформация в сагиттальной плоскости оказывает менее пагубное воздействие по сравнению с таковой во фронтальной плоскости, приводящей к быстрому прогрессированию варусного артроза и требующей хирургической коррекции. Однако при последующих рецидивах или деформации более 15° целесообразно рассмотреть выполнение дефлексионной остеотомии, направленной на изменение угла наклона проксимального метаэпифиза кзади до корректных $6-8^\circ$ (Weiler A et al., 2022; Duerr R.A. et al., 2023).

Рассмотренные операции на костях возможно сочетать с одномоментной ревизионной реконструкцией ПКС, но стоит отметить, что клиницисты относятся к такой тактике с большой осторожностью (Peress R. et al., 2021). Так, B. Sonnery-

Cottet с соавт. (2014) сообщили о ряде позитивных наблюдений за пациентами с РНКС, у которых ревизионная пластика ПКС сочеталась с дефлексионной остеотомией большеберцовой кости, но авторы четко указали на техническую сложность и продолжительность таких операций и рекомендовали взвешенно подходить к подбору пациентов для описанной одномоментной тактики хирургического лечения, отдавая предпочтение двум этапам для большинства больных. Схожее мнение высказал В. Reider (2019), говоря о нецелесообразности практического применения симультанного использования методик ввиду их высокой инвазивности и неоднозначности влияния на биомеханику конечности в целом. Кроме того, остается нерешенным вопрос о величине угла деформации требующей хирургической коррекции, а также о том, с какой по порядку ревизии рассматривать показания к выполнению остеотомии (Itthipanichpong T. et al., 2023; Dejour D. et al., 2023; Angachekar D. et al., 2024).

1.6. Резюме

Таким образом, опираясь на данные современной научной литературы, можно констатировать неуклонный рост реконструктивных операций, направленных на стабилизацию коленного сустава после разрыва ПКС. В группе молодых пациентов с высоким уровнем физической активности доля неудовлетворительных результатов достигает 30%, что объясняет высокое число ревизионных хирургических пособий, выполняемых по поводу РНКС, причем их количество неуклонно растет.

Авторы отмечают более низкие функциональные результаты при повторных пластиках ПКС. Основными причинами неудач принято считать повторную травму, технические и реабилитационные ошибки, а также биологические факторы не позволяющие достичь желаемой стабильности сустава. Наиболее часто встречающимися являются неанатомичное позиционирование апертуры костных туннелей, некорректный выбор трансплантата, ошибки при его формировании, позиционировании и фиксации, а также оставленные без коррекции повреждения так называемых «вторичных стабилизаторов». К последним относят патогномоничные разрывы менисков и связочных структур, обеспечивающих стабильность не только в сагиттальной плоскости, но и ротационный ее компонент.

Для выявления и анализа причин неудовлетворительного исхода первичной реконструкции необходимо провести целенаправленный диагностический поиск. Это позволит провести корректное предоперационное планирование и приблизить результат хирургического лечения рецидивной нестабильности к первичным реконструкциям. Помимо последствий полученных травм и предыдущих операций (положение и размер костных туннелей, вид и наличие фиксаторов), анализу должны быть подвергнуты индивидуальные особенности пациентов, влияющие на результат, в первую очередь деформации проксимального отдела большеберцовой кости во фронтальной и сагиттальной плоскостях.

Проведенный обзор литературы позволил установить современные тенденции ревизионной реконструкции ПКС. Основной является стремление не

только к повышению защиты основного трансплантата от высоких стрессовых нагрузок и исключение остаточной и ротационной нестабильности, но и восстановление функции конечности в целом. Решение этих задач заключается прежде всего в соблюдении строгой анатомичности восстановления ПКС и ее синергистов, но сложность их выполнения заключается в неблагоприятном анатомическом фоне – наличии костных дефектов и деформаций мышечков с поврежденным гиалиновым хрящом и функционально несостоятельными элементами «второй линии» защиты, а также дефиците пластического материала для формирования нового, а зачастую и неединственного трансплантата.

На сегодняшний день в научной среде нет единого мнения в отношении описанных вопросов. Не определены необходимый объем и последовательность обследования пациентов рассматриваемого профиля. Ведутся споры об оптимальном ревизионном трансплантате: типе, размере, подготовке, способе формирования и фиксации, необходимости соблюдения строгой анатомичности позиционирования внутрисуставных апертур, а также видах и способах костной пластики при расширенных туннелях. Одним из принципиальных вопросов остается этапность ревизионной коррекции и ее объем.

Все вышесказанное свидетельствует о том, что проблема лечения пациентов с РНКС до настоящего времени не решена. Остаются открытыми вопросы необходимого объема предоперационного обследования и трактовки полученных данных, уточнения показаний к тому или иному виду операционного пособия, определения объема и этапности хирургического лечения пациентов рассматриваемого профиля, что определило выбор темы, постановки цели и задач настоящего диссертационного исследования.

ГЛАВА 2. ПЛАНИРОВАНИЕ, СТРУКТУРА, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Структура исследования и общая характеристика клинического материала

2.1.1. Общая характеристика исследования

Разнообразие клинических проявлений РНКС, полиморфизм причин и факторов, приводящих к развитию рассматриваемой патологии, а также частая неудовлетворенность пациентов результатами хирургического лечения даже при корректно выполненной ревизионной реконструкции ПКС обуславливают необходимость разработки дифференцированного алгоритма обследования больных с разрывом трансплантата ПКС или его функциональной несостоятельностью, переосмысления предоперационного планирования, учитывающего все возможные причины неудач, и усовершенствования подходов к выбору рациональной тактики хирургического лечения пострадавших рассматриваемой категории. Исследование этих вопросов явилось основанием для проведения нашей работы, направленной на улучшение результатов лечения больных с РНКС.

Для реализации цели и задач при планировании настоящего исследования было выделено четыре этапа.

Первый этап научной работы посвящен комплексному анализу среднесрочных (от 12 до 36 месяцев) и отдаленных (более 36 месяцев) 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 г., 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 или вальгизирующей остеотомий и их сочетаний.

Выделение группы пациентов 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 влияют на исход лечения больных с РНКС. В том числе исследовано влияние на функциональные результаты положения и размеров 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 алгоритм обследования пациентов с РНКС, позволяющий выявить показания к одно- и двухэтапной стабилизации, такие как некорректно расположенные туннели в мыщелках 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. Помимо этого, обозначили 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 мышечков, армирование переднелатерального отдела, реконструкцию ЗЛССК коленного сустава, шов медиального мениска, аутохондропластику опорных поверхностей бедренной кости.

На четвертом этапе исследования проанализирована клиническая эффективность предложенных диагностических, хирургических и тактических подходов к лечению пациентов проспективной группы, оперированных в клинике военной травматологии и ортопедии в период с 2018 по 2022 г. по поводу РНКС. Проведен сравнительный анализа среднесрочных анатомо-морфологических и клинико-функциональных результатов лечения пациентов с использованием разработанной тактики и без нее (рис. 2.1.). 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 (Хоминец В.В., 2023) и широко известным стандартизированным шкалам (International Knee Documentation Committee 2000 (IKDC 2000) и Lysholm-Gillquist).

В качестве материала для выполнения первого, второго и четвертого этапов исследования использованы выкопированные данные из медицинской документации и занесенные в протоколы клинических наблюдений: истории болезни, выписные эпикризы, документы военно-врачебной экспертизы, результаты рентгенологических исследований (рентгенография сустава в стандартных укладках, функциональная рентгенография, телерентгенография нижних конечностей), КТ, МРТ, а также данные диагностической артроскопии, ответы пациентов на вопросы опросников IKDC – 2000 и Lysholm-Gillquist, позволяющих оценить интенсивность болевого синдрома, силу мышц конечности, амплитуду движений, стабильность коленного сустава и походку в целом, повседневную и спортивную активности.

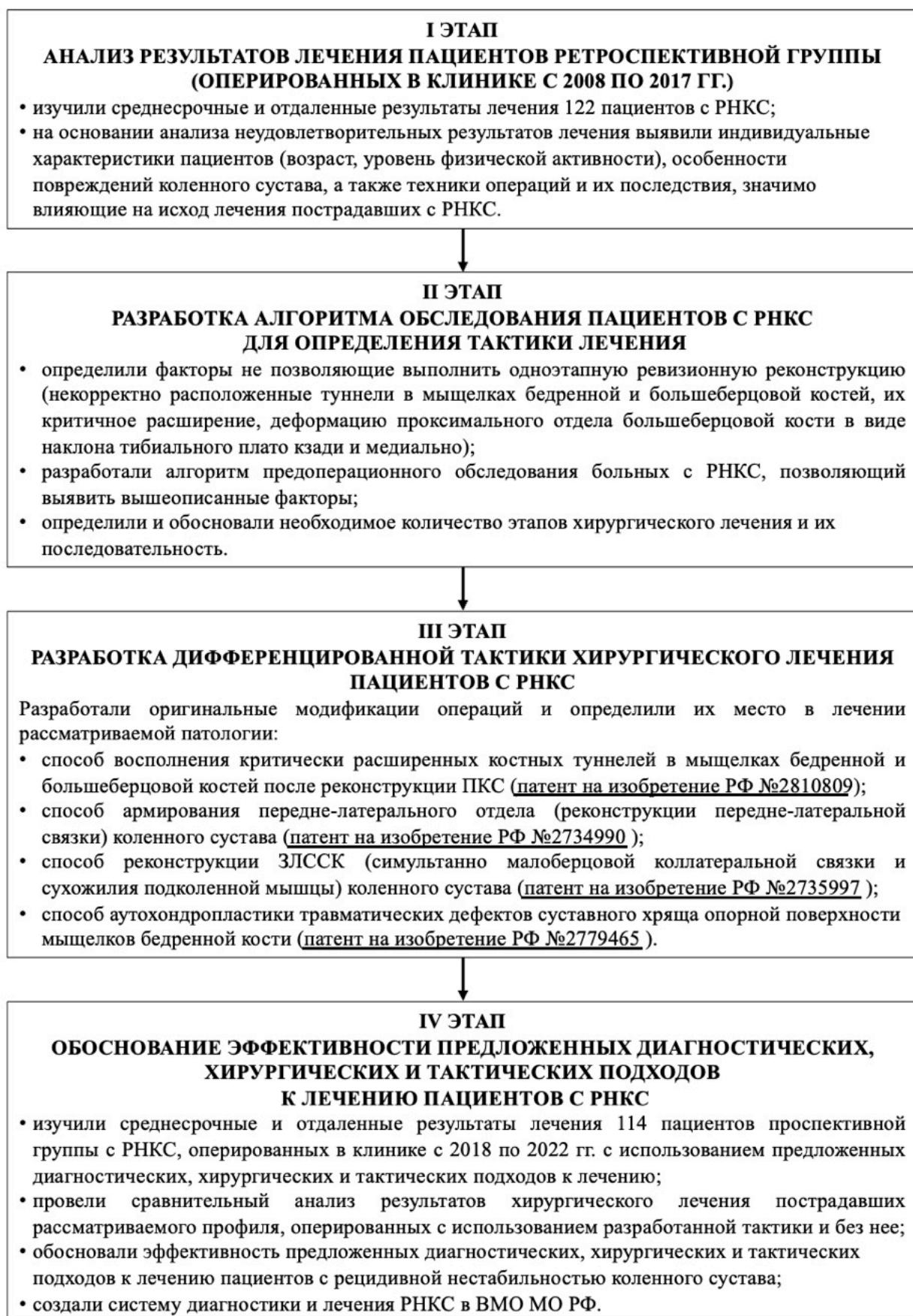


Рисунок 2.1 – Схема общей структуры исследования

2.1.2. Содержание этапов исследования

В результате анализа научной литературы и проведения собственных исследований нами сформулированы основные направления совершенствования диагностических, хирургических и тактических подходов к лечению пациентов с РНКС.

На первом этапе: 1) изучены среднесрочные и отдаленные результаты лечения пациентов, оперированных в клинике с 2008 по 2017 год с использованием традиционных подходов; 2) выделена группа пациентов с неудовлетворительными функциональными результатами лечения и рецидивами, для определения их причин; 3) в этой группе произведена оценка структуры и характера внутри- и экстраартикулярной патологии коленного сустава, оставленной без внимания в ходе первичной операции, а также их роль в исходе лечения; 4) определены индивидуальные особенности пациентов (возраст, уровень физической активности, сопутствующая патология), влияющие на частоту послеоперационных рецидивов и функциональных неудач у больных с РНКС; 5) изучено влияние описанных критериев на результат лечения пациентов ретроспективной группы, а также произведена их систематизация для использования на следующих этапах. Тем самым реализованы первая и вторая задачи исследования, сформирована I (ретроспективная) группа пациентов (рисунок 2.2).

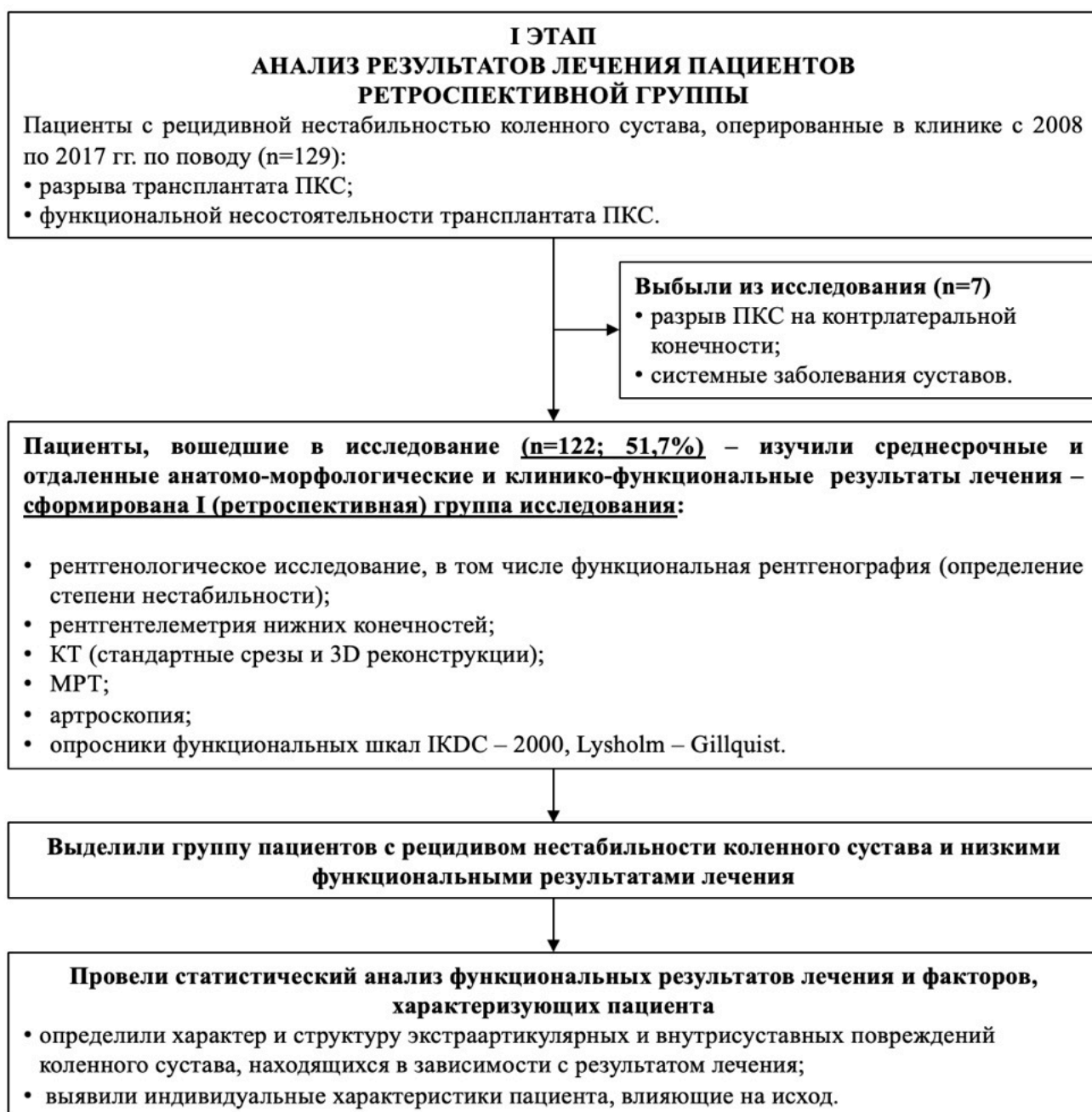


Рисунок 2.2 – Схема первого этапа исследования

Задачи второго этапа диссертационной работы: 1) определить необходимый объем и последовательность обследования для выявления и оценки внутри- и экстраартикулярной патологии, влияющей на результат хирургического лечения; 2) оценить изменения, не позволяющие выполнить ревизионную реконструкцию «по типу первичной» (критически расширенные костные туннели в бедренной и большеберцовой костях), а также факторы, определяющие необходимость применения двухэтапной тактики хирургического лечения пациентов

рассматриваемого профиля. Реализованы третья и четвертая задачи диссертационной работы (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Схема второго этапа исследования

Задачи третьего этапа исследования: 1) разработать новые и усовершенствовать общеизвестные оперативные вмешательства, позволяющие скорректировать выявленную на предыдущих этапах исследования патологию, влияющую на долю рецидивов нестабильности и результат хирургического лечения; 2) предложить и внедрить тактику хирургического лечения пациентов с РНКС. Таким образом реализована пятая задача работы (рисунок 2.4).

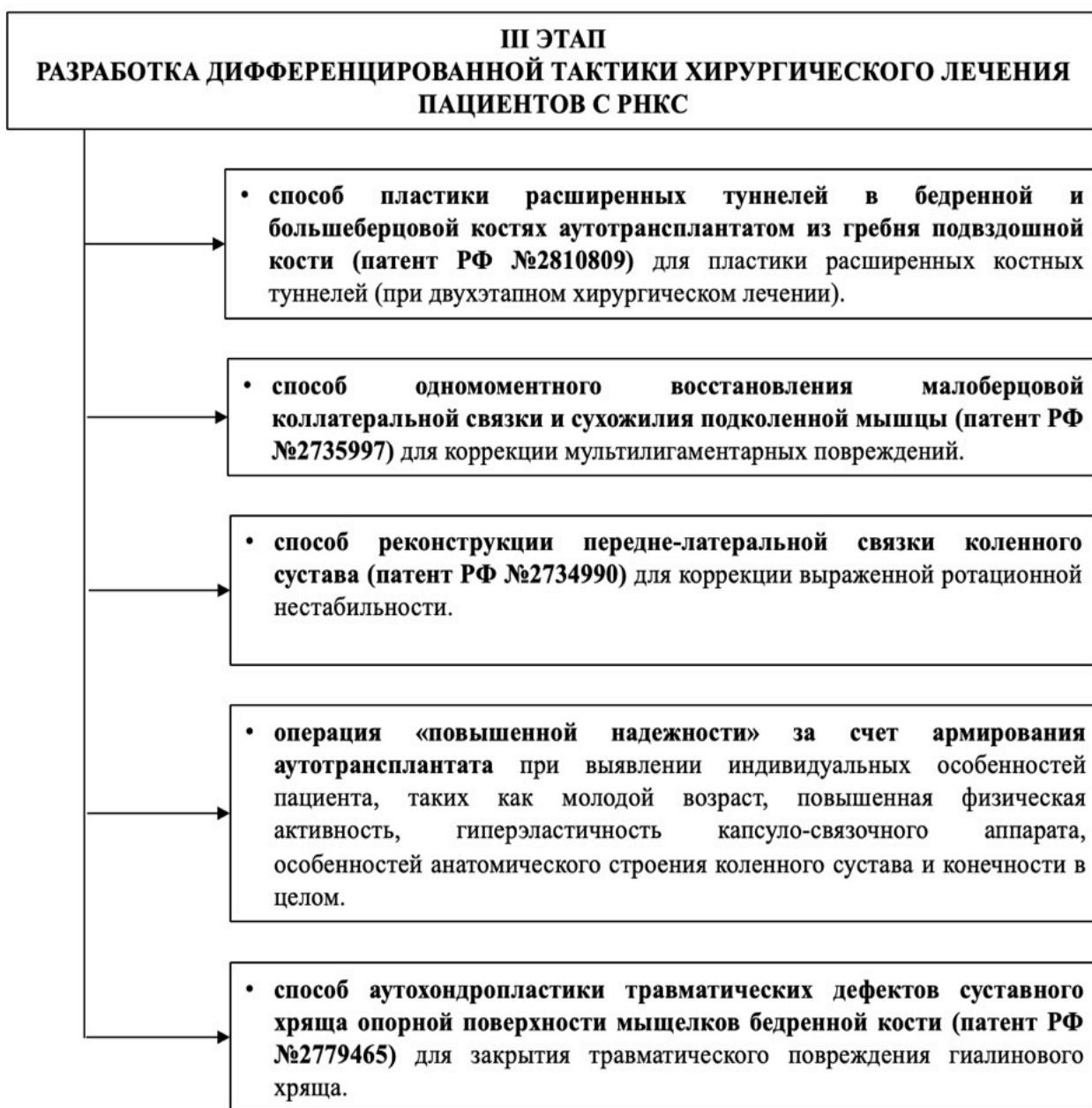


Рисунок 2.4 – Схема третьего этапа исследования

Задачи четвертого этапа: 1) апробировать предложенную дифференцированную тактику хирургического лечения пациентов с РНКС; 2) оценить среднесрочные анатомо-морфологические и клинико-функциональные результаты лечения больных с применением предложенной тактики; 3) провести сравнительный анализ результатов лечения пациентов с применением традиционной и разработанной тактик лечения; 4) обосновать эффективность предложенных диагностических, хирургических и тактических подходов к лечению пациентов рассматриваемого профиля. Сформирована II (проспективная)

группа пациентов, реализована шестая и седьмая задачи, сформулированы выводы и рекомендации (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Схема четвертого этапа исследования

Таким образом, на основании ретроспективного анализа среднесрочных и отдаленных результатов хирургического лечения пациентов с РНКС выявлены значимость возраста, уровня физической активности, индивидуальных особенностей пациента, влияющих на исход его стабилизации, а также сопутствующих повреждений «второй линии защиты», не скорректированных в ходе первичной реконструкции. Разработка рационального алгоритма

диагностики позволила максимально выявить не только повреждения и индивидуальные особенности пациента, но и последствия предыдущих оперативных вмешательств, влияющих как на исход лечения, так и на возможное количество его этапов. Предложение новых и усовершенствование известных техник операций привело к переосмыслению взглядов на предоперационное планирование и хирургическую тактику лечения пациентов рассматриваемого профиля и ее совершенствованию.

Внедрение в клиническую практику разработанных диагностических, хирургических и тактических подходов к лечению пациентов осуществлено в клинике военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова в ходе операций у пациентов проспективной группы. Кроме того, проведен анализ среднесрочных и отдаленных результатов лечения больных с РНКС, в выборе тактики оперативного лечения которых использованы традиционные подходы к диагностике и хирургическому лечению. Установлено, что разработанные и внедренные диагностические, тактические и хирургические подходы к лечению больных с РНКС, а также предложенная на их основе дифференцированная тактика лечения позволяют исчерпывающе оценить внутрисуставную и экстраартикулярную патологию, индивидуальные особенности пациента, подобрать необходимые и наиболее рациональные техники оперативного лечения и соответственно улучшить анатомо-морфологические и клинικο-функциональные результаты лечения.

Протокол исследования одобрен локальным Этическим комитетом при Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол №294 от 24.09.2024). Всеми пациентами подписано согласие на добровольное участие в исследовании.

2.1.3. Материал исследования

Первоначально в исследование были включены 246 пациентов (129 в ретроспективную и 117 в проспективную группы). В связи с разрывом ПКС на контралатеральной конечности и невозможности проведения оценки результатов

из исследования выбыли 7 (2,8%) наблюдаемых: 5 (3,9%) из ретроспективной и 2 (1,7%) из проспективной группы. У 2 (0,8%) пациентов (по одному (0,8%) в каждой группе) в период наблюдения манифестировал подагрический артрит с выраженными проявлениями синовита. В этой связи указанных пациентов исключили из исследования; еще у одного (0,8%) больного ретроспективной группы в послеоперационном периоде развились яркие проявления ревматоидного полиартрита, и продолжать наблюдение посчитали нецелесообразным.

В исследование не включали пациентов с III и IV стадиями гонартроза, сопутствующими гематологическими, эндокринными, метаболическими и ревматологическими заболеваниями, сопровождающимися патологическими изменениями суставов, приемом кортикостероидов, а также с реконструкцией связочного аппарата на контралатеральной конечности ввиду невозможности определения степени нестабильности. Следует отметить, что несколько пациентов, отобранных в исследование, получили травму противоположного коленного сустава, сопровождающуюся разрывом ранее интактной ПКС. Эту характеристику пострадавших мы также оценили и описали в соответствующих главах.

Таким образом, 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 г. (рисунок 2.6).

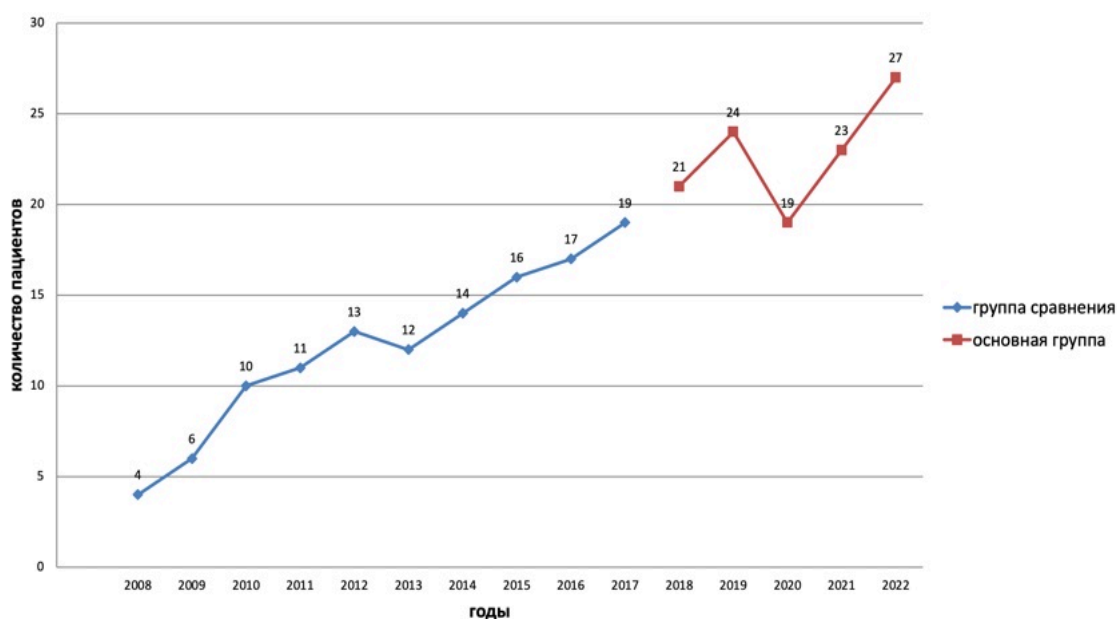


Рисунок 2.6 – Распределение пациентов по группам сравнения, количеству и годам

За период с 2008 по 2017 год 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 переднелатеральной 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 мышечков бедренной кости (патент на изобретение РФ №2779465), армирование аутотрансплантата ПКС синтетической лентой, а также бипланарная остеотомия большеберцовой кости.

Для оценки эффективности предложенной дифференцированной тактики, основывающейся на усовершенствованных подходах к диагностике, хирургическим вмешательствам и тактике, были использованы результаты лечения пациентов ретроспективной группы. Создана I (ретроспективная) группа, в нее вошли 122 пациента, 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 (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Распределение пациентов по группам, хронологии исследования и тактике

Группа пациентов	Хирургическая тактика	Количество больных	
		n	%
I (ретроспективная)	Традиционная	122	51,7
II (проспективная)	Предложенная система лечения	114	48,3
Всего		236	100,0

Для реализации задач первого, второго и четвертого этапов исследования сравнительному анализу были подвергнуты среднесрочные и отдаленные анатомо-морфологические и клинико-функциональные результаты лечения пациентов со сроком наблюдения не менее 36 месяцев после проведенного хирургического лечения и прошедшие полноценный курс медицинской реабилитации.

Материалом для анализа послужили протоколы клинических наблюдений, включающие данные медицинской документации: истории болезни, выписные

справки (особое внимание уделяли факту получения травмы, как первичной, так и при развитии РНКС; дате, особенностям формирования туннелей при первичной реконструкции ПКС, видам используемых фиксаторов), результаты первичных и послеоперационных рентгенологических исследований (рентгенография сустава в прямой и боковой проекциях, сравнительная функциональная рентгенография на предмет состоятельности ПКС с вытяжением голени и стабильности во фронтальной плоскости (варус- и вальгус-стресс тесты), телерентгенография нижних конечностей в двух проекциях), КТ, МРТ. Тщательно изучали артроскопическую картину – состояние и изменения трансплантата ПКС, повреждения менисков и гиалинового хряща; особенности используемых трансплантатов, техники реконструкции ПКС и применяемые фиксаторы. Изучали особенности послеоперационного периода (длительность иммобилизации, ее вид, ограничение опорной нагрузки и т.д.). Качество жизни и функциональное состояние пациентов оценено с использованием опросников IKDC 2000 (приложение 1) и Lysholm-Gillquist (приложение 2) предполагающих оценку походки, повседневной активности, уровня спортивных и физических возможностей, интенсивности боли и воспалительных явлений в суставе, силы конечности, амплитуды движений и стабильности коленного сустава. Дополнительно произведено сравнительное функциональное тестирование коленного сустава на стабильность и силу мышц. В проспективной группе все исследования проводили до выполнения оперативного пособия, через 12, 24 и 36 месяцев после хирургического лечения. Результаты лечения проанализированы с учетом особенностей пациента, характера интра- и экстраартикулярных повреждений, выбранной тактики стабилизации сустава и коррекции выявленной патологии.

Полученные данные выкопировали, кодировали и заносили в электронную базу данных для проведения дальнейшего статистического анализа, которому подвергнуты результаты хирургического лечения 236 пациентов, в том числе 194 (82,2%) мужчин и 42 (17,8%) женщин. Возраст пострадавших находился в пределах от 16 до 57 лет (в среднем $26,2 \pm 8,8$ года). В профессиональном

отношении среди больных преобладали военнослужащие – 174 (73,7%) пациента; люди, занимающиеся физическим трудом – 24 (10,2%), спортсмены – 9 (3,8%), служащие – 8 (3,4%), учащиеся – 16 (6,8%), пенсионеры – 5 (2,1%). Выявленное значимое преобладание лиц мужского пола над женским (194 (82,2%) и 42 (17,8%) соответственно) объясняется преобладанием военнослужащих (особенность пациентов, прикрепленных к Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова), что подтверждено распределением больных по роду профессиональной деятельности. Этот же факт позволяет подчеркнуть, что требования, предъявляемые к военнослужащим, связанные со спецификой военной службы (боевая и физическая подготовки), корректно сравнивать с повседневными нагрузками у спортсменов и людей, занимающихся физическим трудом. Схожая тенденция к распределению по гендерному признаку и уровню физической активности наблюдается во многих отечественных и иностранных современных исследованиях (Adams B.G. et al., 2021; Chia L. et al., 2022; Gracia G. et al., 2022; Christino M.A. et al., 2025; Hardy A. et al., 2025). Вышесказанное позволяет упомянутые категории больных не разделять по роду профессиональной деятельности и уровню физической активности, а сопоставлять полученные среднесрочные и отдаленные результаты лечения.

Наиболее частой причиной ревизионных реконструкций ПКС явилась повторная травма и, как следствие, разрыв трансплантата ($n=158$ (66,9%)). По неотложным показаниям в клинику поступили 32 (13,6%) пострадавших. Указать факт травмы не смогли 78 (33,1%) пациентов. Стоит отметить, что 26 (11,0%) пациентов в анамнезе описывали обстоятельства получения травмы, но по нашему представлению она не соответствовала механизму разрыва ПКС. Этот факт подтвержден местным статусом и дополнительными методами исследования в историях болезней. Такая особенность может говорить о невосстановленной стабильности сустава (нарушение протокола реабилитации, технические ошибки и особенности применяемых хирургических методик и, как следствие, – неполная, щадящая функция сустава в послеоперационном периоде) и восприятию пациентом возникшего эпизода нестабильности как травму. Функциональную

несостоятельность трансплантата зафиксировали у 68 (28,8%) больных, причем у 7 (10,2%) из них рецидив нестабильности развился вследствие повторной травмы. В целом технические ошибки были выявлены у 87 (36,9%) пациентов. Чаще всего они заключались в неправильном позиционировании внутрисуставных апертур и направлении костных туннелей, чрезмерном натяжении трансплантата и армирующих элементов, несоответствии диаметров туннеля и трансплантата, а также оставленной без коррекции сопутствующей патологии, что влияло на клинический исход.

Для их коррекции потребовалось выполнение двухэтапного хирургического лечения у 47 (19,9%) больных. Наиболее часто прибегали к пластике костных туннелей у пациентов проспективной группы 32 (13,6%). Такая значимая доля указанных операций объясняется, с одной стороны, пристальным изучением и соблюдением анатомичности локации внутрисуставных апертур, с другой стороны, дополняется долей пособий, выполненных совместно с высокой остеотомией большеберцовой кости (n=16; 6,8%).

Мультилигаментарные повреждения, потребовавшие реконструкции нескольких стабилизирующих структур, встретились у 30 (12,7%) пациентов. Чаще всего ревизионные реконструкции ПКС сочетались с пластикой ЗКС, ЗМССК и ЗЛССК. Указанные операции были выполнены 19 (8,0%) пострадавшим.

Помимо реконструкций связочного аппарата и восполнения дефектов эпифизов костей, образующих коленный сустав, у 167 (70,8%) пациентов выполнены вмешательства на хряще опорных поверхностей мыщелков бедренной и большеберцовой костей: резекционная (n=106; 44,9%), остеоперфоративная (n=53; 22,5%) и аутохондропластика (n=8; 3,4%).

Более подробно технические ошибки, особенности хирургических техник, сочетание оперативных пособий и их этапность описаны в соответствующих главах диссертационного исследования.

Таким образом, 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, а статистически значимых различий в общей структуре пациентов исследуемых групп зафиксировано не было, что позволило провести корректный сравнительный анализ.

Наиболее ожидаемыми и явными с практической точки зрения различиями между пациентами как внутри одной группы, так и между группами являлись применяемые техники операций (преимущественно техники формирования костных туннелей в бедренной кости), используемые трансплантаты ПКС и способы их фиксации при первичных реконструкциях. Переход от одной техники к другой осуществляли в зависимости от получения новых данных об анатомических особенностях строения и прикрепления нативной ПКС, разработкой и доступностью необходимых инструментов, прежде всего направителей для позиционирования апертур туннелей, обсуждением и популяризацией в ортопедическом сообществе нижеописанных техник.

В ходе исследования встретились 3 (1,3%) пациента, у которых первичная нестабильность коленного сустава была купирована путем протезирования ПКС лавсановым сосудистым протезом по С.С. Ткаченко. Данная методика применялась в 1960–1970 гг. На смену ей пришли «биологические» реконструкции ПКС. Различаются они между собой, как упоминалось выше, преимущественно особенностью формирования туннеля в латеральном мыщелке бедренной кости (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Распределение пациентов с РНКС по применяемым техникам первичной реконструкции ПКС

Техника	Количество больных	
	n	%
Транстибиальная	56	23,7
Транспортальная	102	43,2
«Все внутри»	78	33,1
Всего	236	100,0

Транстибиальная техника, исторически более ранняя, является наиболее простой в исполнении. Для ее реализации во время формирования туннелей в большеберцовой и бедренной костях коленный сустав максимально сгибают. Выбрав оптимальную точку на переднемедиальной поверхности медиального мыщелка большеберцовой кости, снизу вверх, изнутри кнаружи, при помощи сверла, соответствующего диаметру трансплантата, формируют туннель в большеберцовой и бедренной костях одномоментно (рисунок 2.7). Выявленные нами недостатки такого способа реконструкции ПКС, а также влияние его на развитие рецидива нестабильности проанализированы и представлены в главе 3 настоящей работы.

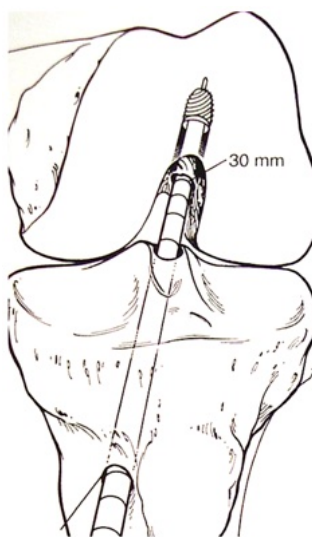


Рисунок 2.7 – Схема транстибиальной техники реконструкции ПКС

С появлением новых данных об анатомии ПКС, накоплением опыта, анализа результатов лечения пациентов были переосмыслены, и сформулированы принципы реконструкции ПКС. Таковыми явились минимальная инвазивность, анатомичность, изометричность и функциональная стабильность трансплантата. Транстибиальная техника не в полной мере соответствовала описанным подходам, и ей на смену пришла анатомичная транспортальная техника. При ее использовании туннели в бедренной и большеберцовой костях формируются отдельно, а внутренние апертуры их расположены в местах крепления нативной ПКС (рисунок 2.8).

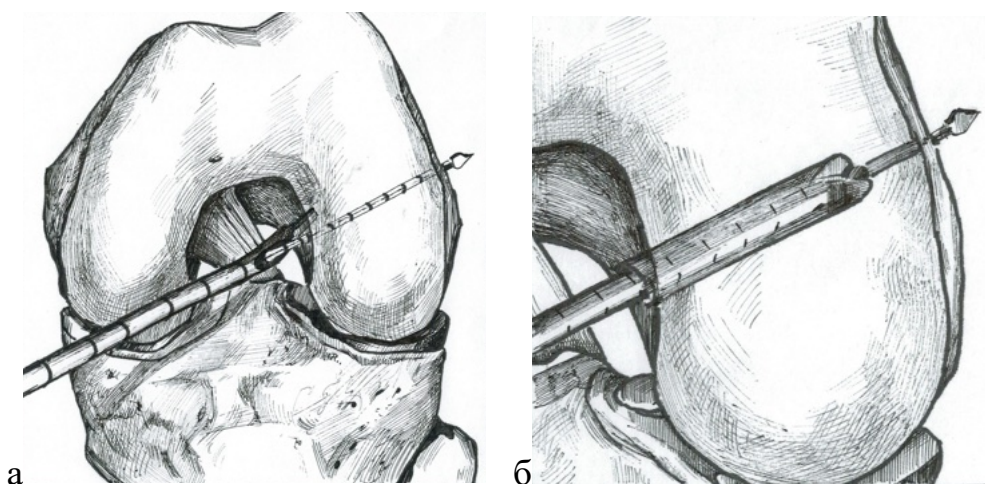


Рисунок 2.8 – Схема анатомической транспортной техники реконструкции ПКС:
 а – установка канюлированного направителя с офсетом в «отпечаток» нативной ПКС; б – формирование слепого туннеля

Первоначально производят подготовку медиальной поверхности латерального мыщелка бедренной кости для определения референтных структур. При помощи шейвера и аблятора очищают межмышцелковую ямку от рубцов и остатков культи нативной ПКС. В качестве ориентира используют границы латерального мыщелка и латеральный межмышцелковый гребень. Туннель должен быть сформирован таким образом, чтобы его внутрисуставная апертура располагалась передним краем в центре мыщелка. Для этого через медиальный порт устанавливают канюлированный направитель с офсетом для позиционирования направляющей спицы в зоне «отпечатка» нативной ПКС. Слепой туннель формируют изнутри-кнаружи при максимально согнутом коленном суставе. В большеберцовой кости сквозной туннель рассверливают снаружи-внутрь, ориентируясь на межмышцелковое возвышение и культю нативной ПКС. При выборе размера сверла для формирования туннелей учитывают диаметр заранее подготовленного трансплантата.

Описанная техника позволяет намного анатомичнее расположить внутрисуставные апертуры костных туннелей, что, несомненно, влияет на результат лечения. Но несмотря на все достоинства описанной транспортной техники, ей на смену пришла биомеханически ориентированная реконструкция по типу «все внутри». Ее особенностями явились малая инвазия и максимально

точное позиционирование внутрисуставных апертур. После удаления рубцов и остатков культи ПКС в центр «отпечатка» на медиальной поверхности латерального мыщелка бедренной кости устанавливают направитель. Снаружи-внутри просверливают туннель специальным складным ретроградным римером диаметром 3,5 мм. Убедившись в корректности положения внутри сустава, ретроградный ример раскладывают до размера, соответствующего диаметру трансплантата. Обратным ходом формируют слепой туннель длиной не менее 25 мм, но не выходящий за наружный кортикал. Риммер складывают в первоначальное положение (3,5 мм) и извлекают из сустава, а в туннель вводят проводники для протягивания трансплантата. Аналогичным образом формируют туннель в медиальном мыщелке большеберцовой кости. Отличительной чертой, помимо анатомичности и малой инвазивности, является более горизонтальный угол бедренного туннеля во фронтальной плоскости, нежели при транспортной технике. Это позволяет избежать «эффекта банджи» (тракционных нагрузок на трансплантат и фиксирующую конструкцию, приводящих к их растяжению) (рисунок 2.9).

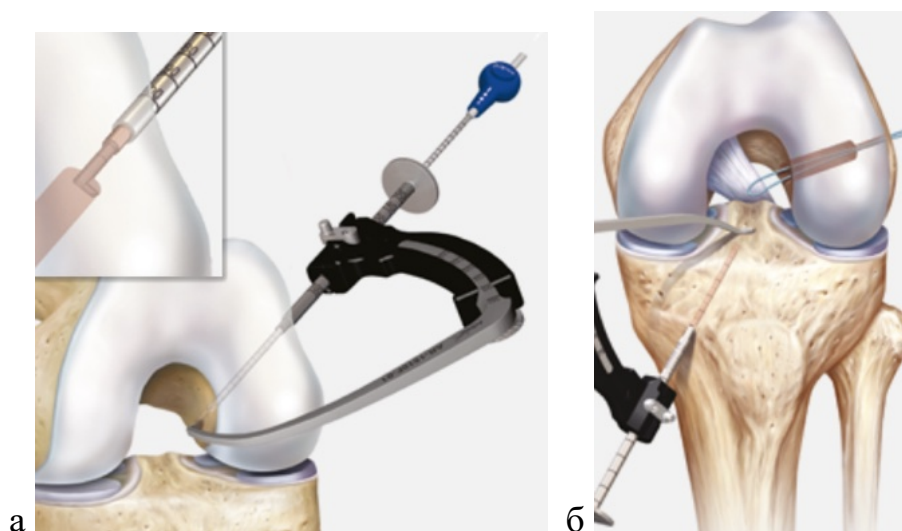


Рисунок 2.9 – Схема реконструкции ПКС «все внутри». Направитель установлен в «отпечаток» нативной ПКС: а – на медиальной поверхности латерального мыщелка бедренной кости, формирование слепого бедренного туннеля ретроградным римером; б – в области передней межмыщелковой ямки большеберцовой кости

Помимо используемых техник формирования костных туннелей, пациенты обеих групп различались используемыми трансплантатами при первичных реконструкциях ПКС (таблица 2.3). Как видно из данных таблицы, хирурги отдавали предпочтение трансплантатам из центральной трети связки надколенника (28,0%), сдвоенным сухожилиям полусухожильной и нежной мышц (33,5%) и счетверенному сухожилию полусухожильной мышцы (23,3%).

Таблица 2.3 – Распределение пациентов с РНКС по используемым трансплантатам первичной реконструкции ПКС

Трансплантат	Количество больных	
	n	%
Центральная треть связки надколенника – ВТВ	66	28,0
Сухожилие полусухожильной мышцы (2 пучка) + сухожилие нежной мышцы (2 пучка) – ST-G	80	33,9
Сухожилие полусухожильной мышцы (4 пучка) – ST	55	23,3
Сухожилие четырехглавой мышцы – QT	14	5,9
Сухожилие длинной малоберцовой мышцы – PL	16	6,8
Другие	5	2,1
Всего	236	100,0

Такое схожее распределение, на наш взгляд, обусловлено следующими причинами. В конце прошлого и начале нынешнего века «золотым стандартом» в реконструкции ПКС считали трансплантат из центральной трети связки надколенника. Его популярность, помимо характеристик самого трансплантата, была обусловлена довольно скудным ассортиментом фиксаторов. Наиболее распространенными являлись интерферентные титановые винты, которые идеально подходили для компрессии костных блоков в туннелях сочленяющихся костей. Позднее, с усовершенствованием и распространением кортикальных подвешивающих систем и интерферентных винтов для фиксации мягкотканых

трансплантатов, большинство хирургов при первичных реконструкциях начали применять сухожилия полусухожильной и нежной мышц.

2.2. Методы клинического исследования

Объем клинического обследования включал целенаправленное изучение жалоб пациента с фокусом на наличие и характер боли, чувство нестабильности в суставе, включая частоту его возникновения, а также взаимосвязь с физическими нагрузками; анамнеза жизни и заболевания с акцентом на перенесенных травмах, сроках и обстоятельствах их получения, порядка обращения за медицинской помощью; исследование органов и систем, измерение амплитуды активных и пассивных движений в коленных суставах, мануальное тестирование сустава на стабильность и на повреждение внутрисуставных элементов (особое внимание обращали на симптомы «переднего выдвижного ящика», тест Лахмана, выявление «pivot-shift» феномена, «циферблата часов», наружный ротационно-рекурвационный тест, варус-, вальгус-стресс тесты), оценку гиперэластичности капсуло-связочного аппарата, лабораторные и лучевые методы диагностики (рентгенография в прямой и боковой проекциях, сравнительная функциональная (стресс) рентгенография, телерентгенография в двух проекциях, КТ (в том числе с 3D реконструкцией), МРТ), артроскопию.

2.2.1. Исследование амплитуды движений, стабильности и гипермобильности сустава

Амплитуду активных и пассивных движений в коленных суставах измеряли при помощи угломера, обращая особое внимание на ограничения и болезненность, а также на ее чрезмерное патологическое увеличение. Мануальное тестирование сустава на стабильность проводили по общепринятым в ортопедии методикам (рисунок 2.10).

Симптом «переднего выдвижного ящика». Больной лежит на спине, оба коленных сустава согнуты под углом 90°. Стопы фиксируют. Убеждаются в отсутствии заднего подвывиха голени (функциональная несостоятельность ЗКС) и

«защитного» тонуса задней группы мышц бедра (динамические синергисты ПКС). Форсированно смещают голень кпереди, пытаясь спровоцировать передний ее подвывих. Оценивают в сравнении с контралатеральным суставом. Повышенное смещение говорит о разрыве или функциональной несостоятельности аутотрансплантата ПКС (рисунок 2.10 а).

Тест Лахмана (Lachman test). Пациент лежит на спине, ноги разогнуты. Одной рукой захватывают нижнюю треть бедра (или приподнимают), второй – верхнюю треть голени. При сгибании в коленном суставе $145\text{--}165^\circ$ производят переднюю трансляцию голени. Результат, так же как и при симптоме «переднего выдвижного ящика», сравнивают с противоположной конечностью. Повышенное смещение указывает на переднюю нестабильность (рисунок 2.10 б).

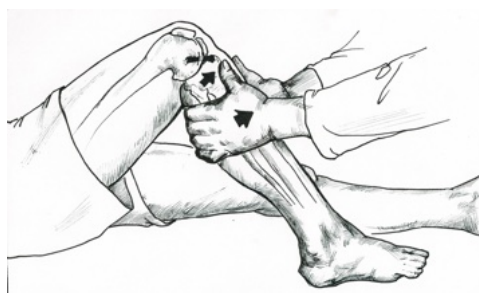
Тест Лози (методика Losee, воспроизведение «pivot-shift» феномена – феномена «смещение оси»). Пациент лежит на спине. Врач встает со стороны поврежденного сустава. Одной рукой захватывает голень в области голеностопного сустава. Ногу сгибают в тазобедренном и коленном суставах, проверяют расслабление мышц бедра. Вторую руку располагают на коленном суставе таким образом, чтобы первый палец лежал на головке малоберцовой кости. Голень разгибают с одновременным отведением, внутренней ротацией и передней дислокацией (путем давления первым пальцем на головку малоберцовой кости). При несостоятельности аутотрансплантата ПКС в положении $145\text{--}165^\circ$ сгибания происходит ротационное соскальзывание наружного мыщелка большеберцовой кости, имитирующее передний подвывих голени и указывающее на ротационный компонент нестабильности коленного сустава. В случае плавного соскальзывания симптому присваивают один «+», явного различия с контралатеральным суставом или подвывихом – присваивают «++», выраженного подвывиха и грубого отличия – «+++» (рисунок 2.10 в).

«Наружный ротационно-рекурвационный» тест. Пациент лежит на спине с расслабленными мышцами. Врач поднимает обе ноги за первые пальцы стоп таким образом, чтобы они провисли над поверхностью кушетки. Появление гиперэкстензии, варусного отклонения и наружной ротации указывает на

повреждение и функциональную несостоятельность структур ЗЛССК или ЗМССК (рисунок 2.10 г).

Симптом «циферблата часов» («dial-test»). Больной лежит на животе. Коленные суставы согнуты под углом 90° . Голени сближают, при одинаковом тыльном сгибании стоп придают форсированную наружную ротацию. Увеличение наружной ротации более 10° (замеряют по медиальным поверхностям стоп) говорит о повреждении ЗЛССК или ЗМССК (рисунок 2.10 д).

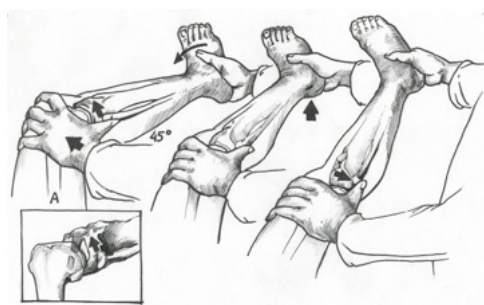
Варус/вальгус-стресс тесты. Больной в положении на спине. Одной рукой захватывают голень в области голеностопного сустава, вторая обеспечивает противоупор на бедре – с медиальной стороны для варусной стрессовой нагрузки (оценки латеральной коллатеральной связки, с латеральной – для вальгусной, оценки медиальной коллатеральной связки. В положении неполного разгибания ($160\text{--}170^\circ$) голень отводят или приводят. Появление повышенной амплитуды говорит о нестабильности (рисунок 2.10 е).



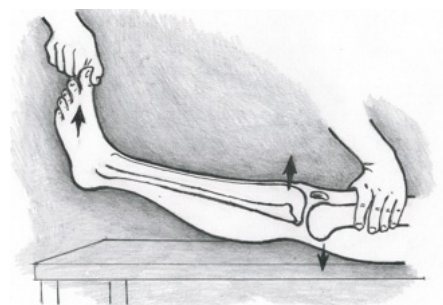
а



б



в



г

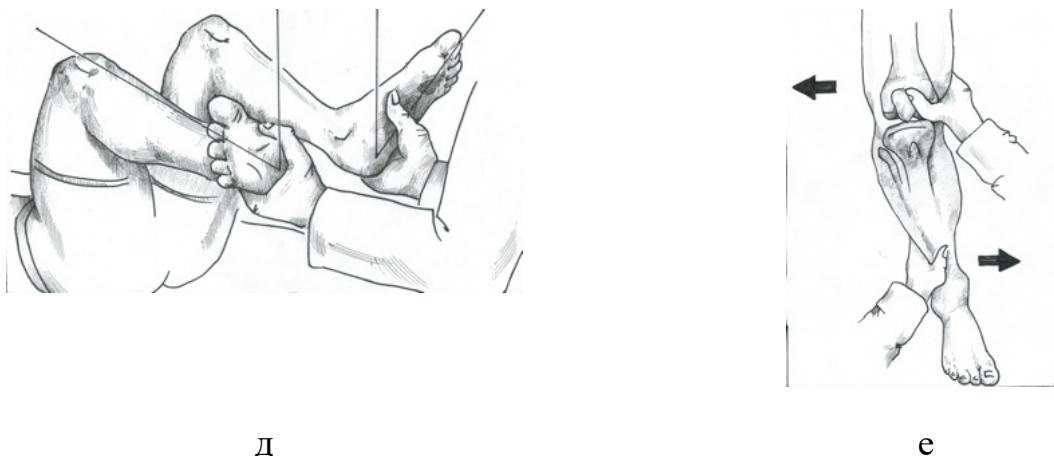


Рисунок 2.10 – Симптомы нестабильности коленного сустава: а – симптом «переднего выдвижного ящика»; б – тест Лахмана; в – тест Лози; г – наружный ротационно-рекурвационный тест; д – симптом «циферблата часов»; е – варус-стресс тест (рисунки автора)

Амплитуду движений, симптомы и тесты на стабильность оценивали в сравнении с контралатеральным суставом.

Оценку гиперэластичности капсуло-связочного аппарата проводили с использованием шкалы Beighton (1973). Методика включает ряд тестов: разгибание мизинца более 90° ; приведение большого пальца кисти до соприкосновения с ладонной поверхностью предплечья; переразгибание в локтевом суставе более 10° ; переразгибание в коленном суставе более 10° . При положительном результате – тест оценивали в 1 балл (за каждую сторону – слева/справа), 1 балл при способности касания ладонями пола, не сгибая колени. Максимальное количество баллов – 9. Шесть и более баллов указывает на наличие у больного гиперэластичности капсуло-связочного аппарата.

2.2.2. Лабораторные исследования

Основной целью выполнения лабораторных анализов являлось исключение сопутствующей патологии (наличие анемии, воспалительных показателей, белкового дефицита, патологии печени и др.) и противопоказаний для хирургического лечения.

Первичное лабораторное обследование проводили в амбулаторном порядке на предоперационном этапе (стационарно в случае поступления по неотложным

показаниям). Оно включало: 1) развернутый общий клинический анализ крови; 2) биохимический анализ с обязательным исследованием уровня глюкозы, общего белка, креатинина, прямого и непрямого билирубина, мочевой кислоты, мочевины, ферментов печени (аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы); 3) определение концентрации электролитов крови (K^+ , Na^+ , Cl^-); а также 4) исследование свертывающей системы крови с определением уровня фибриногена, протромбинового индекса и активированного частичного тромбопластинового времени. По показаниям определяли концентрацию ревматоидного фактора и С-реактивного белка.

Помимо этого, у всех пациентов выполняли анализ крови на вирус иммунодефицита человека, вирусные гепатиты и реакцию Вассермана.

2.2.3. Рентгенография

(стандартные проекции, сравнительная функциональная)

Всем больным с РНКС при поступлении в стационар и в процессе лечения проводили рентгенографию коленных суставов в передне-задней и боковой проекциях. Рентгенографию выполняли на стационарных аппаратах фирмы Siemens.

На рентгенограммах предварительно определяли локализацию, форму и размер апертуры костных туннелей, наличие и вид фиксаторов трансплантата, сохранившихся после предыдущих операций, угол наклона плато большеберцовой кости, а также наличие и стадию деформирующего артроза (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 – Рентгенограммы правого коленного сустава пациента С. с разрывом аутотрансплантата ПКС: а – прямая проекция, наличие кортикальных «пуговиц» от предыдущих операций; б – боковая проекция, красной линией обозначена апертура костного туннеля латерального мыщелка бедренной кости (собственное наблюдение)

Помимо передне-задней и боковой проекций, всем пациентам выполняли сравнительные функциональные рентгенологические тесты для определения стабильности сустава в сагиттальной и фронтальной плоскостях, а также расчета степени нестабильности.

В положении лежа согнутые в тазобедренных и коленных суставах конечности поочередно укладывали на предложенное устройство таким образом, чтобы голень оказалась параллельна рентгеновскому столу, а ось бедренной и большеберцовой костей были строго перпендикулярны (рисунок 2.12).

При помощи подъема подставки для ноги выполняли дистракцию в коленном суставе. Первоначально выполняли исследование без груза, вторым этапом на голеностопный сустав подвешивали груз 4-5 кг, имитируя симптом «переднего выдвижного ящика».



Рисунок 2.12 – Устройство для сравнительной функциональной рентгенографии коленного сустава – объективизации и определения степени нестабильности коленного сустава: 1 – основание размерами 100х80 см; 2 – раздвижное устройство, 3 – подставка для голени; 4 – фиксатор рентгеновской кассеты

После проведения исследования проводили анализ сравнительных рентгенограмм. Для расчета степени нестабильности использовали разность в измеренных расстояниях между касательными к нижней точке суставной поверхности мыщелков бедренной кости и к переднему краю большеберцовой кости с вытяжением и без него. Разность на здоровом коленном суставе принимали за индивидуальную эластичность связочного аппарата и считали нормой. Для расчета истинной степени нестабильности использовали разницу в величине смещений голени в здоровом и травмированном суставах. Разница от 3 до 5 мм свидетельствовала о частичном повреждении ПКС и нестабильности коленного сустава I степени; от 5 до 10 мм – о полном разрыве ПКС и нестабильности коленного сустава II степени; превышающую 10 мм –

расценивали как разрыв ПКС, несостоятельность дублирующих элементов («второй линии защиты») сустава и передней нестабильности коленного сустава III степени (Постановление Правительства РФ от 4 июля 2013 г. N 565 «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе», статья 65 пункт «Б») (рисунки 2.13, 2.14).



Рисунок 2.13 – Сравнительные функциональные рентгенограммы коленных суставов в боковой проекции пациента Р. с разрывом аутотрансплантата ПКС правого коленного сустава: а, в – до выполнения дистракции; б, г – с передней трансляцией голени. Разница в смещении голени слева – 6,25 мм, справа – 15,32 мм, что говорит о функциональной несостоятельности аутотрансплантата ПКС и нестабильности правого коленного сустава II степени (собственное наблюдение)

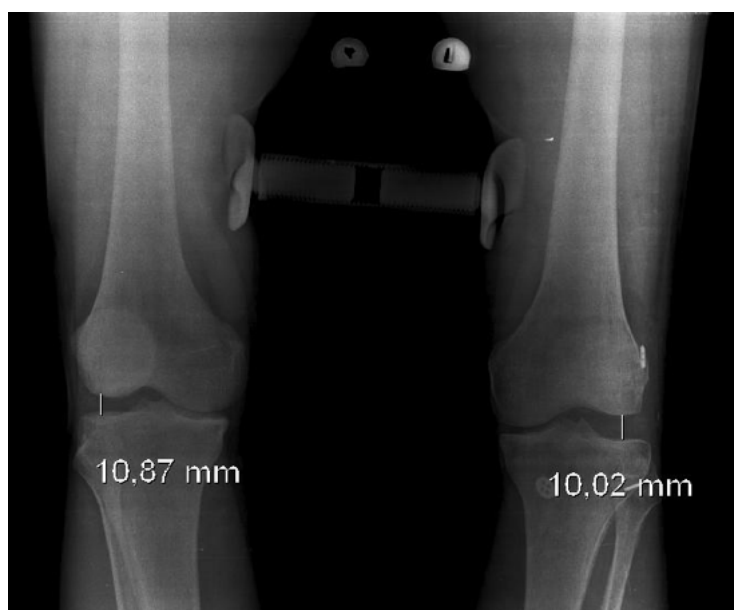


Рисунок 2.14 – Сравнительные функциональные рентгенограммы коленных суставов в прямой проекции (варус-стресс тест) пациента Н. с разрывом аутотрансплантата ПКС левого коленного сустава. Разница в раскрытии латерального отдела суставной щели незначительная, что говорит о состоятельности ЗЛССК (собственное наблюдение)

Для выполнения рентгенологического варус-стресс теста между медиальными мышцелками бедер устанавливали распорку, а голеностопные суставы максимально сближали и фиксировали эластичным бинтом. Для вальгус-стресс теста распорку располагали между медиальными лодыжками, а коленные суставы максимально сближали и фиксировали. Расширение более 3 мм по сравнению с противоположным суставом считали клинически значимым, а увеличение более 10 мм расценивали как повреждение нескольких элементов ЗЛССК или ЗМССК.

2.2.4. Телерентгенография нижних конечностей

Для расчета опорного баланса, выявления смещения механической оси нижней конечности как одной из предпосылок для перерастяжения латеральных стабилизирующих структур и аутотрансплантата ПКС, что зачастую приводит к его функциональной несостоятельности, а также расчета наклона плато

большеберцовой кости кзади всем пациентам выполняли телерентгенографию нижней конечности в двух проекциях (рисунок 2.15).

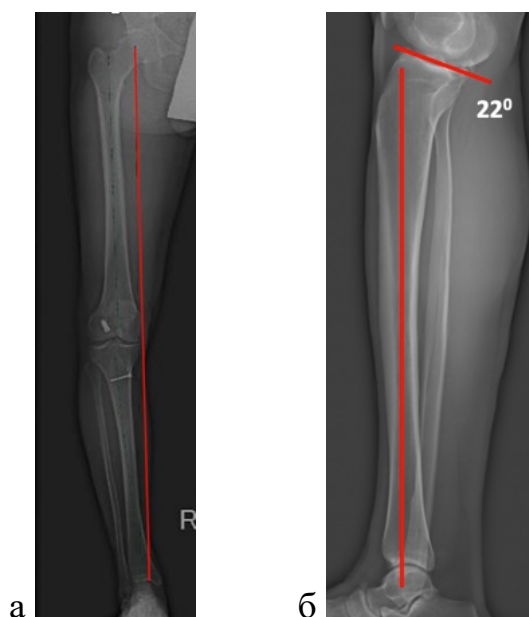


Рисунок 2.15 – Телерентгенография нижней конечности пациента Ч. с разрывом аутотрансплантата ПКС: а – прямая проекция, расчет механической оси; б – боковая проекция, расчет наклона плато большеберцовой кости (собственное наблюдение)

На прямой проекции определяли механическую ось нижней конечности (вертикальная прямая линия, соединяющая центр головки бедренной кости и центр суставной поверхности дистального эпифиза большеберцовой кости). В норме эта линия проходит через центр коленного сустава (центр проксимального эпифиза большеберцовой кости). На боковой проекции проводили две линии: первая – касательная к суставной поверхности проксимального эпифиза большеберцовой кости, вторая – анатомическая ось большеберцовой кости. Угол между ними – наклон тибиаляного плато (tibial slope, в норме не превышает 10°). Исследование проводили на обеих нижних конечностях.

Также телерентгенография позволяет выполнить максимально точное предоперационное планирование высоких остеотомий большеберцовой кости при двухэтапной тактике хирургического лечения.

2.2.5. Компьютерная томография

Компьютерную томографию выполняли рутинно всем пациентам с РНКС. В процессе предоперационного обследования оценивали наличие и вид фиксаторов от предыдущих вмешательств (рисунок 2.16), направление костных туннелей и их размер (прежде всего критичное расширение), а после костной пластики – степень перестройки трансплантатов и наличие костных кист, мешающих выполнить операцию «по типу первичной» (рисунок 2.17).

Положение и корректность позиционирования интраартикулярной апертуры костных туннелей оценивали на 3D-реконструкциях (рисунок 2.18). Для оценки корректности положения апертуры туннеля на бедренной кости использовали методику расчета, предложенную М. Bernard (1997), а для расчета на большеберцовой кости – методику анатомических координатных осей (Tsukada H. et al., 2008).

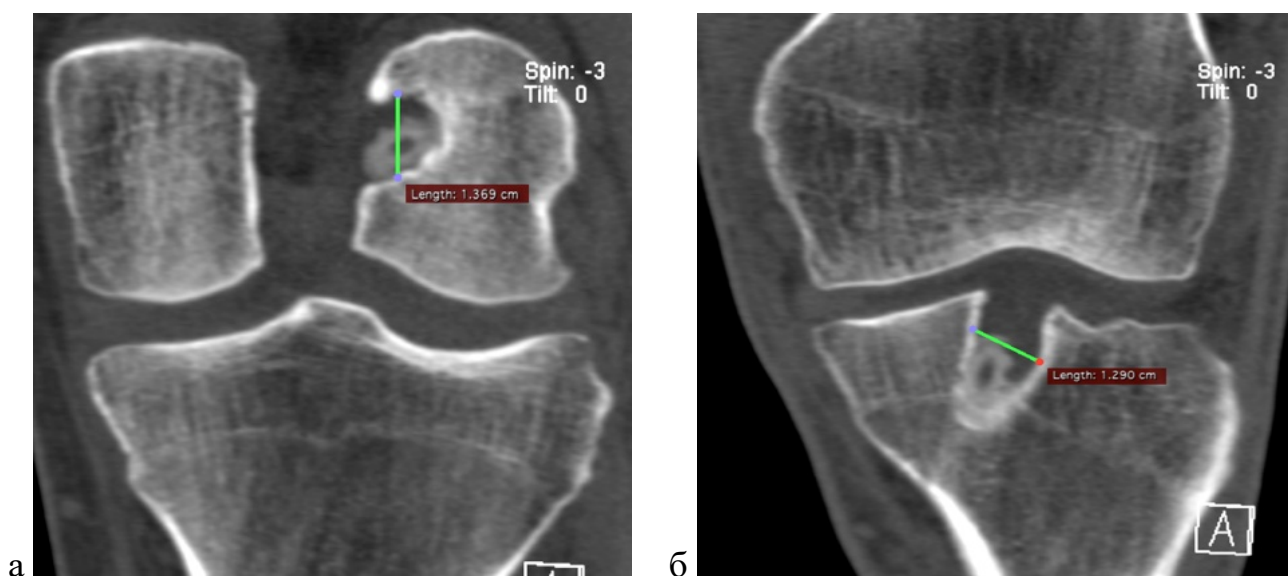


Рисунок 2.16 – Компьютерные томограммы коленного сустава (фронтальные срезы) пациента О. Наличие биодеградирующего винта в расширенных послеоперационных туннелях и расчет их размера: а – в бедренной кости; б – в большеберцовой кости (собственное наблюдение)

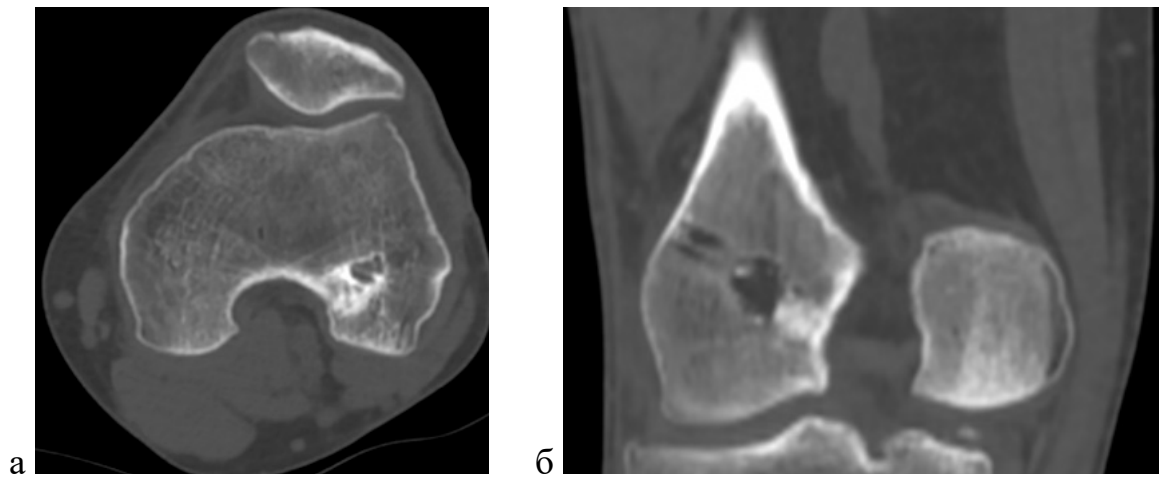


Рисунок 2.17 – Компьютерные томограммы коленного сустава пациента Н. Оценка степени перестройки костных трансплантатов и наличие костных кист после пластики расширенных туннелей: а – аксиальный срез; б – фронтальный срез (собственное наблюдение)

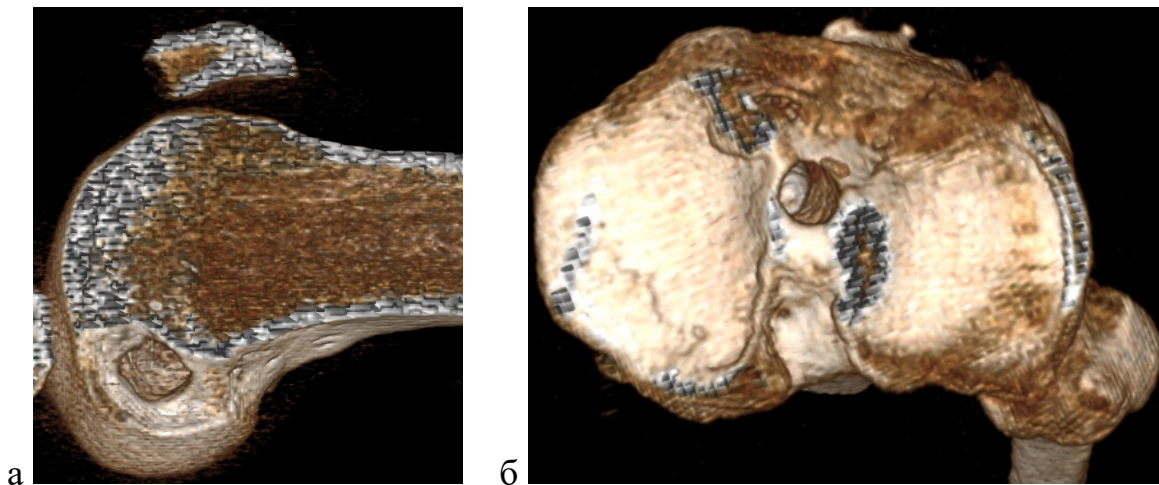


Рисунок 2.18 – Компьютерная томография коленного сустава (3D реконструкция) пациента Н. Визуализация положения интраартикулярных апертур послеоперационных туннелей: а – в бедренной кости; б – в большеберцовой кости (собственное наблюдение)

Компьютерную томографию выполняли на стационарных аппаратах фирмы Siemens четвертого поколения со спиральным сканированием в режиме: 140 kV, 206 mA, время вращения трубки 0,75 – 1,5 с, толщина среза – 2 мм, шаг подачи стола – 1,5 мм.

2.2.6. Магнитно-резонансная томография

МРТ как наиболее современный высокоинформативный и неинвазивный метод диагностики повреждений мягкотканых элементов сустава выполняли всем пациентам в предоперационном периоде через 6 и 12 месяцев после хирургического пособия. При первоначальной диагностике обращали внимание на целостность аутооттрансплантата, степень его натяжения, повреждения и разволокнения (рисунок 2.19).



Рисунок 2.19 – Магнитно-резонансная томограмма коленного сустава пациента Б. через 12 месяцев после ревизионной реконструкции ПКС трансплантатом центральной трети сухожилия четырехглавой мышцы бедра.

Трансплантат натянут, инкорпорировался, перестроился
(собственное наблюдение)

Помимо этого, предметно оценивали состояние и наличие повреждений «второй линии защиты» стабильности, таких как мениски (прежде всего паракапсулярные «рамповые» разрывы медиального мениска и отрыв корня латерального), латеральные связочные стабилизирующие структуры (ПЛС, ЗЛССК), а также наличие повреждений гиалинового хряща суставных поверхностей (рисунок 2.20).



Рисунок 2.20 – Магнитно-резонансная томограмма коленного сустава пациента И. Красной линией обозначена травматическая отслойка гиалинового хряща опорной поверхности медиального мыщелка бедренной кости (собственное наблюдение)

2.2.7. Артроскопия

Учитывая повышенную сложность ревизионных операций, полиморфизм возможной внутрисуставной патологии и объективные трудности ее диагностики (чувствительность МРТ не превышает 60%, а специфичность 87%), все хирургические вмешательства начинали с диагностического этапа артроскопии с видеофиксацией изображения (Tischer T. et al., 2023). В ходе операции выполняли максимально возможную диагностику и сопоставляли данные с данными рентгенологических методов: оценивали наличие, натянутость и ход волокон аутооттрансплантата, положение апертур костных туннелей и их истинный размер, наличие фиксаторов, повреждение менисков, гиалинового хряща, степень раскрытия суставной щели в компартментах сустава. Именно артроскопическую диагностику считали исчерпывающей и на ее основании принимали окончательное решение об этапности лечения (возможность реконструкции «по типу первичной», использования костных туннелей после их освежения).

Повреждения менисков оценивали в соответствии с классификацией, предложенной O'Connor (1983), которая выделяет следующие типы разрывов: а) продольный, б) вертикальный, в) радиальный, г) горизонтальный. Особое внимание уделяли вертикальным паракапсулярным разрывам в задних отделах – рамповые разрывы, значимо влияющие на стабильность коленного сустава.

Повреждение гиалинового хряща опорных поверхностей изучали с позиций размера, глубины и локализации дефектов. Для этого использовали широко известную классификацию R. Outerrbridge (1961). Данная классификация выделяет 4 степени повреждения: I степень – размягчение, разрыхление или отек поверхностного слоя, при пальпации артроскопическим крючком – хрящ мягкий; II степень – хрящ с поверхностными трещинами, лоскутами, не достигающими субхондральной кости; III степень – повреждения, эрозии, трещины и лоскуты хряща достигают субхондральной кости; IV – обнажение субхондральной кости (рисунок 2.21).



Рисунок 2.21 – Артроскопическая картина глубоких травматических дефектов гиалинового хряща медиального мыщелка бедренной кости IV степени по Outerrbridge: а – острый, б – застарелый (собственное наблюдение)

В работе использовали артроскопическую стойку фирмы «Arthrex» (Германия). Наиболее удобным было применение оптики передне-бокового видения 30° с расширенным полем зрения и встроенным стекловолоконным световодом. Камеру вводили в полость сустава через порт троакара. При этом пользовались коническим обтуратором с притупленной вершиной, избегая

дополнительной травматизации суставного хряща и мягкотканых структур сустава. Для создания рабочего пространства в полость сустава при помощи артропомпы нагнетали физиологический раствор под давлением 40–50 мм рт. ст. Помимо этого, для достижения адекватного гемостаза и необходимой визуализации внутрисуставного пространства все реконструктивные операции выполняли с использованием турникета (пневматической манжеты), который накладывали перед началом операции на верхнюю треть бедра, а приводили в действие перед хирургическим доступом.

2.3. Особенности послеоперационного периода

2.3.1. Послеоперационный протокол при ревизионной реконструкции ПКС и дополнительных стабилизирующих структур коленного сустава

Учитывая повышенную сложность, значительный объем хирургического пособия, большую долю неудач, худшие анатомо-морфологические и клинικο-функциональные результаты лечения, реабилитационно-восстановительное лечение проводили сдержаннее по сравнению с первичными операциями.

Иммобилизацию прооперированной нижней конечности выполняли на операционном столе двумя боковыми гипсовыми лонгетами от верхней трети бедра до нижней трети голени. На следующий день при перевязке послеоперационных ран и после удаления внутрисуставного активного дренажа лонгеты заменяли на жесткий ортез, фиксирующий нижнюю конечность в разогнутом положении. Хожение при помощи костылей с дозированной нагрузкой на ногу 30% от массы тела разрешали на вторые сутки. Это, по нашему мнению, способствовало оптимальному восстановлению проприоцептивных связей и сохранению функции мышц. Стоит отметить, что нарушение режима и утрата контроля за опорной нагрузкой приводили к перегрузке прооперированного сустава и возникновению синовита. Иммобилизацию и ограничение нагрузки проводили в течение 6 недель. Во время всего периода иммобилизации обращали внимание пациентов на важность статического напряжения мышц конечности.

После прекращения иммобилизации реабилитационно-восстановительное лечение было направлено на увеличение амплитуды движений и восстановление силы мышц.

2.3.2. Послеоперационный протокол при высоких остеотомиях большеберцовой кости

При выполнении вальгизирующей, разгибательной или двухплоскостной высокой остеотомии большеберцовой кости на операционном столе, так же как и при реконструкции связочного аппарата, накладывали боковые гипсовые лонгетные повязки от верхней трети бедра до нижней трети голени. По мере уменьшения послеоперационного болевого синдрома, снижения отека мягких тканей иммобилизацию прекращали (3–5-е сутки после операции). Опорную нагрузку запрещали на 4-й неделе (хождение на костылях), сгибание в коленном суставе не более 90°. С 4-й по 6-ю недели разрешали дозированную нагрузку, но не более 50% массы тела. С 6-й недели допускали постепенное увеличение нагрузки (по 20–25% в неделю). С 8-й недели полная нагрузка и увеличение амплитуды сгибания в коленном суставе. Стоит отметить, что при бипланарной остеотомии, а также при значимом угле коррекции (более 10°) и использовании трансплантатов для пластики дефекта режим опорной нагрузки был максимально сдержанным.

2.3.3. Послеоперационный протокол при аутохондропластики травматических дефектов суставных поверхностей костей коленного сустава

Режим опорной нагрузки у пациентов после хондропластики гиалинового хряща был схож с таковым при выполнении остеотомии большеберцовой кости – дозированную опорную нагрузку разрешали не ранее 4 недель с момента операции, а полную нагрузку не ранее 8 недель. Движения ограничивали углом сгибания 90° на срок до 4 недель. Однако описываемые повреждения чаще сочетались с оперативными пособиями, направленными на реконструкцию

связочного аппарата, что, в свою очередь, заставляло выполнять иммобилизацию в течение 6 недель с момента операции.

2.4. Методика оценки результатов оперативного лечения

Для оценки результатов оперативного лечения использовали следующие критерии и их показатели: стабильность, амплитуда движений, болевой синдром, специальные ортопедические опросники (объективная и субъективная части IKDC 2000, шкала Lysholm-Gillquist).

Стабильность:

- сустав стабилен (смещение менее 3 мм);
- I степень нестабильности (смещение от 3 до 5 мм);
- II степень (смещение от 5 до 10 мм);
- III степень (смещение более 10 мм).

Для расчета параметра использовали рентгенологическую методику определения степени нестабильности коленного сустава, разработанную на кафедре и описанную выше.

Болевой синдром:

- отсутствует;
- незначимый (возникающий только в результате занятий спортом или тяжелым физическим трудом);
- значимый (возникающий при повседневной деятельности).

Амплитуда движений:

- объем движений полный (сгибание 30–59°, разгибание 18–176°);
- незначительное ограничение (сгибание 6–89°, разгибание 175–171°);
- умеренное ограничение (сгибание 9–19°, разгибание 17–161°);
- значительное ограничение (сгибание более 11°, разгибание менее 16°).

Количественные шкалы IKDC 2000 (объективная и субъективная части) и Lysholm-Gillquist использовали с целью объективизации оценки функционального состояния коленного сустава.

Объективная шкала IKDC 2000

Шкала содержит следующие разделы: выпот в суставе, оценка дефицита амплитуды движений, оценка стабильности сустава ((складывающаяся из интегрального результата симптомов «переднего выдвижного ящика», тестов Лахмана и Лози (воспроизведения «pivot-shift» феномена), варус/вальгус-стресс тесты)). Помимо этого, объективная шкала IKDC 2000 позволяет оценить такие параметры, как хруст и крепитацию в различных отделах сустава, рентгенологические изменения в бедренно-большеберцовом, а также в бедренно-надколенниковом сочленениях.

Шкала-опросник субъективной оценки качества жизни IKDC 2000

Вопросы опросника направлены на определение у пациентов наличия боли и ее интенсивности, отека и тугоподвижности в коленном суставе, уровней возможной физической и повседневной активностей, чувства заклинивания в суставе, а также способности выполнять специальные физические упражнения.

Опросник субъективной оценки качества жизни Lysholm-Gillquist

Шкала позволяет оценить качество жизни и проанализировать функцию сустава по следующим критериям: хромота, необходимость в дополнительной опоре, блокада (заклинивание), чувство стабильности, боль, отечность (припухлость), подъем по лестнице и глубокое сгибание (приседание на корточки).

Интерпретация данных:

- отлично (от 95 до 100 баллов);
- хорошо (от 84 до 94 баллов);
- удовлетворительно (от 65 до 83 баллов);
- неудовлетворительно (ниже 64 баллов).

Полнотекстовые варианты опросников и шкал, описанных выше, представлены в приложении к настоящей работе.

2.5. Экспертиза военнослужащих с РНКС (ВВК)

Учитывая высокую долю военнослужащих, включенных в исследование, необходимо охарактеризовать особенности послеоперационного периода (отпуск по болезни и освобождение от специальных видов деятельности) и категорию годности (уровень физических нагрузок в повседневной деятельности) у указанного контингента, а также факт признания травмы страховым случаем. Вышеописанное регламентируется следующими основными документами: 1) Федеральный закон «О статусе военнослужащих» от 27.05.1998 №76-ФЗ (в последней редакции от 25.12.2023), 2) Федеральный закон «Об обязательном государственном страховании жизни и здоровья военнослужащих...» от 28.03.1998 №52-ФЗ (в последней редакции от 27.11.2023); 3) ПП РФ от 04.07.2013 №565 «Об утверждении «Положения о военно-врачебной экспертизе».

Военнослужащие с нестабильностью коленного сустава, развившейся в следствии разрыва ПКС, подлежат освидетельствованию в соответствии со статьей 65 расписания болезней. После определения степени нестабильности коленного сустава с использованием рентгенологической методики, описанной выше, установления окончательного диагноза предлагается оперативное лечение. После его выполнения и выписки из стационара военнослужащему предоставляется отпуск по болезни для реабилитационно-восстановительного лечения. К исполнению служебных обязанностей пациенты приступают не ранее чем через 3 месяца, причем в ограниченном объеме. Ограничения включают в себя освобождение от физической подготовки, служебных командировок и строевой подготовки сроком на 12 месяцев.

При рецидиве нестабильности коленного сустава вследствие разрыва аутооттрансплантата или его функциональной несостоятельности во внимание берут срок, прошедший с момента последней операции по восстановлению стабильности сустава: менее 3 месяцев – нестабильность считают осложнением предыдущей операции, более 3 месяцев – новый клинический случай, подлежащий страховым выплатам.

После удачно проведенного оперативного лечения военнослужащим изменяется категория годности на «Б» – годен к военной службе с незначительными ограничениями. В случае отказа от операции или невозможности ее выполнения и сохраняющейся нестабильности коленного сустава 2-3 степени – категория «В» – ограничено годен к военной службе.

2.6. Методы статистической обработки данных

Статистический анализ данных выполнялся при помощи программного обеспечения Excel 2021 (Microsoft, США), MedCalc v. 20.104 (MedCalc Ltd, США) и JMP Pro 17 (SAS, США).

Проверка количественных переменных на соответствие нормальному распределению выполнялась с помощью критерия Колмогорова – Смирнова с коррекцией Лиллиефорса. Количественные показатели с нормальным распределением описывались в виде средней и стандартного отклонения – $M \pm SD$, а в случае распределения отличного от нормального – в виде медианы и межквартильного размаха – $Me [Q1; Q3]$. Качественные данные представлялись в виде абсолютного (n) и относительного (%) значений.

Статистическая значимость различий между двумя изучаемыми группами по количественным переменным оценивалась с помощью U-критерия Манна – Уитни, между тремя и более группами – с помощью непараметрического аналога дисперсионного анализа, критерия Краскела – Уоллиса. Значимость различий по качественным показателям выполнялась с использованием критерия χ^2 Пирсона.

Для оценки безрецидивной выживаемости использован метод Каплана – Мейера. Сравнение кривых выживаемости осуществлялось с помощью лог-рангового критерия Мантела – Кокса.

Изучение связи факторов, ассоциированных с неудовлетворительным результатом лечения пациентов, проводилось в модели бинарной логистической регрессии с определением отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала (ДИ). В последующий многофакторный анализ пошагово включались факторы, продемонстрировавшие уровень значимости $p < 0,1$.

Уровень статистической значимости при проверке гипотез был зафиксирован на уровне $p < 0,05$. Контроль уровня ошибки первого рода при проведении попарных межгрупповых сравнений выполнялся с помощью поправки Бонферрони.

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПО ТРАДИЦИОННЫМ ПОДХОДАМ (РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ЧАСТЬ)

Для реализации задач первого этапа исследования были проанализированы среднесрочные (от 1 года до 5 лет) и отдаленные (более 5 лет) результаты лечения 122 пациентов, оперированных в период с 2008 по 2017 г. по поводу РНКС, возникшей в результате разрыва трансплантата ПКС или его функциональной несостоятельности. Все эти пациенты проходили лечение в клинике военной травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова с применением традиционных диагностических подходов к выявлению причин развившейся патологии и широко распространенных традиционных хирургических взглядов на ее коррекцию.

На основании данных медицинской документации (архивные истории болезни, документы военно-врачебной экспертизы, выписные эпикризы) и данных контрольного обследования пациентов, включающих результаты рентгенологических исследований (стандартные укладки, телерентгенография нижних конечностей, функциональная рентгенография), КТ (в том числе 3D-реконструкция), МРТ, а также данных артроскопии, результатов лечения, оцененных при помощи опросников IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist, была определена эффективность традиционных диагностических, тактических и хирургических подходов к лечению пациентов рассматриваемого профиля, а также оценены широко используемые хирургические техники, применяемые в купировании РНКС. На основании проведенного статистического анализа выделены сопутствующие повреждения элементов «второй линии защиты», определены специфика анатомии коленного сустава и индивидуальные особенности пациентов, оказывающие влияние на результат хирургического лечения рассматриваемой патологии.

3.1. Общая характеристика пациентов

Возраст пациентов варьировал в пределах от 17 до 55 лет (в среднем $31,4 \pm 9,4$), Ме 28,50 [24,00; 36,00] года. Среди 122 пострадавших, находившихся под наблюдением, преобладали мужчины – 98 (80,3%), женщин было 24 (19,7%). Повреждения правой конечности преобладали над левой – 71 (58,2%) и 51 (41,8%) соответственно. Все больные были трудоспособного возраста, не страдали значимой сопутствующей патологией, которую выявили лишь у 18 (14,8%) наблюдаемых. Гипермобильность всех суставов вследствие повышенной эластичности капсуло-связочного аппарата диагностирована у 8 (6,6%) человек. Невысокая доля общих заболеваний объясняется некоторыми особенностями пациентов, такими как преобладанием военнослужащих (изначально проходящих отбор по состоянию здоровья) и, как указывалось выше, молодым возрастом пациентов (в среднем $25,5 \pm 4,7$ года). Распределение пострадавших по возрастным группам представлено в таблице 3.1. и на рисунке 3.1.

Таблица 3.1 – Распределение пациентов ретроспективной группы по возрастным группам

Возраст, лет	Количество пациентов	
	n	%
До 20	9	7,4
От 20 до 29	58	47,5
От 30 до 39	31	25,4
От 40 до 49	17	13,9
Старше 50	7	5,7
Итого	122	100,0

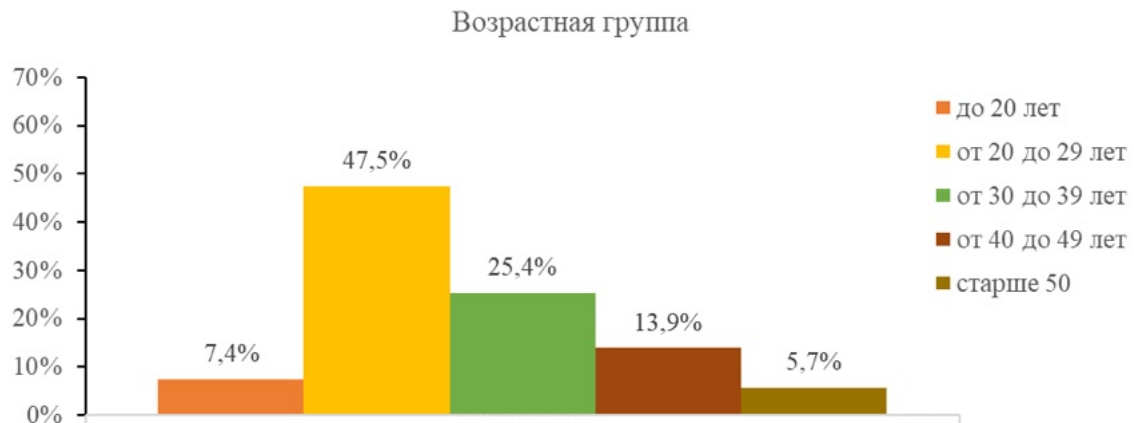


Рисунок 3.1 – Диаграмма распределения пациентов по возрастным группам

В профессиональном отношении среди пациентов преобладали военнослужащие – 94 (77%), люди, занимающиеся физическим трудом – 12 (9,8%) и спортсмены – 4 (3,3%); служащие – 3 (2,5%), учащиеся – 6 (4,9%), пенсионеры – 3 (2,5%). Среди военнослужащих было: офицеров 42 (44,7%), курсантов ВВУЗов – 35 (37,2%), военнослужащих по контракту – 16 (17,1%), по призыву – 1 (0,9%). Стоит заметить, что почти половина среди курсантов ($n=16$; 45,7%) обучались в Военном институте физической культуры и занимались спортом на профессиональном уровне (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Распределение пациентов ретроспективной группы по категориям вида деятельности

Категория		Количество пациентов			
		n		%	
Офицеры	военнослужащие	42	94	44,7	77
Курсанты		35		37,2	
По контракту		16		17,1	
По призыву		1		1,0	
Физический труд		12		9,8	
Спортсмены		4		3,3	
Служащие		3		2,5	
Учащиеся		6		4,9	
Пенсионеры		3		2,5	
Итого		122		100,0	

Учитывая рецидивный характер развившейся нестабильности, результаты лечения всех пациентов можно считать неудовлетворительными (по отношению к первичной операции). В этой связи первоначально провели анализ данных историй болезней (жалоб, анамнеза, рентгенологических исследований, предшествующих выписных эпикризов при их наличии) с углубленным изучением обстоятельств получения повторной травмы, ее характера, сроков с момента первичной стабилизации, техники оперативного лечения.

3.2. Результаты анализа предоперационного обследования

3.2.1. Анализ жалоб

При анализе историй болезней (первичных осмотров) особое внимание уделяли жалобам во время обращения за медицинской помощью. Превалировали жалобы на боль (в покое, возникающую при бытовых нагрузках и при физической активности), чувство неустойчивости (возникающее также в быту или при нагрузках), отечность и припухлость сустава (рецидивирующие синовиты), а также ограничение амплитуды движений: в крайних положениях – контрактура или остро возникающее – блокада сустава (таблица 3.3)

Таблица 3.3 – Распределение пациентов ретроспективной группы по предъявляемым жалобам

Жалоба		Количество пациентов	
		n	%
Боль	В покое	16	13,1
	В быту	79	64,8
	При физ. нагрузке	89	72,9
Неустойчивость	В быту	69	56,5
	При физ. нагрузке	103	84,4
Отечность	Всегда	3	2,5
	После бытовой нагрузки	39	31,9
	После физ. нагрузки	91	74,6
Ограничение движений	Контрактура	35	28,7
	Блокады	8	6,5

Помимо описанных выше жалоб, также встречались потеря чувствительности в области операционного доступа для забора аутотрансплантата и/или пигментация кожи (локальное нарушение трофики) – 5 и 2 (4,1% и 1,6%) пациентов соответственно.

При более детальном изучении болевого синдрома обратила на себя внимание локализация боли: часть пациентов предъявляла жалобы на боль по медиальной поверхности сустава, возникающую при длительном стоянии, ходьбе или беге (преимущественно по твердой поверхности), а другие – при опоре на колено и при физической нагрузке, связанной с толкательным движением конечностью (шагание на высокие ступени) (таблица 3.4). Это объяснилось выявлением корреляций между указанным синдромом и внутрисуставными повреждениями, описанными ниже. Помимо этого, почти все пациенты указали на болевые ощущения при возникновении эпизода «неустойчивости». Это говорит о включении в стабилизацию коленного сустава статических элементов «второй линии защиты» и их работу на предельном уровне (прежде всего задние отделы менисков), а также динамических стабилизаторов.

Таблица 3.4 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от локализации болевого синдрома при физической нагрузке и вида первичного трансплантата

Вид трансплантата	Локализация боли при физической нагрузке				Всего	P
	Передний отдел (n=28)	Медиальный отдел (n=34)	Латеральный отдел (n=14)	Нет (n=46)		
ВТВ	17 (60,7%)	9 (26,5%)	9 (64,3%)	9 (19,6%)	44	<0,0001
ST-G	7 (25,0%)	18 (52,9%)	4 (28,6%)	13 (28,3%)	42	
ST (4 пучка)	(0,0%)	3 (8,8%)	(0,0%)	14 (30,4%)	17	
QT	4 (14,3%)	2 (5,9%)	(0,0%)	3 (6,5%)	9	
PL	(0,0%)	1 (2,9%)	(0,0%)	7 (15,2%)	8	
Другие	(0,0%)	1 (2,9%)	1 (7,1%)	(0,0%)	2	

Виды трансплантатов: ВТВ – центральная треть связки надколенника с костными блоками из надколенника и бугристости большеберцовой кости; ST-G – сухожилия полусухожильной и нежной мышц; ST – сухожилие полусухожильной мышцы; QT – центральная часть сухожилия четырехглавой мышцы бедра; PL – сухожилие длинной малоберцовой мышцы.

Из данных таблицы видно, что боль в переднем отделе коленного сустава (в области связки надколенника и пателло-фemorального сочленения) беспокоила преимущественно пациентов, у которых в качестве трансплантата использовали центральную треть связки надколенника с костными блоками (ВТВ), тогда как в медиальном отделе – при использовании трансплантата из подколенных сухожилий. Этот трансплантат чаще всего (42,2%) применялся при транстибиальной техники стабилизации сустава (таблица 3.5). Следует отметить, что у некоторых пациентов, помимо боли в медиальном компартменте при физической нагрузке, возникала боль по латеральной поверхности сустава и чаще всего она сопровождалась эпизодом подвывиха. Это связан, у большинства пациентов (n=13; 10,7%) с декомпенсацией латеральных стабилизаторов. Еще у нескольких больных (n=6; 4,9%) в последующем были выявлены глубокие повреждения гиалинового хряща в рассматриваемом отделе и разрыв латерального мениска (n=8; 6,6%).

Таблица 3.5 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от техники первичной реконструкции и локализации болевого синдрома

Локализация боли при физической нагрузке	Транстибиальная (n=45)	Анатомичная транспортальная (n=52)	«Все внутри» (n=25)	Всего	Р
Передний отдел	9 (20,0%)	17 (32,7%)	2 (8,0%)	28	<0,0001
Медиальный отдел	19 (42,2%)	8 (15,4%)*	7 (28,0%)	34	
Латеральный отдел	11 (24,4%)	3 (5,8%)*	(0,0%)	14	
Нет	6 (13,3%)	24 (46,2%)	16 (64,0%)	46	

*– при попарном сравнении различия статистически значимые на уровне $p<0,01$.

Транстибиальная техника не обеспечивает полноценную стабильность сустава за счет сохранения ротационного компонента. Это приводит к перерастяжению латеральных стабилизирующих структур, их удлинению и функциональной несостоятельности. В итоге более конгруэнтные медиальные

суставные поверхности мыщелков бедренной и большеберцовой костей перегружаются, увеличивается давление в медиальном компартменте. Это, в свою очередь, приводит к варусной деформации и возникновению болевого синдрома, что видно из данных таблицы.

Нестабильность сустава, проявлявшаяся в виде жалобы на чувство неустойчивости, в нашем исследовании явилась наиболее распространенной проблемой при рецидиве патологии. Пик жалоб приходится на пациентов с высокими функциональными запросами (физические виды деятельности и спорт), достигая 84,4%. В бытовых условиях нестабильность проявлялась при ходьбе по неровной поверхности, прыгивании с высоты и при ускоренном спуске по лестнице.

Несмотря на значимую долю послеоперационных контрактур (35,3%), большинство пациентов предъявляли жалобы неактивно, в повседневной деятельности ограничений не отмечали и считали виной недостаточную реабилитацию. При клиническом обследовании выявлены сгибательная контрактура (дефицит разгибания не более 10°) у 3 (2,5%), разгибательная (дефицит сгибания не более 30°) у 27 (22,2%), комбинированная – у 5 (4,1%) пациентов.

Одной из жалоб, ограничивающей функцию коленного сустава при рецидивной нестабильности и заставляющей обращаться за медицинской помощью, явилась отечность (рецидивирующие синовиты) разной степени выраженности, возникающая после физической нагрузки. Доля таких пациентов достигала 74,6%. Почти всегда обострение синовита происходило после эпизода нестабильности и сопровождалось болевым синдромом. Описанные жалобы купировались приемом НПВС внутрь и местным применением мазей и гелей, использованием ортопедического брейса. В случае неудачи консервативного лечения ($n=17$; 13,9%) и выявления повышенного количества жидкости в суставе (симптом баллотирования надколенника, инструментальные методы диагностики) в обязательном порядке осуществляли детальное лабораторное обследование с целью выявления специфических и неспецифических признаков воспаления

(лейкоциты, СОЭ, фибриноген, СРБ, мочевая кислота, РФ), а также пункцию коленного сустава с эвакуацией синовиальной жидкости и направлением ее на бактериологическое и цитологическое исследование, а также внутрисуставным введением кортикостероидов.

3.2.2. Анализ истории заболевания

Анализ анамнестических данных показал, что основной причиной развития РНКС и обращения за медицинской помощью явилась повторная травма. На повреждение оперированного ранее коленного сустава указали 78 (63,9%) пациентов. Первоначально, опираясь на данные литературы, мы разделили все травмы на спортивные и бытовые, однако при изучении обстоятельств развития РНКС обратила на себя внимание значимая доля пациентов, получивших травму при выполнении специальных обязанностей (у военнослужащих – при боевой подготовке, а у гражданских лиц – во время физического труда) (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от характера травмы

Характер травмы	Количество больных	
	n	%
Бытовая	21	17,2
Спортивная	37	30,3
При специальных видах деятельности	20	16,4
Не было	44	36,1
Итого	122	100,0

Повреждения, полученные при повышенных физических нагрузках (спорт, боевая и физическая подготовки, тяжелый труд), преобладали над бытовыми – 46,7% и 17,2% соответственно. При сопоставлении возрастных групп пациентов и характера травмы было отмечено, что травмы в результате повышенной физической активности отмечались чаще в группе молодых пациентов (таблица 3.7; рисунок 3.2).

Таблица 3.7 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от характера травмы и возраста

Возраст, лет	Характер травмы								Итого	
	Бытовая		Спортивная		Спец. деятельность		Не было			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
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

Характер травмы

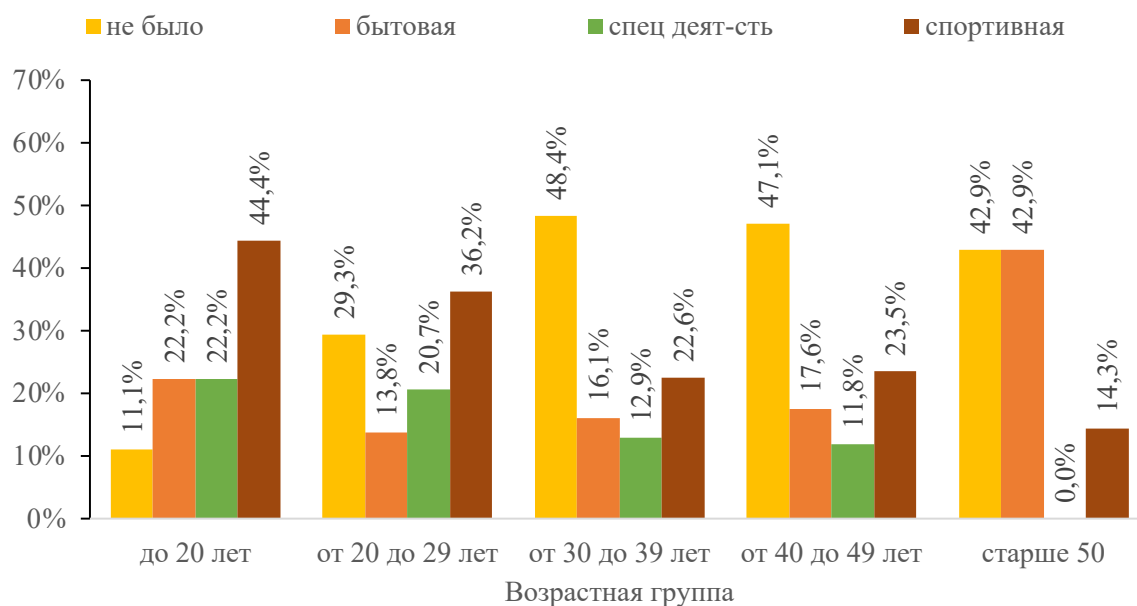


Рисунок 3.2 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от характера травмы и возраста

При анализе факта травмы и ее характера обратил на себя внимание срок развития нестабильности с момента выполнения первичной операции и развития рецидива патологии (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от факта травмы и срока РНКС с момента первичной реконструкции ПКС

Факт травмы	Количество пациентов		Срок развития нестабильности, мес.* Ме [Q1; Q3]
	n	%	
Зафиксированная травма	78	63,9	37,20 [34,12; 40,00]
Не было	44	36,1	17,20 [14,60; 19,27]
Итого	122	100	33,75 [18,92; 38,30]

* – при сравнении двух групп различия статистически значимы ($p < 0,0001$).

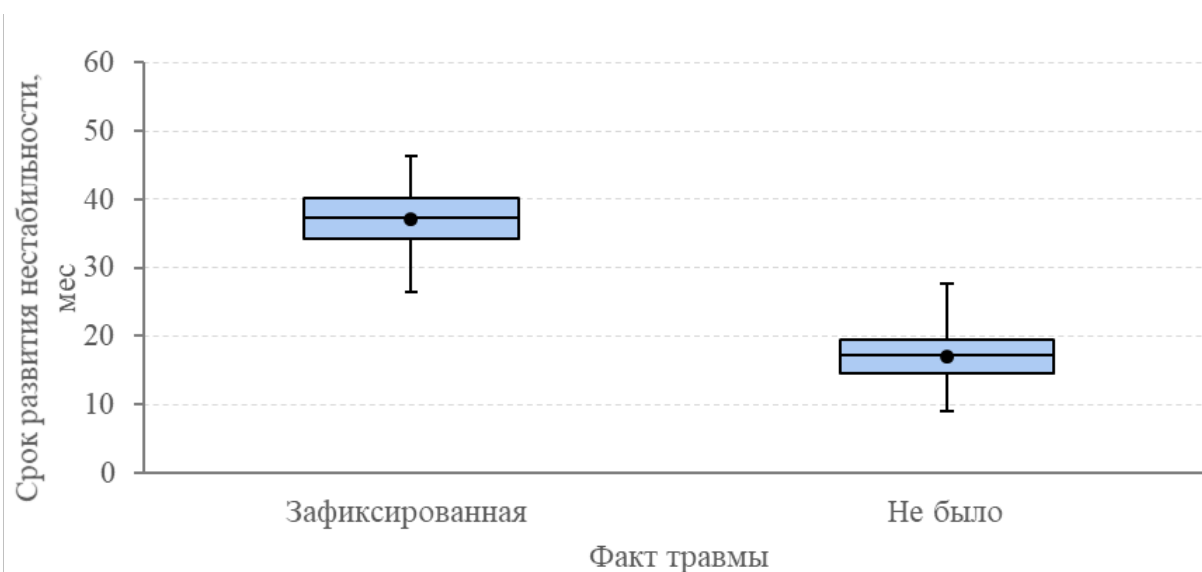


Рисунок 3.3 –Зависимость срока развития рецидивной нестабильности от факта травмы

Медиана периода развития рецидивной нестабильности от первичной операции до ревизионной стабилизации в ретроспективной группе составила 33,75 мес. Этот же показатель, но у пациентов с нестабильностью, развившейся в следствии повторной травмы, составил 37,2 мес. В группе пациентов с развившейся нестабильностью без значимого травмирующего фактора этот показатель был ниже – 17,2 мес. ($p < 0,001$). Стоит отметить, что пациентов с рецидивом нестабильности, возникшем в срок менее 3 месяцев с момента первичной операции, в исследование не включали, т.к. расценивали такой случай как осложнение, а не как рецидив патологии (на основании Федерального закона «Об обязательном государственном страховании жизни и здоровья военнослужащих...» от 28.03.1998г. №52-ФЗ (в последней редакции от

27.11.2023г.) и ПП РФ от 04.07.2013г. №565 «Об утверждении «Положения о военно-врачебной экспертизе»). Сопоставив особенности послеоперационного периода, протоколов реабилитации и сроков начала физической активности, такое распределение можно интерпретировать следующим образом. У людей, получивших травму и, как следствие, разрыв аутотрансплантата, средний срок до получения повторной травмы значимо превышал период, запрещающий активность, что говорит о «рабочем» трансплантате и корректной первичной реконструкции. И наоборот, у пациентов без значимого травмирующего фактора рецидивная нестабильность развилась значимо раньше, чем у травмированных. Впервые жалобы на неустойчивость в коленном суставе они отметили почти сразу после разрешения физической нагрузки. Это говорит о том, что полноценная стабильность сустава не была достигнута либо восстановлена не в полной мере (сохранение значимой так называемой остаточной нестабильности и/или ее ротационного компонента). При лечении этих пациентов были допущены технические ошибки, не позволившие восстановить стабильность коленного сустава.

Опираясь на вышесказанное, мы провели более детальное изучение причин такого распределения. Рассмотрев и проанализировав используемые трансплантаты и фиксаторы, мы не получили данных об их влиянии на сроки развития нестабильности. Распределение пациентов по виду используемых трансплантатов и техники реконструкции первичной операции представлены ниже (таблица 3.9).

Наиболее популярными трансплантатами при первичных реконструкциях являлись центральная треть связки надколенника ($n=44$; 36,1%) и подколенные сухожилия ($n=42$; 34,4%). Статистически значимых различий между трансплантатами, как указывалось выше, мы не выявили. Эти данные подтверждаются результатами биомеханических исследований [69, 71], свидетельствующих о превосходстве в прочности любого из трансплантатов (при условии соблюдения техники формирования и минимального диаметра) над нативной ПКС. Из данных таблицы 3.10 видно, что значимая доля (48,9%)

рецидивов нестабильности, возникшей без травмирующего фактора, произошла у пациентов, при лечении которых применяли транстибиальную технику формирования бедренного туннеля.

Таблица 3.9 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от техники первичной реконструкции ПКС и вида используемого трансплантата

Вид трансплантата	Техника операции			Всего	Р
	Транстибиальная (n=45)	Анатомичная транспортальная (n=52)	«все внутри» (n=25)		
ВТВ	24 (53,3%)	20 (38,5%)	(0,0%)	44	<0,0001
ST-G	16 (35,6%)	22 (42,3%)	4 (16,0%)	42	
ST (4 пучка)	(0,0%)	(0,0%)	17 (68,0%)	17	
QT	3 (6,7%)	4 (7,7%)	2 (8,0%)	9	
PL	(0,0%)	6 (11,5%)	2 (8,0%)	8	
Другие	2 (4,4%)	(0,0%)	(0,0%)	2	

Виды трансплантатов: ВТВ – центральная треть связки надколенника с костными блоками из надколенника и бугристости большеберцовой кости; ST-G – сухожилия полусухожильной и нежной мышц; ST – сухожилие полусухожильной мышцы; QT – центральная часть сухожилия четырехглавой мышцы бедра; PL – сухожилие длинной малоберцовой мышцы.

Таблица 3.10 – 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	

Особенностью этой техники является вертикальное позиционирование трансплантата и невозможность обеспечить полноценную стабильность при амплитуде сгибания в диапазоне 5–40° за счет сохраняющегося ротационного компонента. Эта специфика приводит к появлению жалоб при начале физических нагрузок и вынужденному обращению за медицинской помощью даже при сохраненном трансплантате. Этот тезис также подтвердился распределением

пациентов в зависимости от состояния трансплантата, оцененного во время диагностического этапа артроскопии ревизионной стабилизации и характера травмы (таблица 3.11), а также от техники формирования бедренного туннеля, (таблица 3.12).

Таблица 3.11 – 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	

Разрыв трансплантата был зафиксирован преимущественно при травмах, связанных с занятием спортом или тяжелым физическим трудом. Таких пациентов в группе было 39 (65,0%). При отсутствии травмирующего фактора нестабильность развивалась чаще всего в результате функциональной несостоятельности трансплантата (n=18; 40,9%). Этот факт подтверждает, что трансплантат не подвергался механическому воздействию, а являлся по сути ненагружаемым и не участвовал в стабилизации коленного сустава.

Таблица 3.12 – 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)		
Отсутствует	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	

Техника первичной реконструкции

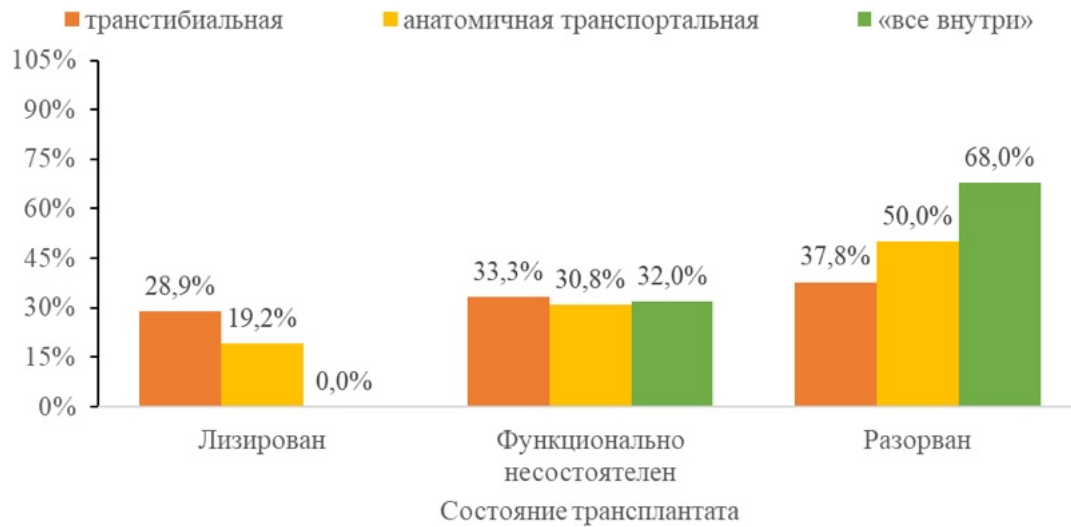


Рисунок 3.4 – Диаграмма зависимости состояния трансплантата от техники первичной реконструкции

Анатомические техники формирования бедренного туннеля (транспортальная и «все внутри») показали значимо большую долю РНКС, развившуюся из-за разрыва аутооттрансплантата вследствие травмирующего фактора ($n=43$; 35,3%), что лишний раз говорит о нагружаемости трансплантата и стабилизации коленного сустава при стрессовых нагрузках, его правильном анатомическом положении и, как следствие, необходимости принципиального подхода при прецизионном максимально точном анатомическом формировании туннелей для достижения качественной стабильности.

3.2.3. Анализ объективных данных

Обследование пациентов проводили по общепринятым ортопедическим методикам (Хоминец В.В., 2023), особое внимание уделяя признакам нестабильности коленного сустава (таблица 3.13).

При анализе характерной симптоматики передней нестабильности наиболее показательным оказался тест Лахмана. Доля его выявления у пациентов рассматриваемой патологии превосходила все остальные симптомы и достигала 91,8%. Симптом «переднего выдвижного ящика» четко определяли лишь в 75,4% случаев. Его диагностическая ценность несколько ниже ввиду включения в

стабилизацию коленного сустава динамических синергистов ПКС – задней группы мышц бедра и, как следствие, получение ложно-отрицательного результата.

Таблица 3.13 – Распределение пациентов ретроспективной группы по выявленным признакам нестабильности

Симптом		Количество пациентов				
		n		%		
«Передний выдвижной ящик»		92		75,4		
Тест Лахмана		112		91,8		
Тест Лози (воспроизведение феномена «смещения оси»)	+	11	106	12,3	86,9	
	++	43		36,1		
	+++	52		38,5		
«Задний выдвижной ящик»		11		9,0		
Варус-стресс тест		8		6,5		
Вальгус-стресс тест		6		4,9		
Наружный ротационно-рекурвационный тест		2		1,6		
«Циферблата часов»		2		1,6		
Оценка гиперэластичности		11		9,01		

При оценке теста Лози (воспроизведение феномена «смещения оси» и оценка ротационного компонента нестабильности) положительный результат получен у 86,9%, что свидетельствует также о высоком диагностическом потенциале симптома. Причем степень выраженности ротационного компонента (феномен «смещения оси» +, ++, +++) имела зависимость с повреждением вторичных стабилизаторов коленного сустава и степенью нестабильности, определяемых с помощью лучевых методов диагностики (таблица 3.16).

Наиболее распространенное сочетание повреждения нескольких стабилизирующих структур у пациентов ретроспективной группы (ПКС и ЗКС) выявлено в 9,0% случаев. Клинически оно проявлялось комбинацией симптомов «переднего и заднего выдвижных ящиков» – выраженной переднезадней нестабильностью.

Симптомы нестабильности во фронтальной плоскости (варус/вальгус-стресс тесты) указали на несостоятельность медиальной и латеральной коллатеральных связок в 4,9% и 6,5% соответственно. Также несостоятельность заднемедиального и заднелатерального сухожильно-связочных комплексов диагностировали при помощи наружного ротационно-рекурвационного теста (1,6%) и симптома циферблата часов (dial test; 1,6%).

В последующем выявленные мультилигаментарные повреждения потребовали реконструкции нескольких стабилизирующих структур у 15 (12,3%) пациентов.

3.2.4. Анализ результатов инструментальных методов обследования

При поступлении в клинику военной травматологии и ортопедии и на догоспитальном этапе всем пациентам выполняли рентгенографию коленных суставов в стандартных проекциях, в том числе с функциональной нагрузкой весом тела; функциональное рентгеновское исследование (оценка стабильности в сагиттальной плоскости), КТ, МРТ. При необходимости функциональное исследование дополняли изучением стабильности во фронтальной плоскости, а также телерентгенографию нижних конечностей в двух проекциях.

Рентгенологическое обследование

Изучению подверглись рентгенограммы, выполненные в прямой переднезадней и боковой проекциях. На них прежде всего оценивали положение и размер костных туннелей, вид, количество и локацию фиксаторов, а также характер посттравматических и дегенеративно-дистрофических изменений. Особое внимание уделяли равномерности суставной щели и ее высоте, деформации проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, в том числе наклону тиббиального плато кзади. Помимо этого, проводили предварительную оценку анатомического бедренно-большеберцового угла как предпосылку к смещению механической оси нижней конечности и развитию варусной деформации на уровне коленного сустава. В этой связи 5 (4,1%) пациентов были направлены на дообследование – выполнение телерентгенографии нижних

конечностей, для расчета точных показателей опорного баланса и корректировки тактики хирургического лечения.

Оценивая способ фиксации трансплантата при первичных реконструкциях, мы выявили, что наиболее часто хирурги использовали интерферентные винты – 55,3% и кортикальные пуговицы – 27,9%. Также применяли пины – 8,6% и якорный винт, на который проволоочной петлей фиксировали костный блок трансплантата из центральной трети связки надколенника – 8,2%. Распределение пациентов в зависимости от используемых фиксаторов и их локализации представлено в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от применяемых фиксаторов трансплантата ПКС и их локализации

Фиксатор	Локализация			
	Бедренная кость		Большеберцовая кость	
	n	%	n	%
Интерферентный винт	56	45,9	77	63,1
Кортикальная пуговица	41	33,6	26	21,3
Пины	21	17,2	—	—
Якорный винт + проволока	3	2,5	17	13,9
Другие	1	0,8	2	1,6
Итого	122	100	122	100

Также пациентам выполняли сравнительное функциональное исследование в сагиттальной плоскости по описанной методике с целью определения степени нестабильности коленного сустава. Значение нестабильности коленного сустава находилось в пределах от 5,2 до 12,6 мм и в среднем составило $8,7 \pm 3,7$ мм (таблица 3.15). Из выписных эпикризов, протоколов операций, представлений на ВВК, а также из рентгенологического архива клиники удалось получить информацию о степени нестабильности коленного сустава до первичной реконструкции. Из данных таблицы видно, что доля II степени нестабильности,

описанной до выполнения первичной реконструкции, уменьшилась с 94,2% до 53,3%, определяемой перед ревизионным пособием. Это произошло за счет увеличения доли нестабильности III степени с 3,2% до 46,7%. Также отметим, что у больных перед ревизионной реконструкцией не было выявлено нестабильности I степени.

Таблица 3.15 – Распределение пациентов ретроспективной группы по очередности операции и степени нестабильности коленного сустава

Степень нестабильности	Количество пациентов			
	перед выполнением первичной реконструкции		перед выполнением ревизионной реконструкции	
	n	%	n	%
I ст.	2	1,6	—	—
II ст.	116	94,2	65	53,3
III ст.	4	3,2	57	46,7

Различия статистически значимы ($p < 0,0001$).

Помимо этого, мы сравнили зависимость степени нестабильности коленного сустава, определенную при помощи рентгенографии и мануальных тестов (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Распределение пациентов ретроспективной группы по степени нестабильности коленного сустава и выявленным мануальным тестам

Симптом		Степень передней нестабильности коленного сустава						Итого			
		I (n=0)		II (n=65)		III (n=57)					
		n	%	n	%	n	%	n	%		
«Передний выдвижной ящик»		—	—	48	73,8	44	77,2	92	75,4		
Тест Лахмана		—	—	61	93,8	51	89,5	112	91,8		
Тест Лози (феномен смещения оси)	+	—	—	10	15,6	1	2,4	11	106	10,4	86,9
	++	—	—	40	61,5	3	7,1	43		40,6	
	+++	—	—	14	21,5	38	90,5	52		49,1	

Продолжение таблицы 3.16

«Задний выдвижной ящик»	–	–	6	9,2	5	8,8	11	9,0
Варус-стресс тест	–	–	3	4,6	5	8,8	8	6,6
Вальгус-стресс тест	–	–	2	3,1	4	7,0	6	4,9
Наружный ротационно-рекурвационный тест	–	–	2	3,1	–	–	2	1,6
«Циферблата часов»	–	–	1	1,5	1	1,7	2	1,6
Оценка гиперэластичности	–	–	2	3,1	9	15,8	11	9,0

Из данных таблиц 3.15 и 3.16 видно, что выраженная нестабильность (III степени) характерна для пациентов с длительно существующей патологией и повреждениями нескольких стабилизирующих структур связочного аппарата коленного сустава. Это говорит о выраженности патологии в рецидивных случаях, значимости ротационного компонента нестабильности и, как следствие, необходимости планирования при ревизионных операциях максимально надежного оперативного пособия, сопровождающегося восстановлением всех поврежденных или функционально несостоятельных стабилизирующих структур.

Помимо диагностики нестабильности в сагиттальной плоскости, 14 (12,3%) пациентов были обследованы на предмет состоятельности коллатеральных связок и задних сухожильно-связочных комплексов. Повреждения медиальных стабилизирующих структур выявлены у 6 (4,9%) пациентов, а латеральных – у 8 (6,6%).

Таким образом, ведущими задачами обзорной рентгенографии в переднезадней и боковой проекциях с опорной нагрузкой весом тела являлись первоначальная оценка положения и размеров костных туннелей, наличия, вида и диспозиции фиксаторов ПКС, оставшихся после предшествующих вмешательств, а также выявление статических, дегенеративно-дистрофических или посттравматических изменений, указывающих на необходимость в дополнительном обследовании.

Также принципиальное значение в обследовании пациентов с РНКС играют сравнительные функциональные исследования в сагиттальной и фронтальной плоскостях, позволяющие объективно установить степень нестабильности. Выраженное проявление патологии в сагиттальной плоскости (III степень нестабильности) может говорить о несостоятельности не только ПКС, но и ее статических синергистов, а во фронтальной – о мультилигаментарных повреждениях, чаще всего ЗМССК и ЗЛССК, приводящих к многонаправленной нестабильности сустава и требующих максимально продуманных хирургических и тактических подходов для качественной коррекции патологии.

Телерентгенография нижних конечностей

При выявлении на обзорных рентгенограммах в переднезадней проекции несимметричного сужения суставной щели и субхондрального склероза опорных поверхностей мыщелков сочленяющихся костей пациентов направляли на телерентгенографию нижних конечностей для детального изучения опорного баланса путем определения механической оси и расчета анатомического бедренно-большеберцового угла. После анализа результатов определяли показания к выполнению корригирующей операции на уровне коленного сустава – высокой вальгизирующей открывающейся остеотомии большеберцовой кости.

У большинства пациентов ретроспективной группы щель коленного сустава явилась симметричной, однако в 32 (26,2%) случаях было зафиксировано сужение в медиальном компартменте, что потребовало более детального изучения опорного баланса. При изучении рентгеновского панорамного исследования нижних конечностей выявлено значимое отклонение механической оси у 13 (10,7%) обследуемых. В случае отсутствия телерентгенографии мы оценивали ось нижней конечности на обзорных рентгеновских снимках в прямой проекции. Среднее значение бедренно-большеберцового угла колебалось от 5° вальгуса до 7° варуса, при норме 3–5 ° вальгуса (Орлянский В., Головаха М.Л., 2020; Golovakha M.L. et al., 2018). При этом патологических изменений со стороны контралатеральной конечности отмечено не было.

Таблица 3.17 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от значения бедренно-большеберцового угла (отклонения от нормы) и локализации болевого синдрома

Локализация боли при физической нагрузке	Бедренно-большеберцовый угол (отклонение от нормы), град.			Всего	P
	0–5 (n=109)	6–10 (n=8)	11–15 (n=5)		
Передний отдел	27 (24,8%)	1 (12,5%)	(0,0%)	28	<0,0001
Медиальный отдел	29 (26,6%)	3 (37,5%)	2 (40,0%)	34	
Латеральный отдел	7 (6,4%)	4 (50,0%)	3 (60,0%)	14	
Нет	46 (42,2%)	(0,0%)	(0,0%)	46	

Анализ данных таблицы 3.17 говорит о зависимости болевого синдрома в медиальном компартменте коленного сустава при нарушении опорного баланса и развитии варусной деформации нижней конечности. Однако стоит отметить, что при значимых углах деформации (11° и более) пациенты отмечали болевой синдром и в латеральном отделе коленного сустава, возникающий при физической нагрузке (10,7%). На наш взгляд, это связано с перерастяжением латеральных стабилизирующих структур и их функциональной несостоятельностью. Именно этот процесс в итоге приводит к гипермобильности латерального мыщелка бедренной кости (по отношению к большеберцовой), развитию значимого ротационного компонента нестабильности и перегружаемости трансплантата ПКС, что, несомненно, оказывает влияние на количество рецидивов в частности и на результат лечения в целом (таблица 3.18).

Таблица 3.18 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от значения бедренно-большеберцового угла и выраженности теста Лози

Тест Лози	Бедренно-большеберцовый угол (отклонение от нормы), град.			Всего	P
	0–5 (n=94)	6–10 (n=7)	11–15 (n=5)		
+	11 (11,7%)	(0,0%)	(0,0%)	11	0,1064
++	41 (43,6%)	2 (28,6%)	(0,0%)	43	
+++	42 (44,7%)	5 (71,4%)	5 (100,0%)	52	

Помимо оценки опорного баланса во фронтальной плоскости анализу подвергали угол наклона тибialного плато кзади как одной из значимых предпосылок к рецидивированию нестабильности коленного сустава. Проанализировав телерентгенологические исследования у 32 (26,2%) пациентов, направленных на исследование по поводу проявлений несимметричности щели коленного сустава во фронтальной плоскости, а также рентгенограммы коленного сустава в боковой проекции (в том числе во время выполнения функциональных тестов) выявили, что среднее значение угла наклона проксимально метаэпифиза кзади составило $8,4^\circ$. Причем у 7 (5,7%) пациентов нами зафиксирован наклон тибialного плато более 10° . В 1 (0,8%) наблюдении угол наклона превысил 20° , что потребовало выполнения двухплоскостной остеотомии проксимального метаэпифиза большеберцовой кости (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Рентгенограмма голени в боковой проекции до операции (а) и рентгенограммы коленного сустава в прямой и боковой проекциях после выполнения дефлексионной остеотомии (б), фиксированной пластиной на четырех винтах пациента Р. До операции наклон мыщелков большеберцовой кости кзади – 22° , после – 6° (собственное наблюдение)

Компьютерная томография

Несмотря на то, что КТ выполняли всем пациентам до ревизионной реконструкции ПКС или пластики первичных костных туннелей на догоспитальном этапе, для изучения оказались доступны результаты (возможность изучения самого исследования, загруженного с компакт-диска или флеш-накопителя) исследований 106 (86,9%) пациентов ретроспективной группы. У остальных 16 (13,1%) наблюдаемых анализу подверглись лишь заключения врачей-рентгенологов. Прежде всего определяли наличие, положение и вид фиксирующих конструкций, факт и степень остеолита вокруг них, а также направление, размер, форму и диаметр внутрисуставной апертуры костных туннелей. Это позволило получить необходимые данные и сравнить их с количеством этапов хирургического лечения. Помимо этого, метод КТ использовали для оценки перестройки костного трансплантата (наличие кист, костных мостиков и т.д.) при двухэтапной тактике лечения, когда первым этапом выполняли пластику критично расширенных костных туннелей.

Основными факторами, влияющими на сохранность трансплантата ПКС и его функциональную состоятельность (изометричное натяжение) являются анатомичность положения апертур костных туннелей и их расширение. Проводя анализ результатов компьютерной томографии, мы использовали метод «координатного прямоугольника», предложенный М. Bernard с соавт. (1997) для расчета позиции внутрисуставной апертуры туннеля в латеральном мыщелке бедренной кости и метод «координатных осей» для апертуры туннеля в большеберцовой кости (Tsukada H. et al., 2008). Неанатомичное положение внутрисуставных апертур нами выявлено в 93 (76,2%) наблюдениях, причем некорректное положение апертуры в латеральном мыщелке бедренной кости у 55 (45,1%) пациентов, в большеберцовой – у 22 (18,0%), а одновременно двух туннелей – у 16 (13,1%). Проведя сравнительный анализ анатомичности положения внутрисуставных входов в канал и распределение пациентов в зависимости от года выполнения операции, мы установили, что доля неанатомично расположенных внутрисуставных апертур была значимо выше у

больных, перенесших операции раньше, чем у пациентов, оперированных к окончанию срока формирования группы. Такая особенность произошла ввиду появления новых анатомических сведений о положении нативной ПКС, их переосмысления и популяризации в профессиональном сообществе, распространению необходимых инструментов. В клинике военной травматологии и ортопедии ВМА имени С.М. Кирова с середины 2011 г. в клиническую практику внедрена транспортальная техника формирования бедренного туннеля, что отобразилось и на количестве ревизионных операций с корректно расположенными аперттурами туннелей (рисунки 3.6, 3.7).

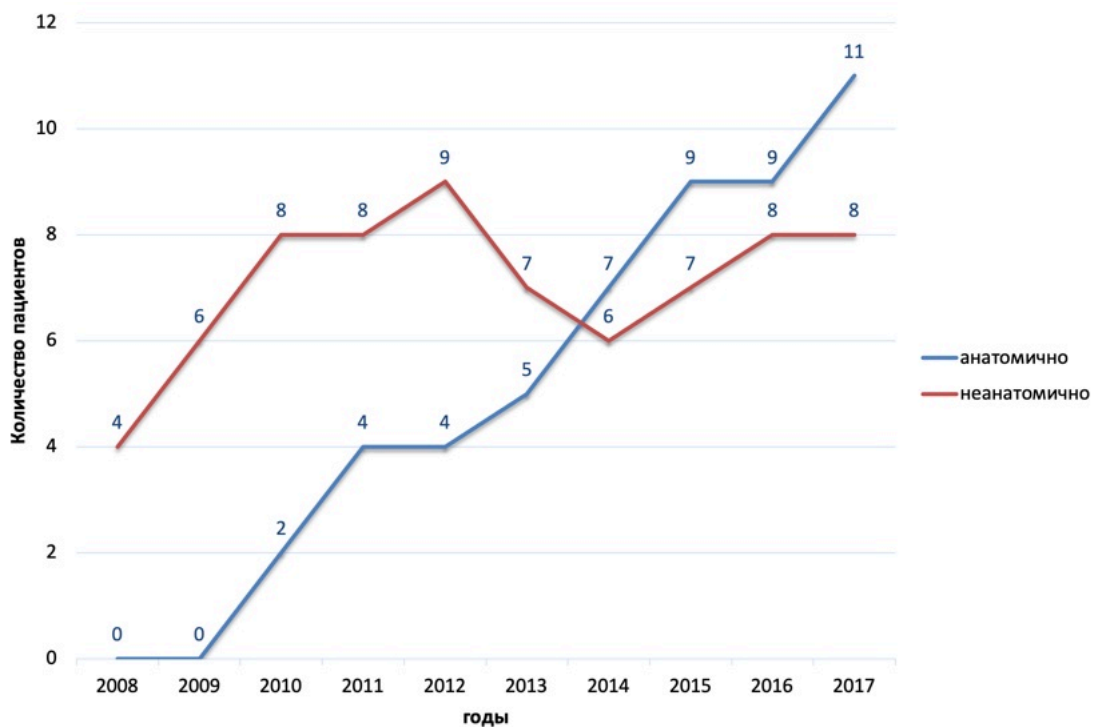


Рисунок 3.6 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от года, количества пациентов и анатомичности положения аперттуры туннеля в бедренной кости

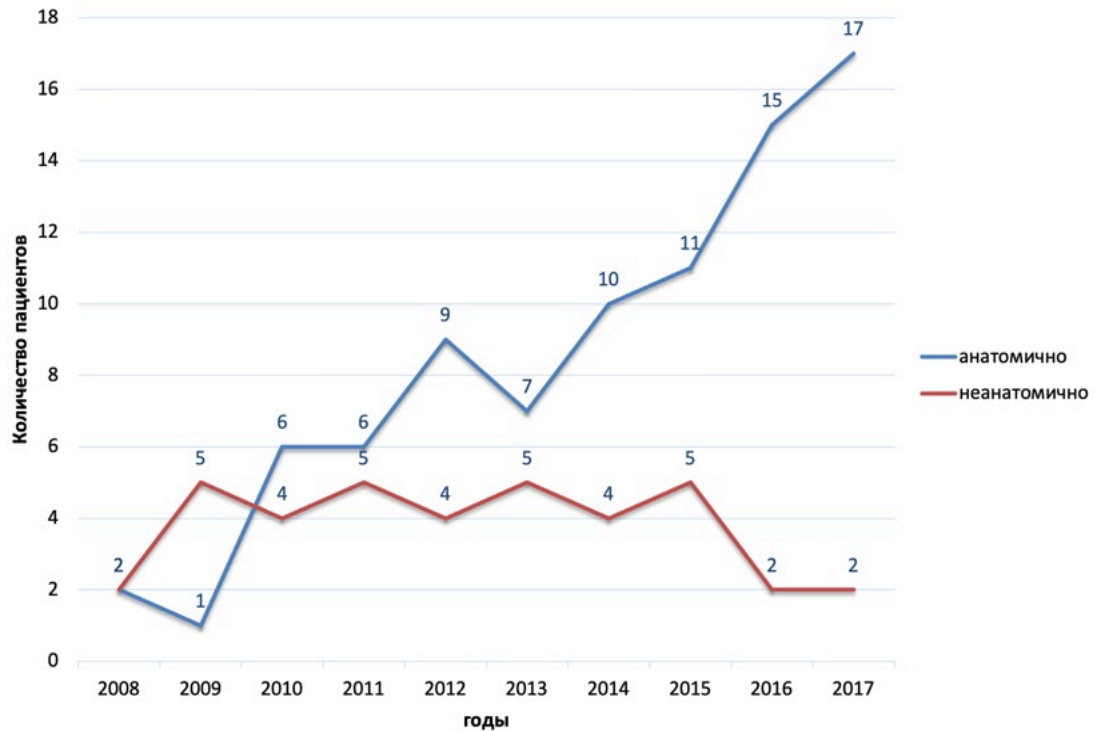


Рисунок 3.7 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от года, количества пациентов и анатомичности положения апертуры туннеля в большеберцовой кости

Расширенные туннели встретились нам у 33 (27,0%) пациентов, дефекты костной ткани в латеральном мыщелке бедренной кости – у 16 (13,1%), большеберцовой – у 12 (9,8%), обоих – у 5 (4,1%) больных.

Учитывая, что размер (диаметр входа, форма, объем полости) и положение внутрисуставной апертуры (анатомично/неанатомично по отношению к «отпечатку» нативной ПКС) первичных туннелей оказывали значимое влияние на выбор тактики (количества этапов хирургического лечения), подробный анализ результатов представлен в отдельной главе.

Магнитно-резонансная томография

Всем пациентам при поступлении в клинику выполняли МРТ, основными задачами которой как структурного неинвазивного метода визуализации мягкотканых элементов явились, прежде всего, факт и степень повреждения аутотрансплантата ПКС (его разволокнение и прерывистость). Эти сведения определяли и обосновывали необходимость ревизионной реконструкции ПКС. Помимо этого, для выбора тактики хирургического лечения, а также

планирования объема обследования и операции на МРТ оценивали наличие и степень повреждения остальных стабилизирующих связочных структур (ЗКС, ПЛС, ЗМССК и ЗЛССК) и менисков, а также структуру изменений гиалинового хряща (таблица 3.19).

Таблица 3.19 – Структура повреждений внутренних элементов коленного сустава у пациентов ретроспективной группы

МР-картина повреждений	Количество пациентов	
	n	%
Связочный аппарат		
ЗКС	7	5,7
МКС	2	1,6
ЗМССК	1	0,8
ЛКС	3	2,5
ЗЛССК	2	1,6
ПЛС	5	4,1
Мениски		
Медиальный мениск	42	34,4
Латеральный мениск	22	18,0
Оба мениска	34	27,9
Гиалиновый хрящ		
Медиальный отдел		
Бедренная кость	86	70,5
Б/берцовая кость	34	27,9
Латеральный отдел		
Бедренная кость	10	8,2
Б/берцовая кость	9	7,4
Пателло-фemorальный отдел	9	7,4

Из медицинской документации выяснили, что у 74 (60,7%) обследуемых во время первичной реконструкции пособия на менисках не выполнялись. Тотальная (менискэктомия) и субтотальная резекции выполнены у 16 (13,1%) оперированных, а парциальная резекция – у 24 (19,7%). У 5 (4,1%) пациентов был выполнен шов медиального, а у 3 (2,6%) – латерального менисков. В 9 наблюдениях не удалось получить достоверную информацию по тактике во время

первичной реконструкции, а состояние менисков при артроскопии не позволило выявить вид вмешательства, поэтому мы отнесли их к интактным.

Проводя статистический анализ повреждений, выявленных на МРТ и подтвержденных при артроскопической ревизии сустава перед ревизионной реконструкцией, мы обратили внимание на некоторые особенности разрывов менисков. Наиболее повреждаемым оказался медиальный мениск ($n=76$; 63,3%), причем изолированно у 42 (34,4%) пострадавших. Разрывы латерального мениска выявлены в 56 (45,9%) наблюдениях, а изолированные повреждения – в 22 (18,0%). Оба интактных мениска мы зафиксировали лишь у 24 (19,7%) обследуемых. Важно отметить, что среди повреждений менисков преобладали рамповые разрывы медиального и отрыв корня латерального менисков (таблица 3.20).

Таблица 3.20 – Структура повреждений менисков у пациентов ретроспективной группы

МР-картина повреждений менисков		Количество пациентов	
		n	%
Медиальный мениск	Продольно-вертикальный	17	22,4
	Горизонтальный	16	21,1
	Радиальный	5	6,7
	Косой	13	17,1
	Рамповый	24	31,6
	Отрыв корня	1	1,3
	Итого	76	100
Латеральный мениск	Продольно-вертикальный	10	17,5
	Горизонтальный	12	21,1
	Радиальный	9	15,8
	Косой	11	19,3
	Отрыв корня	15	26,3
	Итого	57	100

Анализ данных таблицы 3.20 позволяет утверждать, что разрывы ramпы медиального и/или отрыв корня латерального менисков сопровождают РНКС в

значимой доле наблюдений (31,9%). По нашему мнению, это связано, в первую очередь, со стабилизирующей функцией менисков. При реконструкции ПКС зачастую не удается полноценно восстановить стабильность сустава и структуры, дублирующие по функции ПКС, подвергаются повышенной нагрузке, что в итоге приводит к их повреждению. Можно сделать вывод о том, что оставление без должного внимания и невосстановление этих элементов также не приведет к полноценной стабильности и обречет ревизионную реконструкцию на неудачу и не позволит достигнуть желаемого результата.

Помимо выявленных повреждений менисков, обратили на себя внимание две патологии – синовит и контузионные изменения латеральных мыщелков бедренной и большеберцовой костей (признак острого повреждения, говорящий о произошедшем подвывихе голени и, как следствие, доказывающий адекватность травмы). Контузии от соударения суставных поверхностей выявили почти у трети пациентов ($n=37$; 30,2%). Причем все они были обнаружены у больных, в лечении которых использовали анатомичные техники операций (транспортальную и «все внутри»). Хронический синовит был диагностирован у большей части обследуемых ($n=73$; 59,8%). Мы выявили прямую корреляцию между повышенным количеством синовиальной жидкости в полости сустава и болевым синдромом. Также на боль, по нашим данным, оказывали влияние повреждение хряща в медиальном компартменте сустава. Данные по выявленным изменениям в хряще представлены в таблице 3.21.

Данные таблицы отчетливо демонстрируют превосходящую долю повреждения хряща в медиальном отделе над латеральным и пателло-фemorальным компартментами. Хондромалиция на опорной поверхности медиального мыщелка бедренной кости встречалась чаще, чем в других отделах сустава и достигала 70,5%. Из них 53,3% явились поверхностными, тогда как 17,2% – глубокими. Повреждения хряща большеберцовой кости также встречались чаще в медиальном отделе, нежели в латеральном – 27,9% и 7,4% соответственно.

Таблица 3.21 – Структура повреждений гиалинового хряща у пациентов ретроспективной группы

МР-картина повреждений гиалинового хряща			Количество пациентов			
			n		%	
Медиальный отдел	Бедренная кость	Интактный	36		29,5	
		1-2 ст.	65	86	53,3	70,5
		3-4 ст.	21		17,2	
	Б\берцовая кость	Интактный	88		72,1	
		1-2 ст.	21	34	17,2	27,9
		3-4 ст.	13		10,7	
Латеральный отдел	Бедренная кость	Интактный	112		91,8	
		1-2 ст.	7	10	5,7	8,2
		3-4 ст.	3		2,5	
	Б\берцовая кость	Интактный	113		91,8	
		1-2 ст.	6	9	4,9	7,4
		3-4 ст.	3		2,5	
Пателло-фemorальный отдел	Бедренная кость	Интактный	117		91,8	
		1-2 ст.	4	5	3,3	4,1
		3-4 ст.	1		0,8	
	Надколенник	Интактный	118		96,7	
		1-2 ст.	4	4	3,3	3,3
		3-4 ст.	—		—	

С целью установления причины возникновения выявленных изменений мы провели анализ и обозначили зависимость повреждений хряща от степени нестабильности сустава и техники первичной реконструкции (таблицы 3.22–3.27, рисунок 3.8).

Данные таблиц отчетливо демонстрируют взаимосвязь выраженной нестабильности коленного сустава, в том числе ее ротационного компонента, и глубоких (хондромалиция 3-4 степени) повреждений гиалинового хряща опорных поверхностей мыщелков сочленяющихся костей, а также взаимосвязь последних с техникой первичной реконструкции – в частности, более значимые повреждения у пациентов, в лечении которых применялась транстибиальная техника.

Таблица 3.22 – Распределение пациентов ретроспективной группы по степени нестабильности и структуре повреждений гиалинового хряща медиального отдела

МР и артроскопическая картина повреждений гиалинового хряща	Степень передней нестабильности коленного сустава		Всего	Р
	II ст. (n=65)	III ст. (n=57)		
Бедренная кость				
Интактный	20 (30,8%)	16 (28,1%)	36	0,8379
1-2 ст.	35 (53,8%)	30 (52,6%)	65	
3-4 ст.	10 (15,4%)	11 (19,3%)	21	
Большеберцовая кость				
Интактный	45 (69,2%)	43 (75,4%)	88	0,4728
1-2 ст.	11 (16,9%)	10 (17,5%)	21	
3-4 ст.	9 (13,8%)	4 (7,0%)	13	

Таблица 3.23 – Распределение пациентов ретроспективной группы по степени нестабильности и структуре повреждений гиалинового хряща латерального отдела

МР и артроскопическая картины повреждений гиалинового хряща	Степень передней нестабильности коленного сустава		Всего	Р
	II ст., (n=65)	III ст., (n=57)		
Бедренная кость				
Интактный	59 (90,8%)	53 (93,0%)	112	0,4912
1-2 ст.	5 (7,7%)	2 (3,5%)	7	
3-4 ст.	1 (1,5%)	2 (3,5%)	3	
Большеберцовая кость				
Интактный	60 (92,3%)	53 (93,0%)	113	0,6335
1-2 ст.	4 (6,2%)	2 (3,5%)	6	
3-4 ст.	1 (1,5%)	2 (3,5%)	3	

Таблица 3.24 – Распределение пациентов ретроспективной группы по степени нестабильности и структуре повреждений гиалинового хряща пателло-фemorального отдела

МР и артроскопическая картины повреждений гиалинового хряща	Степень передней нестабильности коленного сустава		Всего	Р
	II ст. (n=65)	III ст. (n=57)		
Бедренная кость				
Интактный	63 (96,9%)	54 (94,7%)	117	0,5563
1-2 ст.	2 (3,1%)	2 (3,5%)	4	
3-4 ст.	(0,0%)	1 (1,8%)	1	
Надколенник				
Интактный	62 (95,4%)	56 (98,2%)	118	0,3760
1-2 ст.	3 (4,6%)	1 (1,8%)	4	

Таблица 3.25 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от техники реконструкции ПКС и структуры повреждений гиалинового хряща медиального отдела

МР и артроскопическая картины повреждений гиалинового хряща	Техника первичной реконструкции			Всего	Р
	Транс-тибиальная (n=45)	Анатомичная транспортальная (n=52)	«Все внутри», (n=25)		
Бедренная кость					
Интактный	10 (22,2%)	16 (30,8%)	10 (40,0%)	36	0,4962
1-2 ст.	25 (55,6%)	29 (55,8%)	11 (44,0%)	65	
3-4 ст.	10 (22,2%)	7 (13,5%)	4 (16,0%)	21	
Большеберцовая кость					
Интактный	36 (80,0%)	37 (71,2%)	15 (60,0%)	88	0,1325
1-2 ст.	6 (13,3%)	11 (21,2%)	4 (16,0%)	21	
3-4 ст.	3 (6,7%)	4 (7,7%)	6 (24,0%)	13	

Таблица 3.26 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от техники реконструкции ПКС и структуры повреждений гиалинового хряща латерального отдела

МР и артроскопическая картины повреждений гиалинового хряща	Техника первичной реконструкции			Всего	Р
	Транс-тибиальная (n=45)	Анатомичная транспортальная (n=52)	«Все внутри» (n=25)		
Бедренная кость					
Интактный	41 (91,1%)	48 (92,3%)	23 (92,0%)	112	0,7996
1-2 ст.	3 (6,7%)	2 (3,8%)	2 (8,0%)	7	
3-4 ст.	1 (2,2%)	2 (3,8%)	(0,0%)	3	
Большеберцовая кость					
Интактный	41 (91,1%)	48 (92,3%)	24 (96,0%)	113	0,7467
1-2 ст.	1 (2,2%)	1 (1,9%)	1 (4,0%)	3	
3-4 ст.	3 (6,7%)	3 (5,8%)	(0,0%)	6	

Таблица 3.27 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от техники реконструкции ПКС и структуры повреждений гиалинового хряща пателло-фemorального отдела

МР и артроскопическая картины повреждений гиалинового хряща	Техника первичной реконструкции			Всего	Р
	транс- тибиальная, (n=45)	анатомичная транспортальная, (n=52)	«все внутри», (n=25)		
Бедренная кость					
Интактный	43 (95,6%)	49 (94,2%)	25 (100,0%)	117	0,6513
1-2 ст.	2 (4,4%)	2 (3,8%)	(0,0%)	4	
3-4 ст.	(0,0%)	1 (1,9%)	(0,0%)	1	
Надколенник					
Интактный	42 (93,3%)	51 (98,1%)	25 (100,0%)	118	0,2494
1-2 ст.	3 (6,7%)	1 (1,9%)	(0,0%)	4	

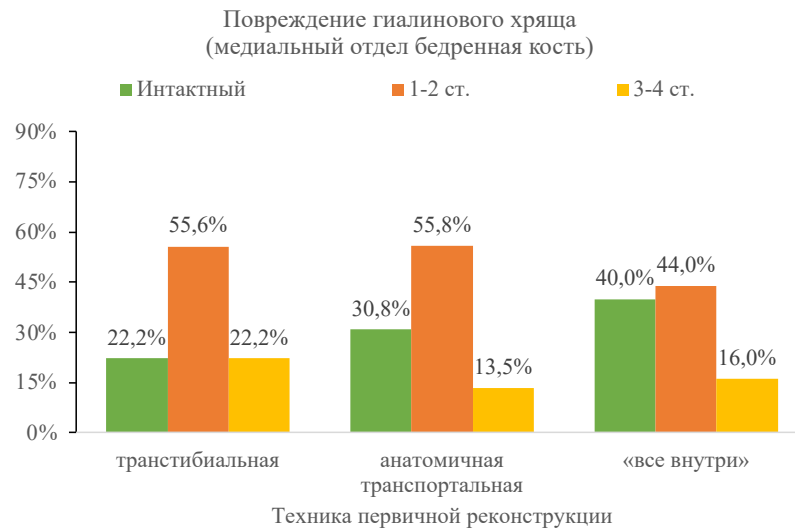


Рисунок 3.8 – Диаграмма зависимости глубины повреждения гиалинового хряща на медиальном мыщелке бедренной кости от техники первичной реконструкции ПКС у пациентов ретроспективной группы

В таблице 3.5 представлены результаты анализа анамнестических данных, указывающие на корреляцию болевого синдрома в медиальном компартменте сустава и транстибиальной техники первичной реконструкции, подтверждающие этот тезис. Опираясь на полученные данные, можно сделать вывод о том, что решающее значение в развитии болевого синдрома в медиальном отделе сустава играет длительно существующая нестабильность, а также ее остаточный ротационный компонент, которые приводят к повышенной патологической подвижности в латеральном отделе, а медиальный отдел в попытке стабилизировать сустав за счет формы медиальных мыщелков бедренной и большеберцовой костей перегружается, что со временем приводит к варусной деформации нижней конечности, повреждению гиалинового хряща и возникновению болевого синдрома. В целом последовательность развития хронического болевого синдрома отображена схеме, представленной на рисунке 3.9. Однако данные таблицы 3.17 свидетельствуют о выявлении болевого синдрома не только в медиальном отделе, но и в латеральном у 14 (11,5%) обследуемых ретроспективной группы. Это связано, на наш взгляд, с перерастяжением и развитием функциональной несостоятельности латеральных стабилизирующих структур, которые и приводят к гипермобильности и боли.

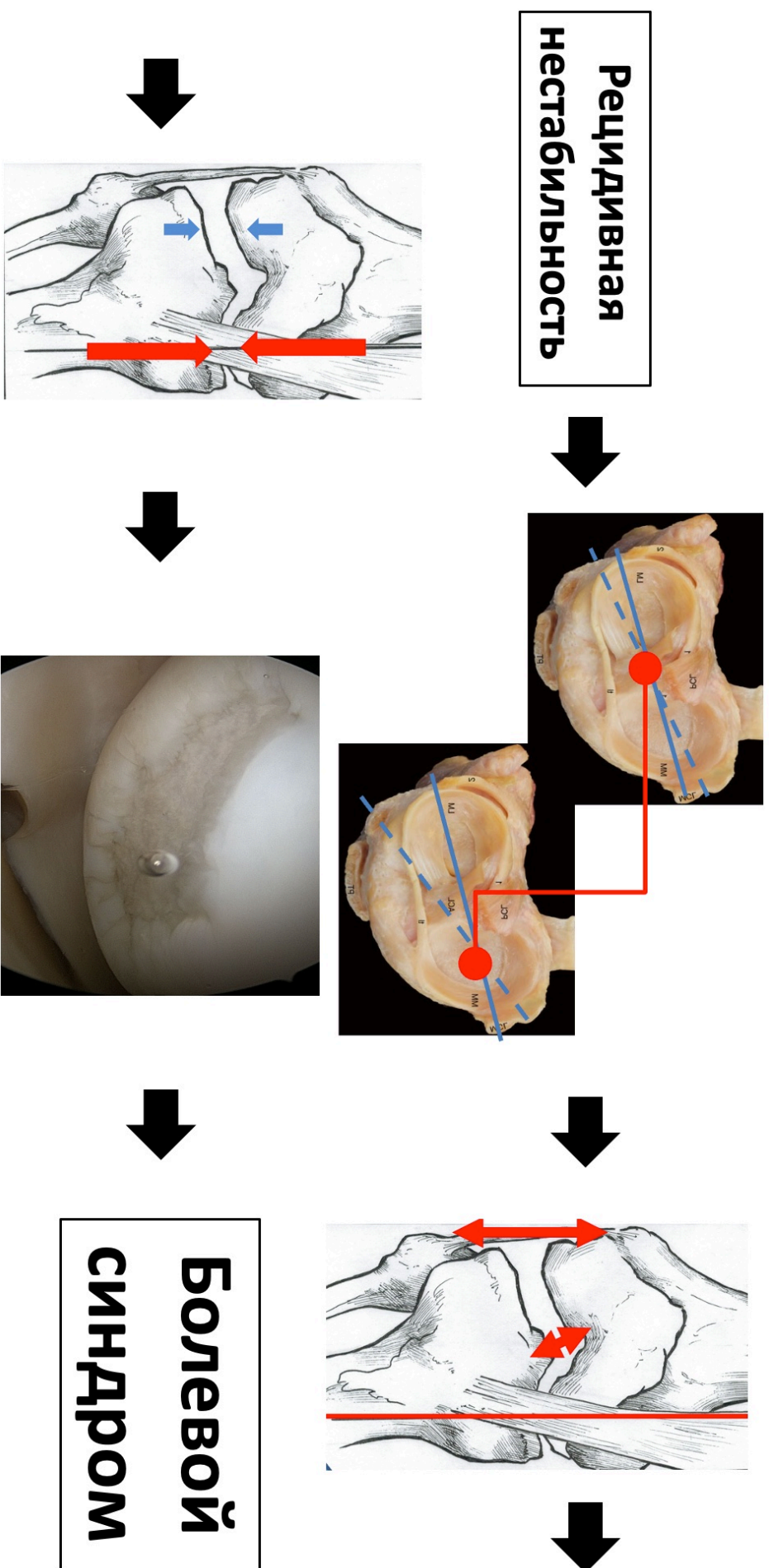


Рисунок 3.9 – Схема последовательности развития болевого синдрома в медиальном отделе коленного сустава при его рецидивной нестабильности

3.3. Анализ хирургического лечения пациентов

3.3.1. Диагностическая артроскопия коленного сустава

Все оперативные вмешательства начинали с диагностического этапа артроскопической ревизии. Это обусловлено определенными техническими и тактическими сложностями повторных реконструкций, неоднозначностью и широким спектром внутрисуставных повреждений и сопутствующей патологии. Первоначально считали необходимым выполнить качественную диагностику, сравнить и конкретизировать полученные артроскопические данные с результатами дополнительных методов исследования (прежде всего КТ и МРТ). Предметно изучали состояние трансплантата: его наличие, направление и васкуляризацию волокон, покрытие синовиальной оболочкой, натянутость и разволокнение. Помимо этого, обязательно оценивали симптом «переднего выдвижного ящика» с артроскопической демонстрацией трансплантата для оценки его функциональной состоятельности. Далее переходили к визуализации и анализу внутрисуставных апертур костных туннелей. Оценивали наличие интерферентных винтов, их структуру и в случае использования биодеградируемых материалов степень перестройки. После удаления фиксирующих конструкций и рубцовой ткани определяли истинные размеры апертур и их локализацию. Этот показатель являлся определяющим для принятия окончательного тактического решения о количестве хирургических этапов лечения, а именно выполнение пластики в обход старых туннелей (по типу первичной реконструкции) или их освежении и использовании повторно, или признание туннелей в целом, или апертур в частности, критично расширенными и необходимости выполнения первым этапом их пластического замещения костной тканью, а выполнение ревизионной реконструкции ПКС – вторым.

В ходе ревизии сустава принципиальное значение уделяли выявлению и анализу повреждений менисков и гиалинового хряща опорных поверхностей бедренной и большеберцовой костей, а также блоку бедренной кости и суставным фасеткам надколенника.

В целом можно утверждать, что данные, полученные в ходе диагностического этапа артроскопии коленного сустава, соответствовали результатам КТ и МРТ, а также их интерпретации. Однако первоначально, ориентируясь на данные, полученные из описаний МРТ, мы установили, что продольно-вертикальные разрывы медиального мениска диагностированы у 35 (46,0%) пациентов, а рамповые лишь у 7 (9,2%). Проведя более детальный проспективный анализ протоколов операций, выяснили, что рамповых разрывов было 24 (31,6%), а продольно-вертикальных – 15 (19,6%). Такое расхождение в определении типов разрывов можно объяснить отсутствием на момент выполнения обследований знаний о рамповых разрывах и их чрезвычайной важности в увеличении передней трансляции голени и формировании рецидивной нестабильности.

Одним из важнейших достоинств артроскопии является визуализация трансплантата, что позволяет, в первую очередь, достоверно оценить его целостность. У пациентов ретроспективной группы мы встретили три различных варианта состояния трансплантата: разорван ($n=60$; 49,1%), функционально несостоятелен ($n=39$; 32,0%), лизирован ($n=23$; 18,9%).

Корреляционные связи состояния трансплантата в зависимости от характера травмы и техники первичной реконструкции представлены в таблицах 3.11 и 3.12 соответственно. Здесь добавим, что отсутствие трансплантата можно объяснить длительно существующей нестабильностью сустава, которая, в свою очередь, приводила к возникновению воспаления и развитию синовита. Провоспалительные компоненты синовиальной жидкости (прежде всего протеолитические ферменты) делают ее агрессивной и определяют лизис трансплантата (таблица 3.28, рисунок 3.28). В случае выявления при артроскопии сохраненного трансплантата, но функционально несостоятельного (удлинен, растянут или снижен его тонус) у 16 (13,1%) пациентов осуществляли попытку его уплотнения и укорочения за счет выполнения процедуры гипертермической абляции. Однако значимых положительных результатов это не дало, и 11 (9,0%) больных вернулись для выполнения полноценной ревизионной реконструкции.

Таблица 3.28 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от наличия хронического синовита и состояния трансплантата

Хронический синовит	Трансплантат						Итого		Р
	лизирован		функционально несостоятелен		разорван				
	п	%	п	%	п	%	п	%	
Есть	21	91,3	20	51,3	32	53,3	73	59,8	0,0029
Нет	2	8,7	19	48,7	28	46,7	49	40,2	
Итого	23	18,9	39	32,0	60	49,1	122	100	

Состояние трансплантата

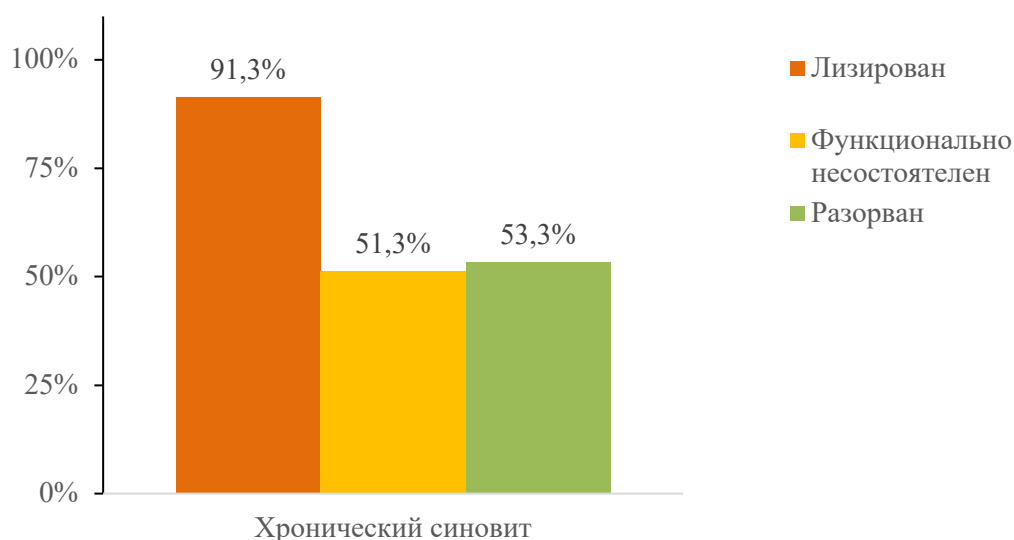


Рисунок 3.10 – Диаграмма влияния хронического синовита на состояние трансплантата у пациентов ретроспективной группы

3.3.2. Структура оперативных вмешательств

Как указывалось выше, все ревизионные реконструкции у пациентов ретроспективной группы, оперированных в клинике с 2008 по 2017 г., принципиально можно разделить на 2 группы в зависимости от тактического подхода к количеству этапов хирургического лечения. У 107 (87,7%) пациентов была выполнена одномоментная реконструкция, а у 15 (12,3%) больных потребовалось первым этапом восполнить расширенные костные туннели (n=9; 7,4%), оценить ремодуляцию костных трансплантатов и вторым этапом выполнить пластику ПКС, или выполнить высокую дефлексионную остеотомию

большеберцовой кости для коррекции наклона тиббиального плато кзади ($n=1$; 0,8%), или вальгизирующую по поводу варусной деформации нижней конечности ($n=5$; 4,1%), дополненные костной пластикой туннелей.

Проведя анализ распределения пациентов с двухэтапным подходом в лечении РНКС по годам, применяемым техникам первичной реконструкции и используемым трансплантатам, мы выяснили, что все пациенты ($n=9$; 7,4%), у которых первым этапом лечения РНКС выполнили пластику критично расширенных внутрисуставных апертур костных туннелей, были прооперированы с использованием анатомичных техник (транспортальная и «все внутри»). Этот факт подтверждает данные КТ о расширении и позиционировании апертур костных туннелей у этих больных (Этот вопрос будет рассмотрен в главе 4). Однако обращает на себя внимание несоответствие общего количества пациентов с расширенными костными туннелями ($n=43$; 35,3%) перед ревизионной операцией и пациентов с двухэтапным подходом к хирургическому лечению. Такое распределение произошло при попытке хирургов избежать двухэтапного лечения по нескольким причинам: первая – не подвергать донорское место (чаще всего гребень подвздошной кости) риску возможных осложнений при заборе трансплантата, а также избежать их при использовании аллотрансплантатов; вторая – нежелание пациентов подвергаться двум вмешательствам, подразумевающим под собой как сами операции, так и двойной срок нетрудоспособности.

Помимо тактического подхода, определяющего количество этапов хирургического лечения, мы разделили операции по количеству одномоментно восстановленных анатомических структур (хирургический подход) – изолированные и мультилигаментарные реконструкции (таблица 3.29). Из данных этой таблицы видно, что наиболее часто ревизионные реконструкции ПКС сочетались с восстановлением ЗКС. Также стоит отметить, что в 3 (2,5%) наблюдениях при нестабильности во фронтальной плоскости были выполнены пластики задних стабилизирующих комплексов: латерального у 2 (1,6%) больных, а медиального – у 1 (0,8%) пациента.

Таблица 3.29 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от количества восстановленных анатомических структур

Вид реконструкции	Количество пациентов	
	n	%
Изолированная (ПКС)	107	87,7
Мультилигаментарная реконструкция (ПКС+):		
ЗКС	7	5,7
МКС	2	1,6
ЗМССК	1	0,8
ЛКС	3	2,5
ЗЛССК	2	1,6
Экстра-артикулярное армирование:		
ПЛС	8	6,6
Илио-тибиальный тенодез	5	4,1

ЗКС – задняя крестообразная связка, МКС – медиальная коллатеральная связка, ЗМССК – задне-медиальный сухожильно-связочный комплекс, ЛКС – латеральная коллатеральная связка, ЗЛССК – задне-латеральный сухожильно-связочный комплекс, ПЛС – переднелатеральная связка коленного сустава.

В случае выявления поверхностных повреждений гиалинового хряща (хондромалиция 1-2 степени) с участками разволокнения и флотации выполняли щадящую резекционную хондропластику при помощи шейвера (n=58; 47,5%). При глубоких повреждениях (хондромалиция 3-4 степени) использовали остеоперфоративные методики хондропластики (туннелизация и микрофрактуринг) в области хрящевого дефекта (n=32; 26,2%).

Помимо анатомических реконструкций, в 13 (10,7%) оперативных пособиях были использованы техники экстраартикулярного армирования путем воссоздания переднелатеральной связки у 8 (6,6%) пациентов, а при помощи тенодеза илиотибиального тракта – у 5 (4,1%). Эти процедуры выполнялись с целью купирования выраженного ротационного компонента нестабильности, выявленного при помощи теста Лози (положительный феномен «смещения оси» +++).

Кроме реконструктивных операций, вмешательств по поводу критично расширенных костных туннелей и деформаций области коленного сустава также

встречались пособия, в ходе которых была выполнена диагностика с элементами санации сустава (n=6; 4,9%), артролиз (n=4; 3,8%), удаление металлоконструкций (n=42; 34,4%).

3.3.3. Осложнения ревизионных операций

Типичными осложнениями при хирургическом лечении РНКС являются как общехирургические (инфекционные и тромбозы), так и специфические для рассматриваемой патологии – выраженная в той или иной степени нестабильность, включая рецидив, контрактура и хронические синовиты, а также болевой синдром.

Наиболее явные проявления неудачи хирургического лечения – это несостоятельность реконструкции ПКС. В ретроспективной группе рецидив отмечен у 14 (11,5%) оперированных. С целью выявления причин и поиска путей их решения мы провели анализ этой группы больных, который представлен ниже.

Противоположным состоянием развившейся или сохранившейся (неустраненной) нестабильности явилась контрактура. Ограничение движений в коленном суставе мы выявили почти у 28 (22,9%) пациентов. Это объясняется не только особенностями оперативного лечения, но и сохранением послеоперационной контрактуры после первичной реконструкции (n=35; 28,7%), более строгим послеоперационным режимом (иммобилизация нижней конечности тутором до 6 недель) и сдержанным реабилитационно-восстановительным периодом. Так, сгибательная контрактура была выявлена у 2 (1,6%), разгибательная – у 19 (15,6%), комбинированная – у 7 (5,7%) пациентов.

В целом при контрольных осмотрах доля контрактур после ревизионных реконструкций была сопоставима с таковыми после первичных реконструкций. Однако стоит отметить, что 2 (1,6%) больным, после неэффективности консервативного лечения и выявления на МРТ признаков локального артрофиброза (циклоп-синдром) был выполнен артролиз с иссечением рубцов в передней межмышцелковой ямке.

Рецидивирующие синовиты, не поддающиеся консервативному лечению, отметили 3 (2,5%) пациента ретроспективной группы. Патология развилась после

завершения иммобилизации и начала периода реабилитационно-восстановительного лечения. Значимых изменений в клинических анализах выявлено не было. Посев синовиальной жидкости и ее микроскопия показали отсутствие роста флоры. Ввиду неэффективности консервативного лечения прибегли к диагностической артроскопии, в ходе которой были описаны типичные изменения синовиальной оболочки, однако причину синовита установить не удалось. В первом случае после диагностического этапа сустав был промыт раствором антисептика (лавасепт) и произведен лаваж физиологическим раствором, что привело к купированию осложнения.

Во втором случае описанная тактика не принесла желаемого результата, пациент был взят на ревизионное санационно-диагностическое вмешательство, в ходе которого выявлены литические изменения в аутотрансплантате, что послужило основанием для его иссечения и удаления фиксирующих систем. Послеоперационный период протекал гладко. Через 6 месяцев выполнена ревизия.

Подтвержденных глубоких инфекционных осложнений (гонита) у пациентов ретроспективной группы мы не отметили. У 4 (3,3%) пациентов возникло поверхностное инфекционное осложнение в виде нагноения послеоперационной гематомы. Еще у 3 (2,5%) обследуемых встретились лигатурные свищи, происходящие из подкожно-жировой клетчатки.

Гематомы в области хирургических доступов описаны у 9 пациентов (7,3%), в том числе 4 нагноившиеся, указанных выше. Дренирование через послеоперационный рубец привело к заживлению раны вторичным натяжением.

Тромбоэмболических осложнений в ретроспективной группе не отмечено, однако в одном (0,8%) наблюдении произошла тотальная имбибиция ПЖК всей нижней конечности дистальнее уровня обескровливающего пневматического турникета. Такое осложнение было расценено как индивидуальная реакция на антикоагулянтный препарат. Кровотечения из послеоперационных ран не наблюдалось, но значимый напряженный гемартроз потребовал выполнение пункции коленного сустава в первые 12 часов послеоперационного периода.

3.4. Результаты хирургического лечения

Для количественной оценки среднесрочных и отдаленных результатов лечения пациентов и их статистического анализа использовали следующие критерии: рейтинг по стандартным ортопедическим опросникам, стабильность сустава (оцененную для большей объективизации данных при помощи разработанной рентгенологической методики), болевой синдром, амплитуду движений. Помимо этого, проанализировали данные компьютерной и магнитно-резонансной томографий.

Для объективизации результата хирургического лечения пациентам предлагали в послеоперационном периоде (не менее 36 месяцев после операции) заполнить тесты специализированных шкал оценки функции коленного сустава (субъективная шкала IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist), помимо этого исследователь заполнял объективный раздел IKDC 2000 (таблица 3.30).

Таблица 3.30 – Результаты оперативного лечения пациентов ретроспективной группы, оцененные при помощи функциональных шкал

Статистический показатель	IKDC – 2000	Lysholm-Gillquist
M (SD)	68,83 ± 13,05	68,70 ± 13,03
Me [Q1; Q3]	69,00 [65,00; 75,00]	69,50 [64,00; 74,00]
min	40	39
max	99	98

Неудовлетворенность хирургическим лечением отмечена у 27 (22,1%) больных по шкале IKDC 2000 и у 25 (20,5%) – по шкале Lysholm-Gillquist. Отличные и хорошие результаты составили в сумме 95 (77,9%) и 97 (79,5%) человек соответственно. Распределение по объективной шкале IKDC 2000 было следующим: «А – норма» – 15 (12,3%) пациентов, «В – почти норма» – 80 (65,6%) пациентов, «С – плохой результат» – 16 (13,1%) больных, «D – очень плохой результат» – 11 (9,0%) обследуемых. По шкале Lysholm-Gillquist: «отлично» – 16 (13,1%) больных, «хорошо» – 81 (66,4%) пациентов, «удовлетворительно» –

14 (11,5%) обследуемых, «неудовлетворительно» – 11 (9,0%) пациентов. Обращает на себя внимание факт низкой доли отличных результатов (12,3% по шкале IKDC – 2000 и 13,1% по шкале Lysholm-Gillquist). Это объясняется хронизацией патологии, сложностью ревизионных оперативных вмешательств и декомпенсацией вторичных стабилизаторов.

Основными причинами низкой удовлетворенности лечением явились рецидив патологии у 14 (11,5%) пациентов, потребовавший выполнения ревизионного вмешательства, «остаточная» и ротационная нестабильность у 92 (75,4%) и 19 (15,6%) соответственно, рецидивирующие синовиты отметили 3 (2,5%) наблюдаемых, болевой синдром – 31 (25,4%) и ограничение амплитуды движений – 28 (22,9%) (таблица 3.31).

Таблица 3.31 – Распределение пациентов ретроспективной группы с низким функциональным результатом и факторам, оказывающим влияние на исход

Фактор	Пациенты		IKDC 2000	Lysholm-Gillquist
	n	%	Me [Q1; Q3]	Me [Q1; Q3]
Рецидив	14	11,5	47,50 [44,00; 54,00]	47,00 [43,50; 51,75]
Остаточная нестабильность	92	75,4	67,00 [57,00; 69,25]	66,50 [58,75; 70,00]
Ротационная нестабильность	19	15,6	67,00 [53,00; 68,00]	68,00 [53,00; 70,50]
Синовит	3	2,5	52,00 [50,00; 52,00]	55,00 [55,00; 58,00]
Контрактура	28	22,9	67,00 [60,50; 75,00]	67,00 [61,00; 73,50]
Боль	31	25,4	66,00 [56,00; 71,50]	65,00 [58,00; 71,00]

Критерий «стабильность» как наиболее целевой показатель результата хирургического лечения РНКС оценивали у всех (n=122; 100%) пациентов. Помимо рентгенологической оценки в сагиттальной плоскости, изучали ротационный компонент нестабильности путем исследования наличия и выраженности симптома Лози (исследование феномена «смещения оси»).

Для определения степени нестабильности использовали следующую классификацию:

- сустав стабилен (смещение менее 3 мм);
- I степень нестабильности (смещение от 3 до 5 мм);
- II степень (смещение от 5 до 10 мм);
- III степень (смещение более 10 мм).

Для расчета параметра использовали рентгенологическую методику определения степени нестабильности коленного сустава, разработанную на кафедре и описанную во главе 2. Данные о степени нестабильности, полученные при предоперационном обследовании и после выполнения ревизионной реконструкции, представлены в таблице 3.32. Сохранившуюся нестабильность I степени (смещение 3–5 мм) расценивали как «остаточную», а II (5–10 мм) и III (более 10 мм) степеней – как рецидив патологии.

Таблица 3.32 – Сравнительная характеристика пациентов ретроспективной группы в зависимости от степени нестабильности коленного сустава и очередности обследования

Степень передней нестабильности	Количество пациентов			
	перед выполнением ревизионной реконструкции		контрольный осмотр	
	n	%	n	%
Нет	—	—	16	13,1
I ст.	—	—	92	75,4
II ст.	65	53,3	3	2,5
III ст.	57	46,7	11	9,0

Из данных таблицы видно, что остаточная нестабильность присутствовала у большинства (n=92; 75,4%) пациентов, перенесших ревизионную реконструкцию ПКС, тогда как рецидив патологии отмечен у 14 (11,5%) обследуемых. Интересен тот факт, что более хорошие результаты достигнуты у пациентов со II степенью передней нестабильности, определенной в момент предоперационного обследования. Рецидивы получены у больных с выраженной нестабильностью

III степени, а также с многонаправленной патологией. Это говорит, прежде всего, о декомпенсации вторичных стабилизаторов и, как следствие, повышенной нагрузке на ревизионный трансплантат ПКС.

В значимой доле наблюдений, помимо трансляции голени в сагиттальной и фронтальной плоскостях, нами был выявлен положительный симптом Лози ($n=19$; 15,6%), указывающий на ротационный компонент нестабильности. Из данных таблицы 3.29. видно, что его отчетливое определение имело связь с низким функциональным результатом ревизионного вмешательства. Для выявления причины сохранившегося ротационного компонента нестабильности мы провели анализ и выявили, что у большинства ($n=17$; 13,9%) пациентов в предоперационном обследовании была выявлена нестабильность 3 степени, а при детальном изучении МРТ и протоколов операции – отрыв корня латерального мениска у 13 (10,6%) пациентов, а признаки разрыва ПЛС – у 7 (5,7%).

На функциональный результат лечения, помимо нестабильности, оказывало влияние ограничение движений. Сгибательную контрактуру выявили в 2 (1,6%) наблюдениях, разгибательную – в 19 (15,6%), комбинированную у 7 (5,7%) пациентов. 22 (18,0%) больных предъявляли жалобы на боль в крайних точках возможной амплитуды движений, а 6 (4,9%) на неудобства, связанные с ограничением. Как описывалось выше – 2 (1,6%) пациентам был выполнен артролиз передней межмышцелковой ямки по поводу циклоповидного рубца, вступающего в импиджмент с крышей межмышцелковой вырезки и ограничивающего амплитуду движений.

Болевой синдром в послеоперационном периоде отметил 31 (25,4%) пациент. Значимая, возникающая без физических нагрузок боль беспокоила 9 (7,4%) обследуемых, тогда как тревожащая при длительном стоянии, беге, физическом труде и т.д. 22 (18,0%) больных. Ввиду неэффективности консервативного лечения (ФТЛ, ЛФК, НПВС, хондропротекторы) пациентам была выполнена панорамная рентгенография с исследованием опорного баланса нижней конечности, выявлена варусная деформация на уровне коленного сустава,

причем 5 (4,1%) больным по этому поводу выполнена высокая вальгизирующая остеотомия большеберцовой кости.

етроспективный анализ анамнеза и рентгенологического исследования в предоперационном периоде показал, что пациенты не были обследованы на предмет нарушения оси конечности, оперативное лечение по коррекции деформации не планировалось и, как следствие, сохранившийся болевой синдром послужил причиной низкого функционального результата ревизионной реконструкции ПКС.

Еще у 22 (18,0%) обследуемых с послеоперационным болевым синдромом, изучив данные МРТ и диагностического этапа артроскопии, получили сведения о повреждении гиалинового хряща опорных поверхностей сочленяющихся костей. У 12 (9,8%) из них выявленные изменения были поверхностными (1-2 степень хондромалиции), тогда как у 10 (8,2%) – глубокие, по сути являющиеся хондральными дефектами. В этой связи трансляция опорной нагрузки на субхондральную кость и надпороговое раздражение барорецепторов в трабекулах губчатой кости вызывает болевой синдром даже при бытовых нагрузках и вертикализации, оказывая значимое влияние на функцию коленного сустава.

Оценка факторов, ассоциированных с неудовлетворительным результатом лечения пациентов, проводилась в модели бинарной логистической регрессии с последовательным включением потенциальных предикторов. Показатели, продемонстрировавшие ассоциацию с неудовлетворительным результатом, представлены в таблицах 3.33, 3.34.

Таблица 3.33 – Факторы, оказывающих влияние на результат хирургического лечения у пациентов ретроспективной группы

Фактор	Количество пациентов	
	n	%
Разрыв рампы медиального мениска	24	19,7
Отрыв корня латерального мениска	15	12,3
Дефект гиалинового хряща	32	26,2
Разрыв ЗКС	7	5,7
Разрыв МКС	2	1,6
Разрыв ЗМССК	1	0,8
Разрыв ЛКС	3	2,5
Разрыв ЗЛССК	2	1,6
Нестабильность III степени	57	46,7
Тест Лози (смещение оси +++)	47	38,5
Варусная деформация на уровне коленного сустава более 5°	8	6,5
Наклон тибиаляного плато кзади более 14°	2	1,6

Таблица 3.34 – Показатели, ассоциированные с неудовлетворительным результатом лечения, и их прогностические характеристики

Фактор	Точка отсечения	ОШ (95% ДИ)	p-value	Se	Sp
«Задний выдвижной ящик»	Есть	5,14 (1,43–18,47)	0,0066	22,22%	94,74%
Сопутствующая патология	Есть	3,58 (1,25–10,27)	0,0135	29,63%	89,47%
Хронический синовит	Есть	2,89 (1,07–7,81)	0,0312	77,78%	45,26%
МР-картина повреждений связочного аппарата (ПЛС)	ПЛС	8,4 (0,70–100,59)	0,0632	75,00%	73,68%
Вид реконструкции (экстра-артрикулярное армирование)	Экстра-артрикулярное армирование	8,4 (0,70–100,59)	0,0632	75,00%	73,68%
Варус-стресс	Есть	3,83 (0,73–20,20)	0,0917	11,11%	96,84%
Гипермобильность всех суставов	Есть	3,13 (0,78–12,60)	0,0938	14,81%	94,74%
Жалобы на боль в покое	Есть	0,21 (0,03–1,63)	0,1007	3,70%	84,21%

Полужирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

Затем выявленные факторы пошагово включались в полиномиальную модель бинарной логической регрессии. Результаты многофакторного анализа

представлены в таблице 3.35. Факторами, независимо ассоциированными с неудовлетворительным результатом, лечения явились:

- 1) наличие симптома «Задний выдвижной ящик» (свидетельствующий о несостоятельности ЗКС и/или ЗЛССК и, как следствие, развитии многоплоскостной нестабильности);
- 2) сопутствующая патология (разрывы менисков – корня латерального и рампы медиального, а также глубокие повреждения гиалинового хряща опорных поверхностей медиального компартмента сустава);
- 3) хронический синовит.

Таблица 3.35 – Результаты многофакторного анализа показателей, независимо ассоциированных с неудовлетворительным результатом лечения

Фактор	ОШ (95% ДИ)	p-value
«Задний выдвижной ящик»	5,02 (1,24–20,39)	0,0239
Сопутствующая патология	3,41 (1,07–10,82)	0,0373
Хронический синовит	3,64 (1,23–10,78)	0,0196

Полужирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

3.4.1. Анализ факторов, влияющих на результат хирургического лечения

Ретроспективное изучение анамнеза и данных обследования пациентов с низкими функциональными результатами ревизионных реконструкций ПКС позволил выявить ряд факторов и индивидуальных особенностей пациентов, которые могли служить предикторами рецидива патологии и неудовлетворительного функционального результата (таблица 3.36).

Таблица 3.36 – Отдельные категории пациентов с низкими функциональными результатами, оцененные при помощи ортопедических опросников IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist

Категория	IKDC 2000	Lysholm-Gillquist
Пациенты моложе 30 лет	68,00 [56,50; 73,50]	68,00 [58,00; 72,50]
Гиперэластичность КСА	54,00 [46,00; 57,00]	51,00 [45,00; 55,50]
Повышенные физические нагрузки	68,00 [64,25; 72,00]	68,00 [63,25; 72,00]
Прочие пациенты	75,50 [69,75; 92,00]	78,50 [69,00; 90,25]
Все пациенты	69,00 [65,00; 75,00]	69,50 [64,00; 74,00]

Больше половины (n=67; 54,9%) обследованных пациентов составили молодые люди (до 30 лет), военнослужащие, люди со значимыми физическими нагрузками. Помимо этого, ряд пациентов (n=8; 6,7%) имели повышенную мобильность всех суставов за счет гиперэластичности капсуло-связочного аппарата.

Нами выявлена статистически значимая корреляция между возрастом больных, их повышенными физическими нагрузками, гиперэластичностью капсуло-связочного аппарата и частотой низких функциональных результатов ($p < 0,05$). У таких пациентов необходимо планировать ревизионное вмешательство особенно тщательно: принципиальное отношение к положению апертур туннелей, выявление и коррекция внутрисуставной и параартикулярной патологии, влияющей на результат, а также использовать хирургические техники аугментации переднелатерального отдела коленного сустава и армирование трансплантата ПКС.

3.4.2. Анализ безрецидивной выживаемости у пациентов ретроспективной группы

Для оценки безрецидивной выживаемости в ретроспективной группе пациентов с РНКС применялся метод Каплана-Мейера. Результаты анализа представлены на рисунке 3.11.

Доля пациентов с рецидивом нестабильности коленного сустава 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.

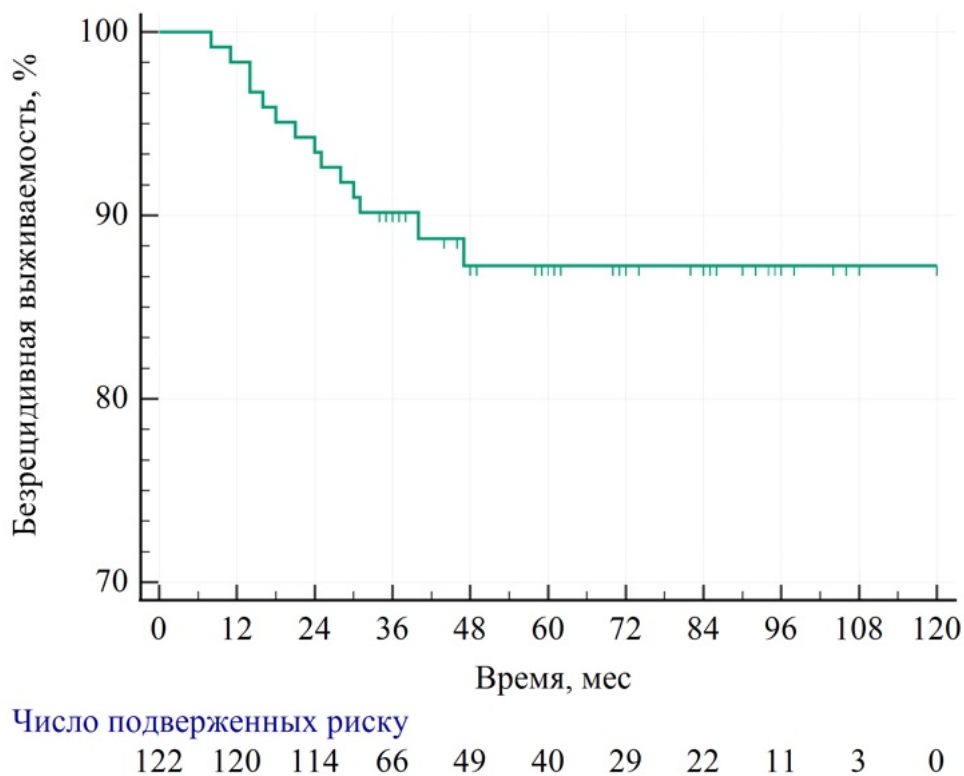


Рисунок 3.11 – Анализ безрецидивной выживаемости в ретроспективной группе

3.4.3. Анализ рецидивов нестабильности коленного сустава после ревизионной пластики ПКС

В ходе анализа результатов лечения пациентов ретроспективной группы мы выявили 14 (11,5%) рецидивов: у 13 мужчин (10,7%) и одной (0,8%) женщины. Медиана возраста составила 24,0 [21,0; 26,0] года. Все пациенты вели активный образ жизни: 3 (2,5%) – профессиональные спортсмены, 11 (9,0) – военнослужащие. На развитие нестабильности без травмы указали 2 пациента. У первого пациента сразу после начала физической активности, в ходе диагностического этапа артроскопии при ре-ревизии, мы выявили ненатянутый

аутооттрансплантат ВТВ. Пациент прооперирован с использованием трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы (с контралатеральной конечности), армированным лавсановой лентой. Второй пациент в послеоперационном периоде (около 8 месяцев после ревизионной реконструкции) предъявлял жалобы на рецидивирующие синовиты, что приводило к выполнению многочисленных пункций (с эвакуацией до 60,0 мл синовиальной жидкости), использованию стероидных препаратов, жесткой иммобилизации. После развившейся нестабильности, при диагностической санационной артроскопии выявлены признаки хронического синовита, потребовавшие удаления остатков функционально несостоятельного трансплантата и фиксирующих интерферентных винтов. Также выявлен отрыв корня латерального мениска, выполнена его резекция. При ре-ревизии (через 4 месяца после санационной артроскопии) сустав стабилизировали, используя трансплантат из полусухожильной и нежной мышц.

У всех пациентов перед выполнением ревизионной стабилизации была зафиксирована III степень нестабильности, причем у 9 (7,4%) сопровождающаяся выраженным ротационным компонентом (феномен «смещения оси» +++). У 3 (2,5%) пациентов выявлена повышенная мобильность всех суставов за счет гиперэластичности связочного аппарата. Наибольший интерес представляет тот факт, что до выполнения ревизионной операции только один пациент был направлен на телерентгенографию для оценки нарушения оси нижней конечности и наклона тиббиального плато кзади. Перед ре-ревизией 10 (8,2%) больных обследованы, а 4 (3,3%) из них первым этапом выполнены остеотомии: высокая вальгизирующая остеотомия – 3 (2,5%) и бипланарная – 1 (0,8%) пациенту. При выполнении остеотомий в 2 (1,6%) наблюдениях дополнительно потребовалось выполнить пластику расширенных костных туннелей. Также изолированное закрытие костных туннелей в качестве первого этапа выполняли еще 2 (1,6%) наблюдаемым. Во всех наблюдениях (n=4; 3,3%) туннели были корректно расположенными, но расширенными.

Стоит отметить, что 2 (1,6%) больных отказались от дальнейшего хирургического лечения и прошли курс консервативного лечения, направленного на снятие воспаления (ФТЛ, прием и местное применение препаратов НПВС, блокады сустава), восстановление тонуса и укрепление динамических синергистов ПКС (ЛФК), коррекцию уровня физических нагрузок, ношение ортеза.

У всех пациентов после выполнения ре-ревизий средний балл по шкале IKDC 2000 составил 67,00 [57,00; 69,25], а по шкале Lysholm-Gillquist – 66,50 [58,75; 70,00]. Обратил на себя внимание пациент Ч. (профессиональный спортсмен (играет в регби), 22 лет: первичная стабилизация коленного сустава была выполнена трансплантатом ВТВ, дополненная субтотальной резекцией медиального мениска. Получил повторную травму через 18 месяцев, развился рецидив нестабильности. При обследовании выявлено отклонение механической оси нижней конечности на 6° и наклон тибияльного плато кзади (16°). Пациенту выполнена бипланарная остеотомия большеберцовой кости с фиксацией пластиной и одномоментная пластика ПКС трансплантатом полусухожильной мышцы. После курса реабилитации у пациента отмечен ротационный компонент нестабильности, после чего ему (спустя 6 месяцев после ревизионной реконструкции и остеотомии) дополнительно выполнены пластика ПЛС и удаление пластины. Спустя 25 месяцев он получил еще одну травму с разрывом аутооттрансплантата ПКС и отрывом корня латерального мениска. В ходе обследования выявлены корректно расположенные костные туннели, диаметр которых не превышал 9 мм. Трансплантатом из длинной малоберцовой мышцы, армированным лавсановой лентой, выполнена ревизионная операция. Стоит отметить, что на всех контрольных осмотрах пациент Ч. заполнял опросники ортопедических шкал с высокими показателями, что говорит о его удовлетворенности лечением, несмотря на количество выполненных оперативных пособий и неудовлетворенность хирургов складывающейся ситуацией. Это говорит о высокой мотивированности молодых людей к возвращению в спорт и неготовности изменять образ жизни, что ставит любые реконструкции под угрозу.

3.5. Резюме

В ходе ретроспективного анализа результатов хирургического лечения пациентов, оперированных в клинике с 2008 по 2017 г. с РНКС, возникшей в результате разрыва или функциональной несостоятельности трансплантата ПКС, установили, что результативность операции напрямую зависит от ее анатомичности. Транстибиальная техника первичной пластики приводит к значимо большей доле негативных последствий в виде болевого синдрома, нарушения оси конечности и функциональной несостоятельности трансплантата, а также выявили, что пациенты, оперированные с ее использованием, достоверно раньше обращались за медицинской помощью (сразу после завершения срока реабилитационных ограничений), что говорит о нефункционирующем трансплантате ввиду его вертикализации и неправильной внутрисуставной ориентации.

Выявить и оценить сопутствующие экстра- и интраартикулярные патологические изменения, влияющие на результат лечения, а также выявить группу пациентов с повышенным риском неудовлетворительных результатов позволяет комплексное предоперационное обследование и целенаправленное выявление повреждений во время диагностического этапа артроскопии. Проведенный многофакторный статистический анализ показал, что на результат лечения оказывают влияние оставленные без коррекции повреждения менисков, а именно разрыв рампы медиального и отрыв корня латерального, выраженные ротационная (феномен «смещения оси» ++++) и прямая нестабильность III степени, отклонение механической оси нижней конечности (варусная деформация на уровне коленного сустава) и наклон тибиального плато кзади, глубокие повреждения хряща. К группе риска стоит отнести молодых людей (до 20 лет), активно занимающихся экстремальными видами спорта, военнослужащих и пациентов, занятых тяжелым физическим трудом, а также пациентов с повышенной эластичностью связочного аппарата.

В данной главе реализован первый этап работы и решены первая и вторая

задачи диссертационного исследования, а результаты анализа лечения пациентов ретроспективной группы и их статистической обработки целесообразно использовать в качестве группы сравнения (контрольной группы) для решения задач четвертого этапа исследования.

Учитывая чрезвычайную важность анатомического положения внутрисуставных апертур первичных костных туннелей, возможность их критичного расширения, не позволяющего выполнить пластику ПКС, а также выявленную тенденцию к увеличению доли пациентов, в лечении которых использовали двухэтапную тактику, определена необходимость рассмотреть тактический подход к лечению больных в соответствующей главе.

Таким образом, установлены дальнейшие направления работы, заключающихся в поиске факторов, не позволяющих выполнить одноэтапную ревизионную реконструкцию; разработке способов максимально точно скорректировать последствия повреждений, а также индивидуальных особенностей пациентов, оказывающих влияние на результат лечения и сформулировать диагностические, тактические и хирургические подходы, которые лягут в основу дифференцированной тактики хирургического лечения пациентов с РНКС.

ГЛАВА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА

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 (РНКС), у которых костные туннели после первичной пластики расположены в правильном анатомическом положении или смещены незначительно. Это произошло благодаря появлению новых фундаментальных сведений об анатомическом строении ПКС и определению точных мест («отпечатков») ее крепления на медиальной поверхности латерального мыщелка бедренной кости и в передней межмыщелковой ямке. Помимо этого, увеличилось количество 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, передненижним сектором стенки сформированного костного туннеля, неизбежно приводящих к воронкообразному расширению последнего. Поэтому можно сделать вывод о том, что доля двухэтапных хирургических пособий, при рецидивной нестабильности коленного сустава будет неуклонно расти.

Позднее, на четвертом этапе диссертационного исследования, при анализе структуры хирургических вмешательств у пациентов основной группы (n=114; 100%) этот тезис был полностью подтвержден. К двухэтапной тактике прибегли у 32 (28,1%) пациентов проспективной группы, тогда как в ретроспективной группе к хирургическому пособию, где ревизионная реконструкцию выполняли вторым этапом, – у 15 (12,3%).

Помимо вышесказанного, мы установили, что длительно существующая хроническая нестабильность коленного сустава, особенно в сочетании с выраженным ротационным компонентом, приводит к гипермобильности латеральных мыщелков бедренной и большеберцовой костей по отношению друг

к другу, перегрузке медиального компартмента при попытке стабилизировать сустав, варусной деформации и смещению механической оси нижней конечности медиально, что, в свою очередь, обуславливает еще большую перегрузку медиальных компонентов, повреждение гиалинового хряща и развитие стойкого болевого синдрома, оказывающего влияние на результат лечения. Все это объясняет необходимость коррекции описанных изменений путем выполнения высокой вальгизирующей остеотомии большеберцовой кости, однако рекомендованные реабилитационные протоколы и ограничения после реконструктивной операции по восстановлению ПКС и корригирующей операции на проксимальном метаэпифизе большеберцовой кости принципиально разные. Кроме того, изменение наклона тибиального плато кзади, особенно совместно с опорным балансом нижней конечности, могут значимо трансформировать биомеханические связи в коленном суставе, что, безусловно, окажет влияние на его вторичные стабилизаторы ввиду необходимости их компенсации при новых реалиях нагрузки и измененной функции.

Эти тезисы определили целесообразность дополнительного изучения освещенных вопросов и детального изучения количества этапов и их очередности, для формулирования тактического подхода к лечению пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава.

4.1. Анатомичность положения и расширение костных туннелей эпифизов бедренной и большеберцовой костей после реконструкции передней крестообразной связки

4.1.1. Анализ анатомичности положения внутрисуставных апертур костных туннелей

При оценке результатов лечения пациентов ретроспективной группы мы выявили, что всем обследуемым в ходе подготовки к ревизионной реконструкции выполняли КТ поврежденного коленного сустава. Основные цели исследования: определить размер и форму костных туннелей, положение внутрисуставных

апертур, наличие и вид используемых фиксаторов, степень остеолита вокруг них, а также завершенность перестройки костных трансплантатов после пластики расширенных туннелей первичной реконструкции. Эти данные позволили выявить особенности хирургических техник и хирургические ошибки, связанные с выбором места формирования апертур туннелей, наличием критичных внутрикостных дефектов, а также определить возможность выполнения ревизионной реконструкции в один или два этапа.

Опираясь на сведения, полученные в ходе выполнения первого этапа настоящего исследования и описанные в предыдущей главе, а также данные современной научной литературы, можно сделать вывод о том, что анатомичность операций как принцип занимает ведущее место среди технических особенностей реконструкций, а максимально точное восстановление поврежденных структур обеспечивает наилучшие не только анатомо-морфологические, но и клинко-функциональные результаты (Feagin J. et al., 2015; Middleton K.K. et al., 2015; Stone A.V. et al., 2020; Ahn J.H. et al., 2021).

Для анализа положения внутрисуставных апертур костных туннелей использовали широко известный метод, предложенный М. Bernard с соавт. (1997). На 3D-реконструкции, в сагиттальной плоскости со срезом, проходящим через межмышцелковую вырезку, в строго боковой проекции расчерчивали «координатный прямоугольник». Первая (верхняя) сторона (линия t) является продолжением линии Blumensaat до ее соединения с передним и задним краями латерального мыщелка. Вторая (задняя) сторона (линия h) – касательная к заднему краю латерального мыщелка, перпендикулярна к линии t. Третья (нижняя) сторона (линия d) – касательная к нижнему краю мыщелка, параллельна линии t. Четвертая (передняя) сторона (линия g) соединяет точку пересечения линии t с передним краем латерального мыщелка и линию d, перпендикулярна им (рисунок 4.1).

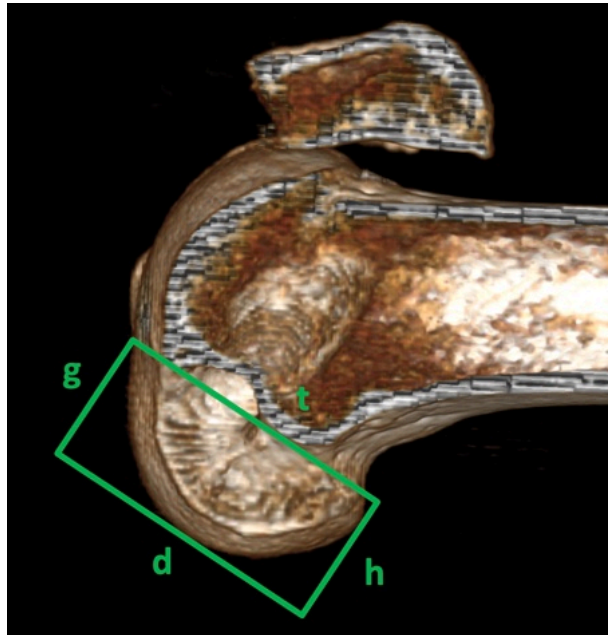


Рисунок 4.1 – Компьютерная томограмма коленного сустава (3D-реконструкция) пациента Л. Сагиттальный срез бедренной кости. Расчет «координатного прямоугольника» по методу М. Bernard (пояснения в тексте) (собственное наблюдение)

Положение центра внутрисуставной апертуры костного туннеля (F) рассчитывали, проводя перпендикулярные линии (FT и FH) до линий t и h соответственно (рисунок 4.2). С целью решения вопроса о корректности расположения внутрисуставных апертур костных туннелей при первичной реконструкции за основу были взяты «отпечатки» крепления нативной ПКС на медиальной поверхности латерального мыщелка бедренной кости и в области переднего межмыщелкового возвышения большеберцовой кости (рисунок 4.3), а также результаты ранее упомянутых исследований (Bernard M. et al., 1997; Tsukada H. et al., 2008; Plaweski S. et al., 2011).

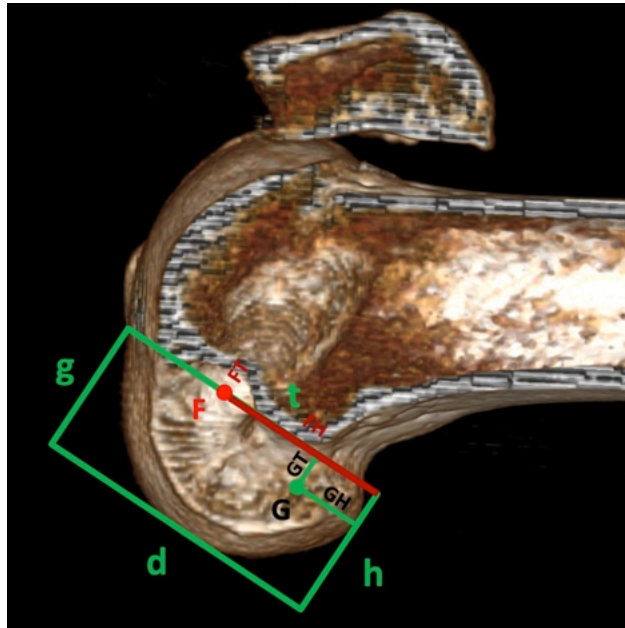


Рисунок 4.2 – Компьютерная томограмма коленного сустава (3D-реконструкция) пациента Л. Сагиттальный срез бедренной кости. Расчет положения крепления нативной ПКС (точка G; GT – 24,8%, GH – 28,5%). Расчет центра внутрисуставной апертуры костного туннеля (точка F; FT – 0%, FH – 61,5%, что говорит о некорректности ее положения), смещение кпереди и кверху (собственное наблюдение)

По данным М. Bernard с соавт. (1997), рассчитанным на кадаверном материале, центр крепления нативной ПКС (точка G) находится на пересечении 24,8% линии t и 28,5% линии h.

Для расчета корректности положения центра апертуры на большеберцовой кости использовали метод анатомических координатных осей. На 3D-реконструкции коленного сустава, строго в аксиальной проекции, и визуализации плато большеберцовой кости расчерчивали прямоугольник, сторонами которого являлись касательные к соответствующим краям большеберцовой кости (рисунок 4.3). Далее, используя данные о положении нативной ПКС, обозначали центр анатомического ее прикрепления: пересечение перпендикулярных линий, опущенных с передней (x) и медиальной (y) осей, в значениях 43,8% и 48,9% их длин соответственно. Искомая точка обозначается буквой T – центр крепления нативной ПКС (Plaweski S. et al., 2011).

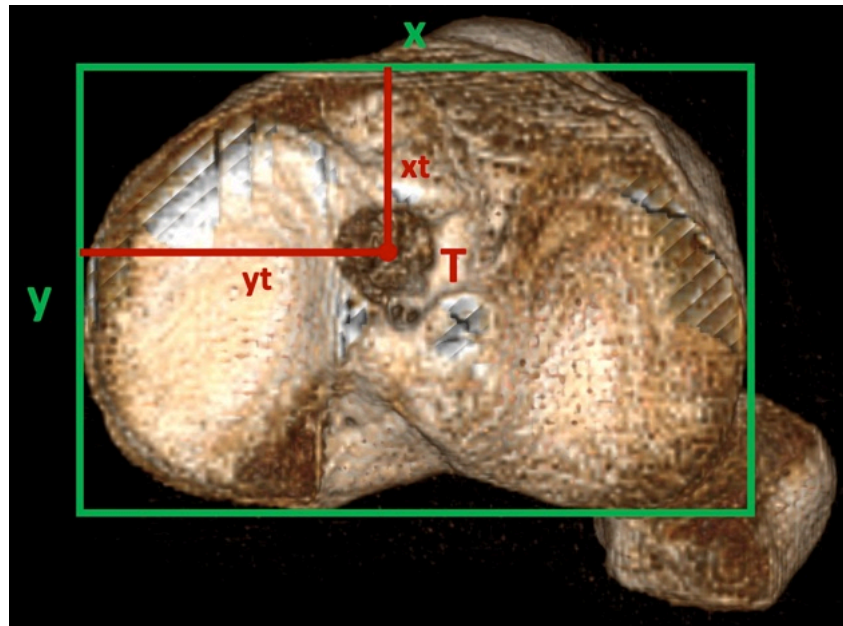
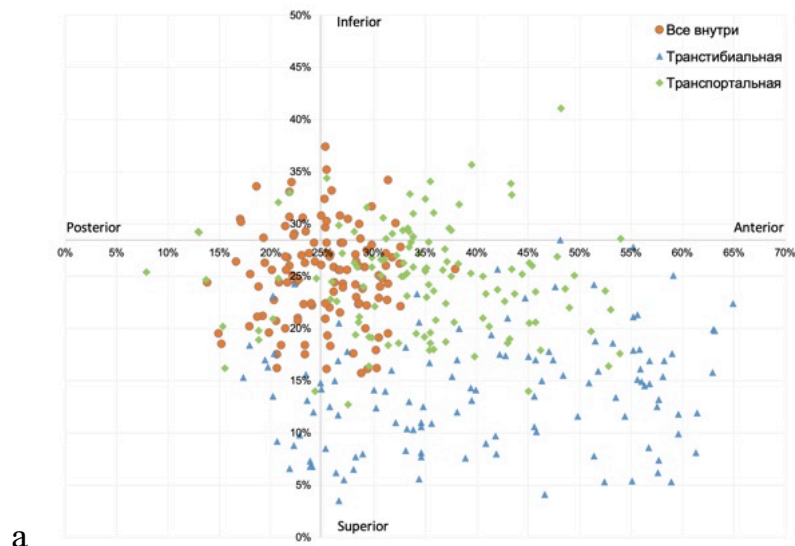


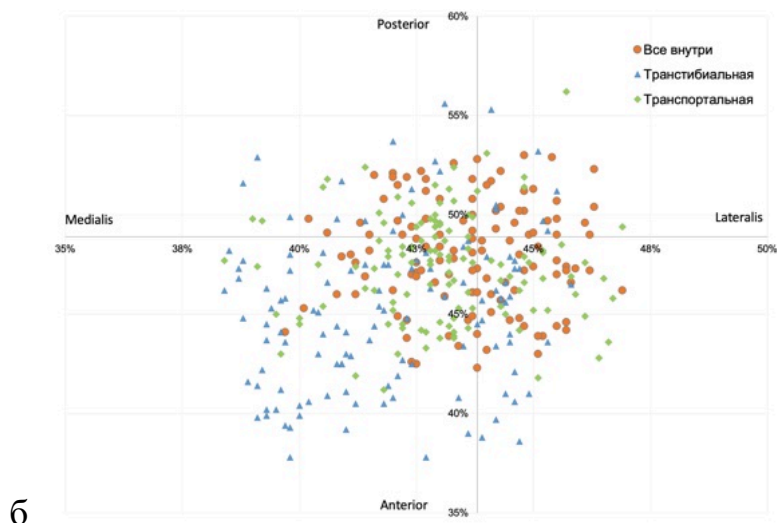
Рисунок 4.3 – Компьютерная томограмма коленного сустава (3D-реконструкция) пациента Л. Аксиальная проекция плато большеберцовой кости. Расчет центра внутрисуставной апертуры костного туннеля (точка Т; ТХ – 43,8%, ТУ – 48,9%, что говорит о корректности ее положения) (собственное наблюдение)

При анализе результатов КТ установлено неанатомичное положение центра внутрисуставной апертуры бедренного туннеля у 55 (45,1%) пациентов, а большеберцового – у 22 (18,0%). Обе апертуры были расположены некорректно у 16 (13,1%) обследуемых ретроспективной группы (рисунок 4.4).



а

Рисунок 4.4 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от анатомичности расположения туннелей при первичной реконструкции: а – в бедренной кости



б

Рисунок 4.4 (продолжение) – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от анатомичности расположения туннелей при первичной реконструкции: б – в большеберцовой кости

Для выявления причин развития рецидивной нестабильности мы провели анализ, в котором сравнили корректность положения внутрисуставных апертур костных туннелей и характер травмы (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – 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

Полужирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

Развитие рецидивной нестабильности без значимого травмирующего фактора произошло преимущественно у пациентов с неанатомичным положением бедренного туннеля и одновременно обоих туннелей, тогда как адекватные травмы при повышенных физических нагрузках, в том числе и спортивные, привели к рецидиву патологии при корректном анатомичном положении внутрисуставных апертур, что доказывает функциональность и нагружаемость трансплантата при корректном его позиционировании.

4.1.2. Структура и характер расширения костных туннелей

Помимо положения внутрисуставных апертур костных туннелей, чрезвычайно важным показателем, влияющим на тактику хирургического лечения и его этапность, является наличие и степень остеолита, т.е. расширения костных туннелей на протяжении в общем и их внутрисуставных входов в частности. В случае критичного расширения туннелей необходимо первым этапом планировать их костную пластику и лишь после восполнения потерянной костной массы и ремоделирования трансплантатов – ревизионную реконструкцию ПКС. Следует отметить, что важен не только сам факт расширения костного туннеля и/или его внутрисуставной апертуры, но и взаимосвязь «корректность положения центра туннеля/направление расширения/размер расширения» (рисунок 4.5).

Для определения факторов, способствующих расширению костных туннелей и их апертур, мы провели сравнительный анализ, в котором оценили взаимосвязь факта расширения туннеля, корректности расположения центра апертуры и техники операции (таблицы 4.2; 4.3).

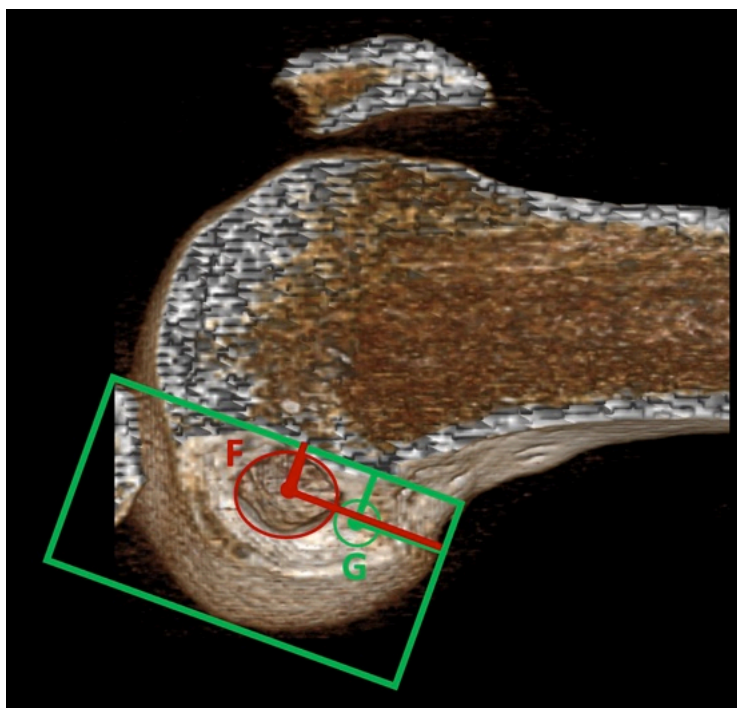


Рисунок 4.5 – Компьютерные томограммы коленного сустава (3D-реконструкция) пациента Л. Расчет допустимого расширения первичного костного туннеля (при ревизионной реконструкции туннели конвергируют) (собственное наблюдение)

Таблица 4.2 – 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 4.3 – 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.

Анализ данных таблицы 4.2 указывает на преимущественно неанатомичное положение внутрисуставной апертуры бедренного туннеля при выборе транстибиальной техники его формировании. Это объясняется тем, что эта техника не подразумевает поиска мест крепления нативной ПКС и, как следствие, рассверливание происходит не в области «отпечатка» связки. Напротив, из таблицы 4.3 видно, что рецидивы нестабильности именно после анатомичных техник «все внутри» и транспортной сопровождались расширением внутрисуставных апертур латерального мыщелка бедренной кости. Это, по нашему мнению, происходило ввиду повышенного давления трансплантата на передненижний сектор стенки туннеля и приводило к его воронкообразному расширению. Следует подчеркнуть, что такое расширение характерно для мягкотканых трансплантатов из сухожилий полусухожильной и нежной мышц, фиксируемых на кортикальных «подвешивающих» системах фиксации, тогда как при использовании интерферентных винтов (преимущественно титановых) мы отметили цилиндрические, веретенообразные и пулеобразные расширения – остеолиты вокруг фиксатора. Самые объемные дефекты эпифизов и в бедренной, и

в большеберцовой костях встретились нам при использовании во время первичной операции биодеградирующих интерферентных винтов. Образование внутрикостных кист и полостей обусловлено воздействием полимолочной кислоты на скомпрометированную стенку костного туннеля. Зачастую такие дефекты не позволяют выполнить одномоментную реконструкцию ПКС (рисунок 4.6).

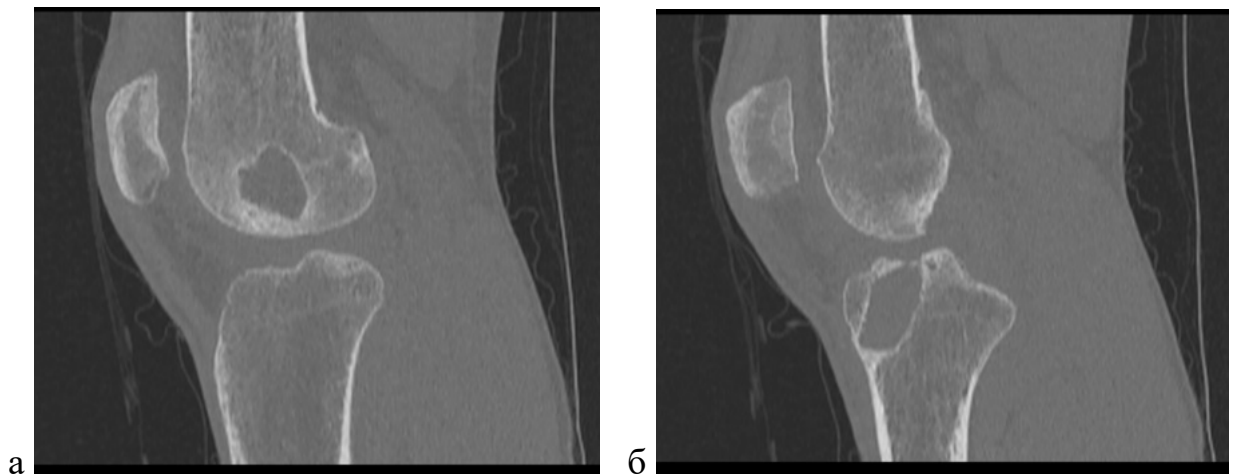


Рисунок 4.6 – КТ-снимки коленного сустава в сагиттальной плоскости пациента 3. с большими внутрикостными кистами при использовании биодеградируемых интерферентных винтов: в бедренной (а) и большеберцовой (б) костях (собственное наблюдение)

Из фиксирующих конструкций трансплантата у пациентов ретроспективной группы чаще всего применяли интерферентные винты (55,3%) и кортикальные пуговицы (27,9%). Принципиально мы разделили винты на металлические (титан), биодеградируемые и пластиковые (в том числе инертные композитные материалы, не меняющие своих свойств с течением времени). В ранних (до 2012 г.) операциях наибольшей популярностью пользовались металлические интерферентные и якорные винты с проволокой в различных комбинациях, позднее использовали пины и биодеградируемые винты для фиксации трансплантата в бедренном туннеле и лишь с 2014 г. начали набирать популярность способы фиксации пуговица-пластиковый винт и пуговица-пуговица.

Этот факт интересен характерными дефектами костной ткани:

1. Вокруг металлических интерферентных винтов образовывались участки остеолита. Это связано с повышенной компрессией на стенки туннеля имплантом и их ишемией. Однако при использовании металлических конструкций нами не было выявлено «синовиальных ванн».

2. При использовании биodeградируемых конструкций отмечено образование значимых полостей (внутрикостных кист), зачастую требующих пластического замещения. Возникновение их происходило, по нашему мнению, из-за агрессивного воздействия на костную ткань химических компонентов биodeградируемого материала.

3. Способы фиксации пуговица-винт и пуговица-пуговица характеризовались воронкообразным расширением костных туннелей (в большей степени бедренного). Это связано с популяризацией анатомичных техник – горизонтальным положением трансплантата и его деструктивным механическим воздействием на передненижнюю стенку туннеля.

Однако следует отметить, что зависимости между используемыми фиксаторами и особенностями расширения туннелей нами выявлено не было.

Таким образом, одной из основных технических задач при реконструкции ПКС является строго анатомичное позиционирование внутрисуставных апертур костных туннелей. В условиях ревизионной операции возникают совершенно конкретные трудности ввиду наличия сформированных туннелей от предыдущих пластик и фиксаторов, зачастую не позволяющих реализовать желаемую анатомичность.

Учитывая хронический характер рассматриваемой патологии, декомпенсацию синергистов ПКС и, как следствие, недопустимость компромиссных решений в технических аспектах хирургических техник, необходимо соблюдать принципиальность в выборе мест формирования туннелей. Поэтому взаимосвязь критериев «корректность положения центра туннеля/направление расширения/размер расширения» занимает чрезвычайно важное положение и должна быть оценена максимально точно, а в случае

невозможности выполнения условий анатомичности следует использовать костную пластику, в том числе переходить на двухэтапную тактику лечения, способную обеспечить за счет правильного позиционирования внутрисуставных апертур лучшие результаты лечения рецидивной нестабильности.

4.1.3. Способы восполнения костной ткани

расширенных или некорректно расположенных костных туннелей

После определения и оценки положения внутрисуставных апертур, их диаметра, а также формы и размера костных туннелей на протяжении и выявлении/не выявлении внутрикостных кист целесообразно сопоставить и проанализировать полученные данные. При ревизионной реконструкции возможны следующие варианты сочетаний расширения и анатомичности костных туннелей (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Возможные варианты анатомичности положения и расширения костных туннелей и необходимости выполнения костной пластики

Положение туннеля	Размер	
	Не расширен	Расширен (диаметр вписываемой окружности >11 мм)
Анатомичное	–	+
Частично анатомичное	+	+
Неанатомичное	–	+/-

В случае неанатомичного положения туннеля нет необходимости выполнять костную пластику – костный туннель формируют в новом (анатомичном) положении, и реконструкцию выполняют «по типу первичной». Исключением может стать критичное расширение туннеля или формирование внутрикостной кисты с риском «провалиться» в нее при рассверливании туннеля в анатомичной позиции.

При правильном анатомичном положении туннеля и его корректного размера – возможно использовать старый туннель, при условии его «освежения» и десклерозирования стенок, а при наличии расширения возникает необходимость в

костной пластике. Отметим, что такой вариант сочетания анатомичность положения/расширение наиболее часто был выявлен у пациентов, при лечении которых первоначально использовали анатомичные техники формирования туннелей и мягкотканые трансплантаты, фиксированные при помощи кортикальных подвешивающих систем.

Наибольшую трудность как в тактическом, так и в хирургическом отношении вызывает доля пациентов с частично анатомичным положением внутрисуставных апертур. Чаще всего такие варианты возникают либо при использовании трансплантатов с костным блоком, либо при технической ошибке выбора места формирования туннеля. В первом случае при условии консолидации и перестройки костного блока трансплантата частично анатомичный туннель образуется после удаления (биodeградации) интерферентного винта.

Принципиально возможность решения проблемы необходимости костной пластики можно разделить на интраоперационную (дополняющую ревизионную реконструкцию ПКС) и этапную (требующую отдельного вмешательства).

К первой группе относят:

- 1) использование трансплантата с костным блоком (ауто-трансплантаты из центральной трети связки надколенника (ВТВ) и из сухожилия четырехглавой мышцы бедра (QT), а также аналогичные аллотрансплантаты);
- 2) применение большого размера интерферентного винта (перекрывающего размер костного дефекта);
- 3) восполнение дефекта блоком из ауто- или алло-кости;
- 4) комбинация хирургических техник.

К этапной пластике относят хирургические техники, в которых первоначально восполняют костный дефект, контролируют перестройку трансплантатов на КТ (около 8-12 месяцев), и вторым этапом выполняют ревизионную реконструкцию ПКС по типу первичной операции.

После очищения туннеля от остатков трансплантата, фиксирующих конструкций и десклерозирования (освежения) стенок измеряют размер и форму получившегося дефекта (рисунок 4.7).

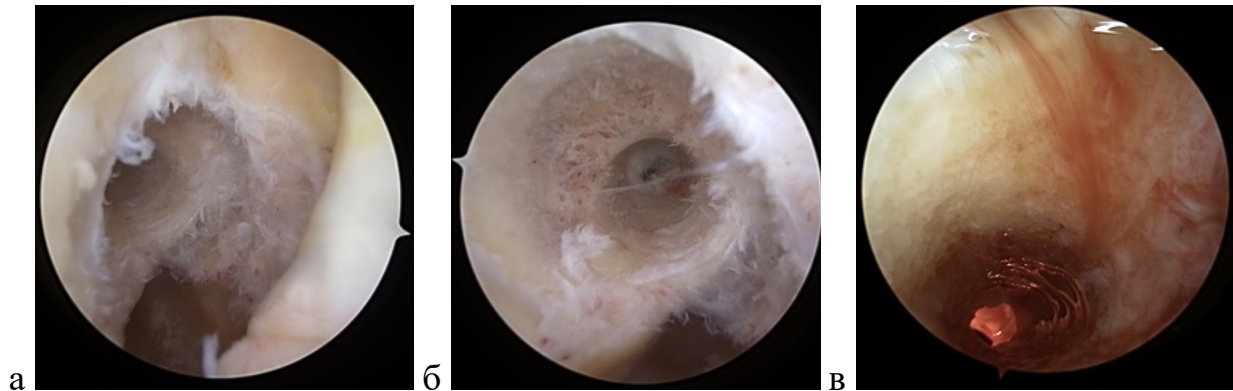


Рисунок 4.7 – Артроскопия коленного сустава. Подготовка туннелей бедренной (а, б) и большеберцовой (в) костей к костной пластике (собственное наблюдение)

Импакционную костную пластику возможно выполнить:

- 1) измельченной губчатой костью (костная крошка или галька);
- 2) единым блоком, сформированным по форме и размеру освеженного туннеля;
- 3) частично костной крошкой, дополненной костным блоком (патент на изобретение РФ №2810809).

В качестве пластического материала возможно использовать традиционный аутооттрансплантат из гребня подвздошной кости и аллотрансплантаты, в том числе деминерализированной лиофилизированной спонгиозной костью (рисунок 4.8).



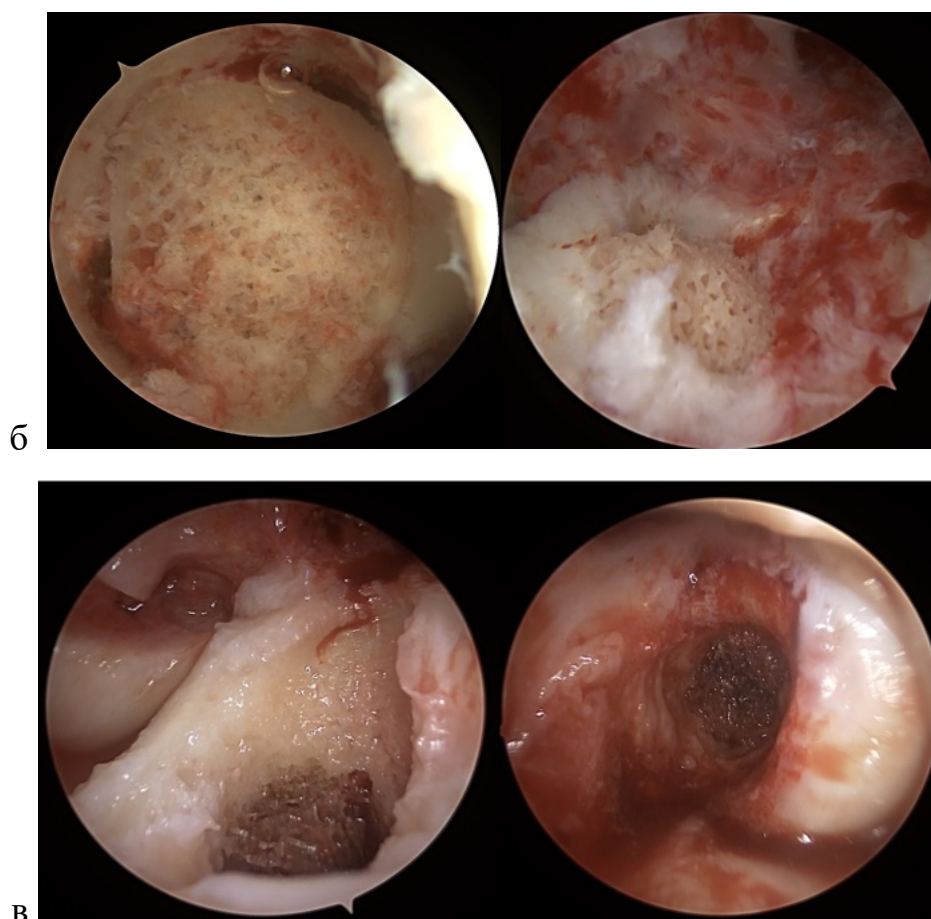


Рисунок 4.8 – Артроскопия коленного сустава. Пластика туннелей бедренной и большеберцовой костей аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости:
а – костной крошкой; б – костным блоком; в – лиофилизированным деминерализированной аллотрансплантатом (собственное наблюдение)

4.1.4. Методика оценки перестройки костного трансплантата

При выборе двухэтапной тактики лечения, где первым этапом важно качественно восполнить дефекты костной ткани в расширенных и/или некорректно расположенных костных туннелях перед ревизионной реконструкцией, целесообразно оценить степень перестройки костных трансплантатов, наличие внутрикостных кист, сформированность замыкательной пластинки (закрытие внутрисуставной апертуры).

При оценке результатов лечения пациентов ретроспективной группы мы обратили внимание, что решение о возможности выполнения второго этапа осуществлялось на основании умозрительного субъективного заключения о ремоделировании трансплантатов при изучении КТ. Первоначально пациентов

направляли на КТ на сроке 6 месяцев после операции. В случае решения о незавершенности процесса и невозможности стабилизации сустава повторно КТ-исследование выполняли еще через 3 месяца (9 месяцев с момента операции) и 6 месяцев (12 месяцев после костной пластики). Однако никаких количественных способов оценки не применялось. В этой связи у трех пациентов были описаны ситуации, когда у первого пациента при артроскопии и ревизии межмышцелкового пространства выявили апертуру туннеля закрытую неполноценно. Пришлось изменить план ревизионной реконструкции – использовать трансплантат из центральной трети связки надколенника с (ВТВ с контралатеральной конечности), фиксировать интерферентным винтом. У второго и третьего пациентов при формировании большеберцового туннеля произошло слияние последнего и оставшихся внутрисуставных щелевидных кист.

Учитывая вышесказанное, мы разработали собственный способ оценки качества ремоделирования костных трансплантатов в критично расширенных туннелях сочленяющихся костей коленного сустава, после их пластики (патент на изобретение РФ №2841932).

Также, как указывалось выше, мы выполняли КТ через 6, 9 и 12 (при необходимости) месяцев после пластики расширенных костных туннелей. Толщина среза не должна превышать 1 мм. При изучении исследования использовали мультипланарную визуализацию, в режиме которой подбирали срезы, соответствующие оси костного туннеля (т.е. продольный срез туннеля, а трансплантат визуализирован на всем протяжении) в коронарной проекции, а в аксиальной проекции – строго поперечное сечение туннеля (рисунок 4.9).

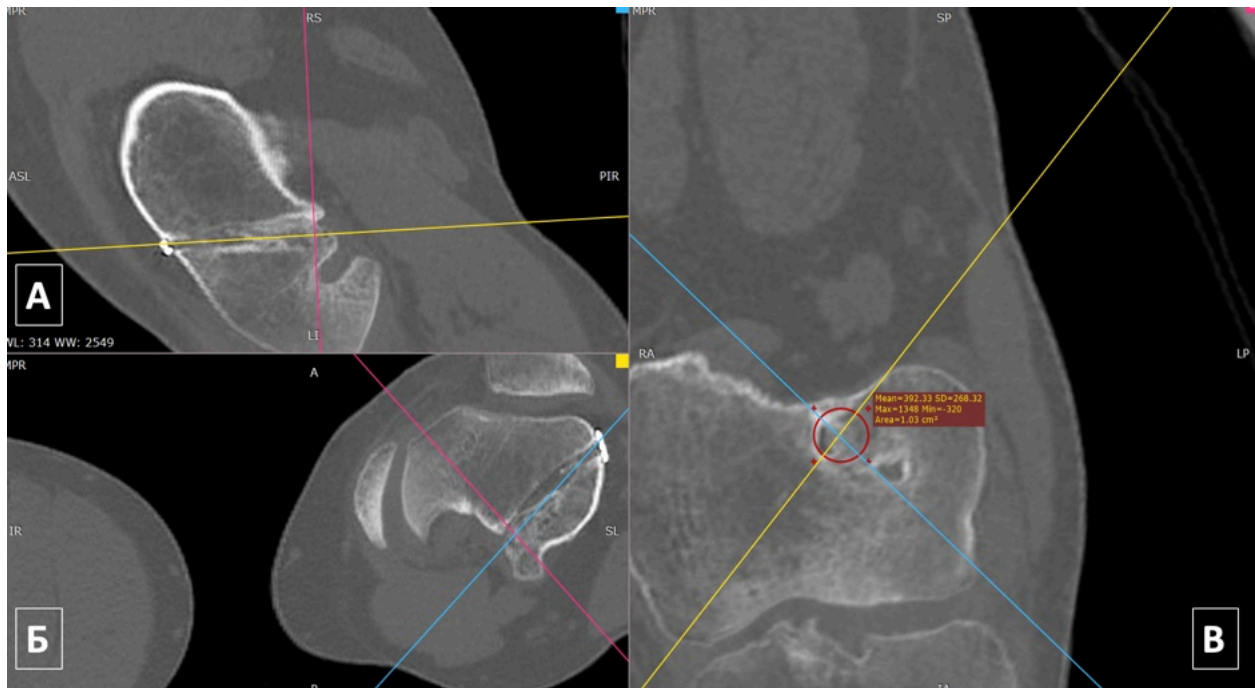


Рисунок 4.9 – КТ коленного сустава пациента Б. Позиционирование проекций в мультипланарном режиме (собственное наблюдение)

Первоначально на КТ в коронарной проекции туннель разделяли на три отрезка (проксимальный – ближайший к внутрисуставной апертуре, средний и дистальный – наиболее удаленный от межмыщелковой вырезки) и оценивали их аксиальные срезы – поперечное сечение (рисунок 4.10).

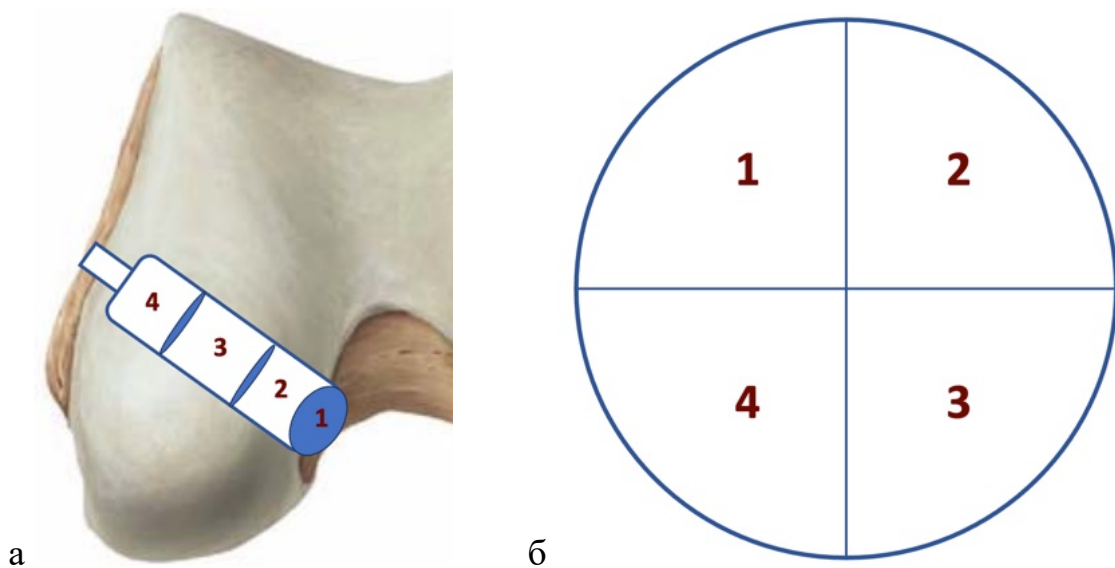


Рисунок 4.10 – Схема расчета количественной оценки перестройки костных трансплантатов после пластики расширенных туннелей. Определение уровней расчета показателей (а) и деление каждого уровня на секторы (б)

Вторым этапом анализировали сформированность и полноценность замыкательной пластинки (заполненность внутрисуставной апертуры) в аксиальной проекции. Полноценно перестроившийся трансплантат и развитые трабекулярные мостики между ним и стенками апертуры туннеля оценивали в один балл (рисунок 4.11). После оценки сформированности замыкательной пластинки оценивали ремоделирование трансплантата на 4 уровнях. Аксиальный срез каждого уровня делим на 4 сектора и определяли наличие или отсутствие диастаза между стенкой туннеля и трансплантатом (см. рисунок 4.10). Щелевидный диастаз (не превышающий 3 мм) или его отсутствие оценивали в 1 балл, более 3 мм – 0 баллов.

Третьим этапом оценивали на каждом обозначенном уровне показатель шкалы Хаунсвилда. Значению более 400 HU присваивали 1 балл, менее – 0 баллов. Максимально возможное количество баллов – 21. Величина оценки ремоделирования трансплантатов в костных туннелях менее 12 баллов указывает на неполноценную перестройку трансплантата или формирование внутрикостных кист, не позволяющих трансплантату полноценно восполнить дефицит костной массы.

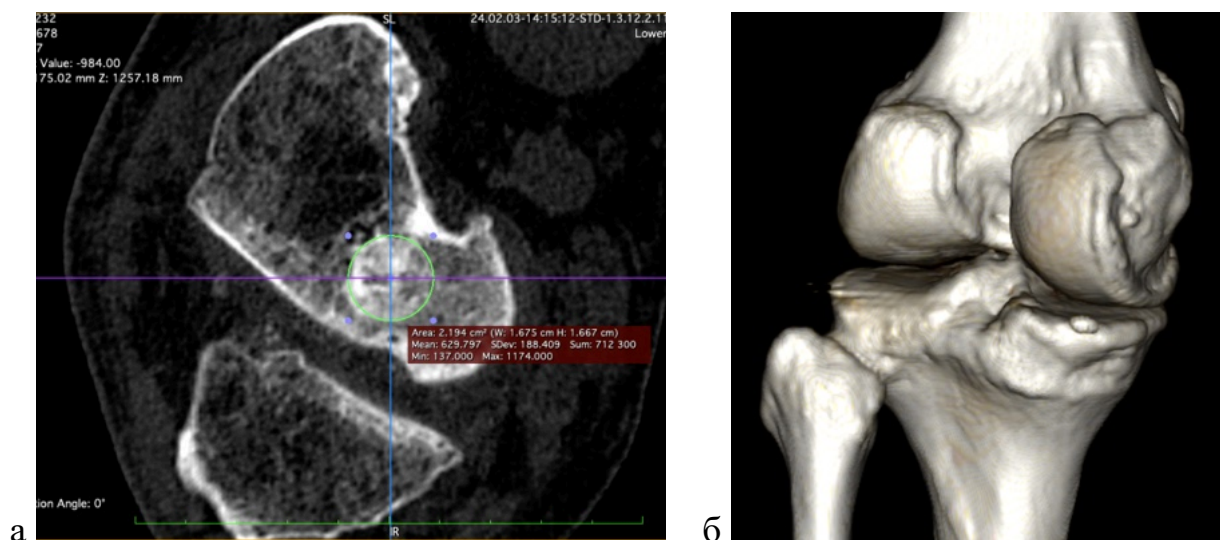


Рисунок 4.11 – КТ коленного сустава пациента С. в мультипланарном (а) и 3D (б) режиме. Аксиальный срез, расчет ремоделирования (а) и сформированности на 3D-реконструкции (б) замыкательной пластинки (собственное наблюдение)

Ретроспективный анализ ремоделирования трансплантатов у пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава с использованием двухэтапной тактики лечения (n=15; 12,3%) показал, что наиболее быстро и с минимальным количеством внутрикостных кист перестраиваются костные трансплантаты после импакционной пластики костной крошкой и лиофилизированной деминерализированной аллокостью. Однако замыкательная пластинка в этом случае формируется неполноценно, что может привести к образованию расширенной апертуры нового туннеля.

В случае с пластикой дефекта костным блоком трансплантат ремоделируется значительно дольше с сохранением щелевидных дефектов разных размеров между ним и стенкой туннеля. Это обусловлено затеком синовиальной жидкости с ее агрессивными провоспалительными компонентами (в первую очередь протеолитическими ферментами) и формированием так называемой «синовиальной ванны», не позволяющей дефекту полноценно закрыться.

Этот же патологический процесс привел в одном наблюдении (n=1; 0,8%) к полному растворению костного трансплантата и необходимости повторной костной пластики, однако стоит отметить, что первоначально для восполнения утраченной костной массы хирурги использовали аллотрансплантат. В этой связи мы предложили соединить достоинства двух предложенных способов костной пластики и первоначально импактировать в подготовленный туннель костную крошку, а сверху «забить» конусовидный костный дюбель, раздвигающий крошку, которая заполняет собой все свободное пространство в туннеле. Излишки крошки удаляем из полости сустава, а дюбель обрабатываем шейверным бором вровень с медиальной поверхностью латерального мыщелка бедренной или передней межмыщелковой ямкой большеберцовой костей (патент на изобретение RU 2810809 C1 от 28.12.2023).

4.2. Деформации проксимального отдела большеберцовой кости

4.2.1. Варусная деформация

В главе 3 исследования, в которой представлен анализ предоперационного обследования пациентов ретроспективной группы ($n=122$; 100%), мы выяснили, что жалобы на боль при активных физических нагрузках предъявляли 89 (72,9%) пациентов, при бытовых – 79 (64,8%), а в покое – 16 (13,1%) обследуемых. Преимущественной локализацией боли ($p<0,05$) явился медиальный компартмент сустава ($n=51$; 41,8%), причем у пациентов, в лечении которых использовали транстибиальную технику формирования бедренного туннеля. Этот показатель был значимо выше ($n=28$; 23,0%), чем при анатомических техниках (транспортальная ($n=19$; 15,5%) и «все внутри» ($n=4$; 3,3%), $p<0,05$). У этих же пациентов при анализе структуры повреждений гиалинового хряща чаще выявляли глубокие повреждения – хондромалицию 3-4-й степеней опорных поверхностей мыщелков бедренной и большеберцовой костей. Помимо этого, изучив данные рентгенологических исследований коленных суставов в прямой проекции с опорной нагрузкой и телерентгенограммы, мы зафиксировали корреляцию между болью в медиальном отделе и бедренно-большеберцовым углом (см. таблицу 3.17).

Все это указывает о значимой доле пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава с жалобами на боль в медиальном отделе, возникающей в результате длительно существующей нестабильности или сохранившегося в послеоперационном периоде ее ротационного компонента и оказывающей негативное влияние на результат лечения. Проведя анализ ревизионной хирургической стабилизации у обследуемых ретроспективной группы, мы выяснили, что 5 (4,1%) пациентов были не удовлетворены результатом хирургического лечения ввиду сохранившегося значимого болевого синдрома. Они были направлены на телерентгенологическое обследование, где выявлено нарушение опорного баланса в виде медиализации механической оси, и им было предложено корригирующее хирургическое лечение: высокая вальгизирующая остеотомия большеберцовой кости.

Анализируя особенности пациентов ретроспективной группы с признаками варусной деформации на уровне коленного сустава, мы обратили внимание на зависимость ротационного компонента нестабильности, оцененного при помощи теста Лози (выявление феномена «смещения оси») и величиной бедренно-большеберцового угла (см. таблицу 3.18). Перераспределение нагрузки в коленном суставе при развившейся нестабильности и смещение механической оси нижней конечности медиально вызваны наличием патологической излишне амплитудной наружной ротации голени. Стабилизация сустава происходит за счет более конгруэнтного медиального компартмента. Это обусловлено формой мыщелков большеберцовой кости (вогнутый медиальный и плоский латеральный). В итоге в медиальном отделе возникает повышенное давление, перегрузка и смещение механической оси (рисунок 4.12).

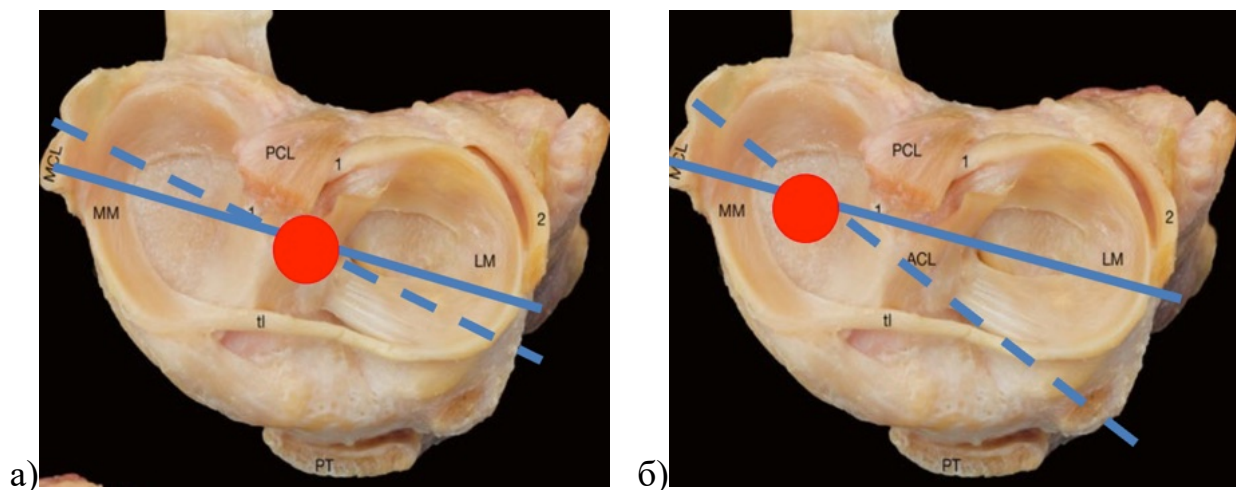


Рисунок 4.12 – Схема перераспределения опорного баланса нижней конечности и проекция механической оси (красный круг) на плато большеберцовой кости:
 а – норма при сохраненной ПКС; б – патологическая амплитуда при разрыве ПКС.
 Голубыми линиями обозначены проекции фронтальной плоскости мыщелков бедра: прямая – начальное положение, пунктирная – возможная амплитуда наружной ротации

Варусная деформация приводит к перерастяжению латеральных стабилизирующих структур (бедренно-малоберцовой и переднелатеральной связок, задне-латерального отдела капсулы сустава, сухожилия подколенной мышцы и илиотибиального тракта), при функциональной несостоятельности которых еще больше увеличивается ротационный компонент нестабильности,

плато кзади. Причем среди пациентов с рецидивом нестабильности – разрывом или функциональной несостоятельностью трансплантата ПКС ($n=14$; 11,5%) – доля больных с деформацией проксимального метаэпифиза в сагиттальной плоскости превысила треть ($n=5$; 35,7%). Сравнив полученные данные со средним значением в ретроспективной группе, можно сделать вывод о чрезвычайной важности данного показателя и его влиянии на результат лечения (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Распределение пациентов ретроспективной группы в зависимости от наклона тибиального плато кзади и результата лечения

Показатель	Всего		Пациенты с наклоном тибиального 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

Интерпретируя данные таблицы, зависимость рассматриваемого показателя и частоту неудовлетворительных результатов, можно сделать вывод о значимости наклона тибиального плато кзади более чем на 10° . Также на это указывает исследование группы ученых во главе с P. Lobenhoffer (2003). Изучая зависимость натяжения ПКС от изменения угла наклона большеберцовой кости они установили, что изменение наклона плато кзади до 10° не сказывается на изменении натяжения ПКС. Наклон более 15° приводит к подъему межмышцелкового возвышения (дистального места крепления ПКС) и вынужденной передней трансляции голени, что создает реальные предпосылки к перегрузке трансплантата. Помимо этого, наклон тибиального плато более 15° смещает контактную зону нагрузки мыщелков большеберцовой кости кпереди, что подразумевает снижение стабилизирующей функции задних отделов менисков, тем самым еще больше нагружая трансплантат ПКС.

В этой связи мы считаем необходимым выполнять операцию «повышенной прочности» уже при наклоне тибиального плато кзади более 10° . Наиболее оправданным способом можно считать армирование трансплантата за счет использования синтетической ленты, а в случае сопутствующего ротационного компонента – аугментацию переднелатерального отдела капсулы сустава. При наклоне тибиального плато кзади более 15° необходимо уже при первой ревизии первым этапом выполнить дефлексионную остеотомию большеберцовой кости, а в случае комбинированной варусно-флекссионной деформации – бипланарную коррекцию. У пациента с варусной деформацией, когда наклон тибиального плато кзади находится в пределах $10\text{--}15^\circ$, возможно выполнить высокую вальгизирующую остеотомию большеберцовой кости, но при этом прибегнуть к костной пластике трехкортикальным опорным костным блоком в задне-медиальном отделе остеотомии.

Таким образом, полученные данные говорят о необходимости изучения данного параметра при планировании хирургического лечения наравне с изучением опорного баланса и его коррекции при необходимости.

4.2.3. Способы коррекции деформации проксимального отдела большеберцовой кости

Основными показаниями для выполнения вальгизирующих остеотомий области коленного сустава у пациентов с его рецидивной нестабильностью являются болевой синдром в медиальном компартменте и хондропластика опорных поверхностей медиальных мыщелков при имеющейся варусной деформации. Рассматриваемый вид хирургического вмешательства не только купирует развившийся болевой синдром, но и профилактирует дальнейшее прогрессирование варусного гонартроза и нарастание деформации, тем самым помогая избежать перегрузки и функциональной несостоятельности латеральных связочных структур и стабилизируя коленный сустав.

Устранить варусную деформацию нижней конечности на уровне коленного сустава возможно несколькими видами остеотомий:

1) бедренной кости:

- низкая открывающаяся клиновидная (медиальная);
- низкая закрывающаяся клиновидная (латеральная);

2) большеберцовой кости:

- высокая открывающаяся клиновидная (медиальная);
- высокая закрывающаяся клиновидная (латеральная);
- шаровидна фронтальная.

Учитывая, что механизм развития варусной деформации при рецидивной нестабильности коленного сустава связан в первую очередь с перегрузкой медиального мышелка большеберцовой кости, после контрольного измерения референсных линий и углов целесообразно этим пациентам выполнять высокую вальгизирующую клиновидную открывающуюся остеотомию большеберцовой кости. Такой вид остеотомии имеет ряд преимуществ: не требуется пересечение малоберцовой кости, минимизирован риск повреждения малоберцового нерва, не происходит укорочение конечности.

При выполнении рассматриваемой остеотомии стоит обратить внимание на несколько принципиальных технических приемов, оказывающих значимое влияние на конечный результат хирургического пособия.

Первое – сохранение наружного кортикального слоя проксимального метаэпифиза большеберцовой кости. Этот прием становится возможным либо при тщательной разметке линии остеотомии спицами Киршнера и контроле ее длины, либо при использовании специального устройства – «хинж пина» (пина ротации), при помощи которого формируется костный туннель в латеральном мышелке большеберцовой кости в сагиттальной плоскости, являющийся конечной точкой остеотомии.

Второе – бипланарный характер остеотомии. Первым этапом производится вертикальный опил во фронтальной плоскости, сразу за бугристостью большеберцовой кости, позволяющий при фиксации использовать сохраненную на дистальном отломке бугристость в качестве упора для проксимального

отломка, что придает большую стабильность и увеличивает поверхность остеотомии, позитивно сказываясь на сращении.

Третье – использование пластин с возможностью полиаксиального введения винтов, что позволяет обойти и не перфорировать костные туннели и не повредить трансплантат при одномоментной пластике ПКС.

*Техника выполнения высокой вальгизирующей остеотомии
большеберцовой кости*

Линейным косым разрезом кожи от медиального края медиального мышцелка до бугристости большеберцовой кости обнажаем медиальный мышцелок. Послойно разделяем мягкие ткани, выделяем и отсепааровываем книзу сухожилия полусухожильной, нежной и портняжной мышц. Визуализируем медиальный край связки надколенника и место ее прикрепления к бугристости большеберцовой кости. Отступив 1,5 см книзу от места прикрепления связки к кости с ориентиром на головку малоберцовой кости спереди назад и с медиальной стороны в латеральную, проводим спицу Киршнера под контролем ЭОП таким образом, чтобы ее острый конец оказался на расстоянии 1 см от латерального края латерального мышцелка и на 1 см ниже суставной поверхности большеберцовой кости. Вторую спицу устанавливаем кзади от первой на 3-4 см, соблюдая параллельность между ними и с плато большеберцовой кости. Проводим ее в том же направлении и с такой же ориентацией, чтобы концы спиц были максимально близки друг к другу. При помощи третьей спицы и линейки измеряем длину остеотомии, считая, что она будет выполнена до конца погруженных спиц (т.е. не доходя 1 см до латерального края и на 1 см ниже суставной поверхности латерального мышцелка большеберцовой кости). Остеотомию можно выполнять осциллирующей пилой или соответствующего размера остеотомами. Первоначально выполняем вертикальное отсечение бугристости в строго фронтальной плоскости, начиная от места прикрепления связки надколенника до горизонтального уровня проведенных спиц (вертикальная плоскость бипланарной остеотомии). Частично отсепааровываем поверхностную порцию медиальной коллатеральной связки, устанавливаем защитник для подколенного сосудисто-

нервного пучка. В направлении проведенных спиц, максимально близко к ним, выполняем остеотомию на ранее определенную глубину кости. Полное пересечение кости нежелательно. В сформированную остеотомию устанавливаем расклинивающее устройство (две металлические пластины, скрепленные винтом, при вкручивании которого пластины раздвигаются, образуя клиновидный дефект), добиваемся необходимого угла коррекции (1° коррекции = 1 мм клиновидного дефекта). Устанавливаем пластину в переднемедиальной позиции и фиксируем ее винтами (6,5 мм спонгиозные – 2 шт. в проксимальный отломок и 4,2 мм кортикальные, проведенные бикортикально – 2 шт. в дистальный). При необходимости (угол коррекции превышает 9° , остеопороз, пересечен наружный кортикал латерального мышцелка) выполняем костную пластику из гребня подвздошной кости. Контроль гемостаза, послойный шов ран, дренаж раны по Редону, асептическая повязка. Гипсовая иммобилизация боковыми гипсовыми лангетами до стихания болевого синдрома (на 3–5 суток), ограничение опорной нагрузки на конечность сроком на 6 недель.

При выполнении высокой вальгизирующей остеотомии большеберцовой кости у пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава особое внимание необходимо уделять сохранению наклона тиббиального плато кзади. Увеличение этого показателя, как указывалось выше, пагубно сказывается на стабильности коленного сустава в сагиттальной плоскости.

С целью недопущения данного негативного эффекта при корригирующей операции в своей клинической практике мы применяем крупный трехкортикальный опорный костный трансплантат из гребня подвздошной кости в виде клиновидного блока, устанавливая его в раскрывшийся остеотомический дефект максимально медиально и кзади. После этого «схлопываем» остеотомию, тем самым достигая проседания в передней части щели и коррекции наклона тиббиального плато кзади. Контролем является клиновидная щель остеотомии. Это позволяет укрепить сагиттальную стабильность коленного сустава, к которой мы стремимся при выполнении дефлексионной остеотомии. Расположение опорного клиновидного костного блока в заднемедиальном углу клиновидного дефекта

остеотомии позволяет сохранить типичное переднемедиальное положение пластины (рисунок 4. 14).

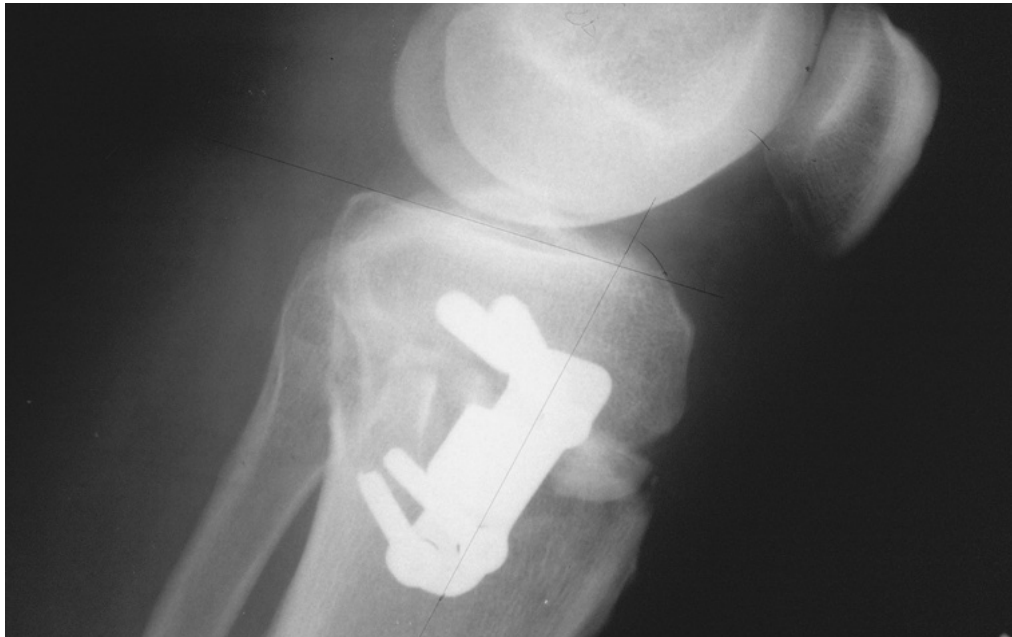


Рисунок 4.14 – Рентгенограмма коленного сустава в боковой проекции пациента А. после выполнения высокой вальгизирующей остеотомией большеберцовой кости, фиксированной пластиной и трехкорткальным костным трансплантатом из гребня подвздошной кости в задне-медиальной части клиновидного дефекта (собственное наблюдение)

Однако этот способ не позволяет выполнить значимую коррекцию деформации в сагиттальной плоскости и уменьшить угол наклона плато большеберцовой кости кзади более чем на 3-4°. В случаях когда необходимо выполнить коррекцию тибиального свода, следует выполнять высокую клиновидную разгибательную (дефлексионную) остеотомию большеберцовой кости.

*Техника выполнения высокой дефлексионной остеотомии
большеберцовой кости*

Выполняем линейный разрез по переднемедиальной поверхности верхней трети голени от проекции щели коленного сустава до точки на 3 см ниже бугристости большеберцовой кости. Послойно выделяем мягкие ткани и визуализируем связку надколенника и бугристость большеберцовой кости,

переднюю поверхность ее мыщелков и передний отдел коленного сустава. При помощи осциллирующей пилы или остеотома отсекаем бугристость от большеберцовой кости пропилом во фронтальной плоскости и откидываем ее кверху. При выполнении данной манипуляции важно рассчитать размер отсекаемого фрагмента бугристости. В конце операции следует фиксировать бугристость двумя кортикальными винтами с целью предотвращения ее ротации. Винты проводят на расстоянии около 1 см друг от друга и около 0,5 см от краев отсеченного фрагмента. Стоит учесть, что после выполнения дефлексионной остеотомии большеберцовой кости перед фиксацией бугристости придется ее уменьшить на величину остеотомии для предупреждения высокого стояния надколенника. Под контролем ЭОП в строго сагиттальной плоскости, отступив 1 см от края тибиального плато книзу, спереди назад параллельно друг другу проводим две спицы – первую – в медиальном, вторую – в латеральном мыщелке большеберцовой кости. Концы спиц должны остановиться в заднем кортикале. Отступив от первой пары спиц расчетное расстояние вертикально вниз (1° угла коррекции = 1 мм) проводим вторую пару спиц таким образом, чтобы на передней поверхности мыщелков спицы входили в кость в найденных точках, а концы находились максимально близко к концам первой пары спиц. Совместно в боковой проекции спицы образуют треугольник основанием обращенный кпереди (рисунок 4.15). Длина этого основания в мм должна быть искомой величиной коррекции наклона тибиального плато в градусах.

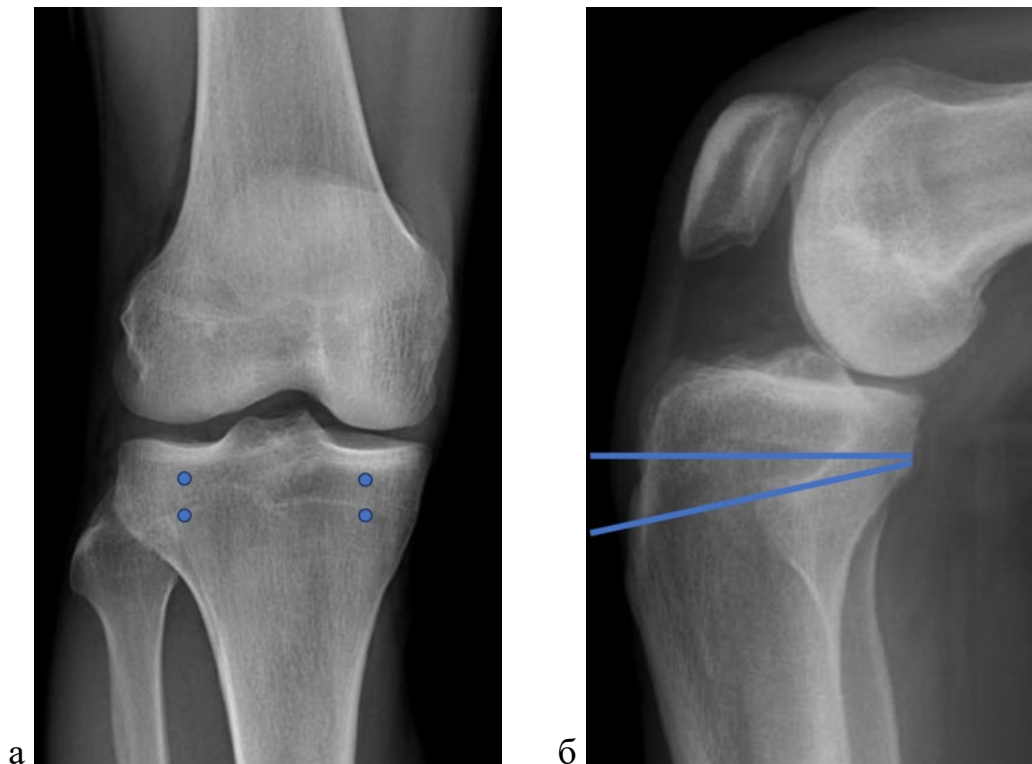


Рисунок 4. 15 – Схема проведения спиц для выполнения закрывающейся дефлексионной остеотомии большеберцовой кости (собственное наблюдение)

После разметки осуществляем остеотомию и выбираем костный клин (используем получившуюся аутокость для пластики костных туннелей после реконструкции ПКС). Производим «схлопывание» остеотомии путем фиксации бедра и разгибания в коленном суставе. Фиксируем пластиной аналогично вальгизирующей остеотомии. Фиксируем бугристость двумя кортикальными винтами бикортикально в строго сагиттальной плоскости. Осуществляем контроль гемостаза, послойный шов раны, активный дренаж по Редону, накладываем асептическую повязку. Гипсовая иммобилизация боковыми гипсовыми лонгетами от верхней трети бедра до нижней трети голени до успокоения болевого синдрома. Учитывая стабильность закрывающейся остеотомии, дозированную опорную нагрузку разрешаем с 14-х суток после операции, постепенно увеличивая. Ходьба без костылей разрешается через 6 недель после операции.

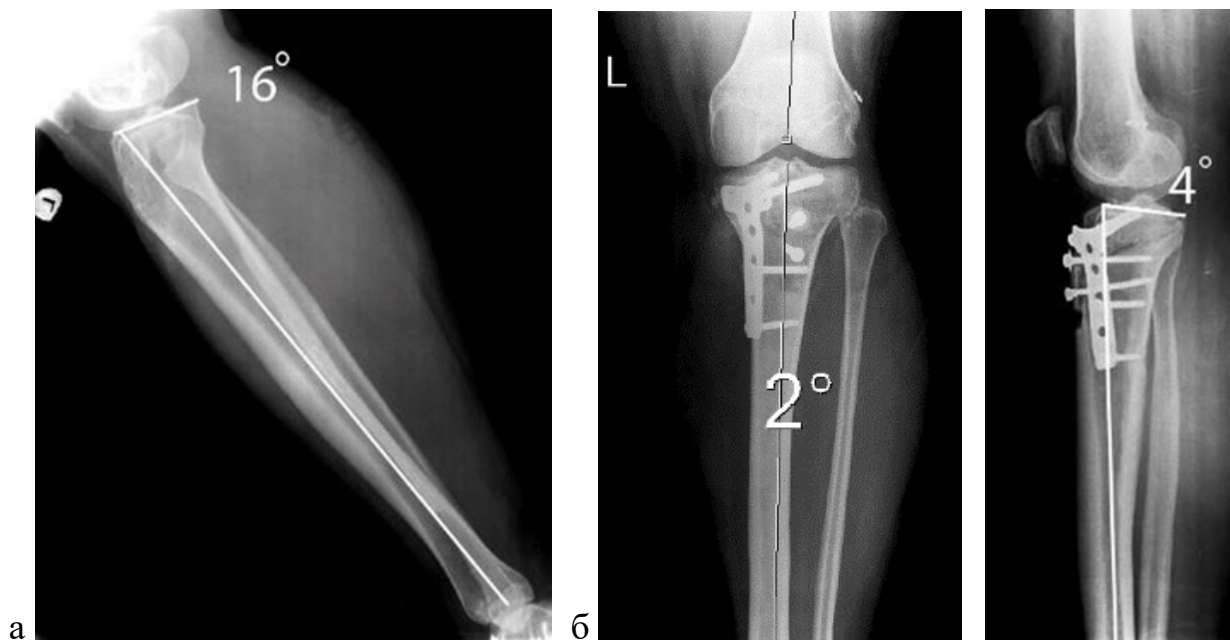


Рисунок 4.16 – Рентгенограммы коленного сустава пациента С.:

а – предоперационная в боковой проекции с расчетом наклона тибияльного плато кзади; б – после выполнения закрывающейся дефлексионной остеотомии большеберцовой кости и фиксацией пластиной (собственное наблюдение)

Наибольшие технические трудности вызывает выполнение двухплоскостной высокой дефлексионно-вальгизирующей остеотомии большеберцовой кости. Необходимость ее выполнения возникает в случае одномоментного выявления у пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава нарушения опорного баланса нижней конечности в виде медиализации механической оси нижней конечности и значимого (более 12°) наклона проксимального метаэпифиза кзади. Учитывая, что коррекцию свопа целесообразно выполнять при помощи дефлексионной остеотомии, описанной выше, а закрывающиеся (минус кость) остеотомии наиболее стабильны, что чрезвычайно важно при двухплоскостных коррекциях, мы используем высокую двухплоскостную дефлексионно-вальгизирующую клиновидную закрывающуюся остеотомию большеберцовой кости.

Начало операции аналогично дефлексионной остеотомии: после расчета размера фрагмента и отсечения бугристости большеберцовой кости, проведения первой пары спиц Киршнера рассчитываем точки ввода второй пары спиц. Первая

спица (в медиальном мыщелке) проводится аналогично проведению спиц при дефлексионной остеотомии: точка ввода – вертикально вниз от первой на расчетное расстояние (1° угла коррекции = 1 мм). Для проведения второй спицы (в латеральном мыщелке), помимо расчетного расстояния коррекции наклона тибиального плато кзади, учитываем угол коррекции во фронтальной плоскости по общему правилу: 1° угла коррекции = 1 мм (рисунок 4.17).

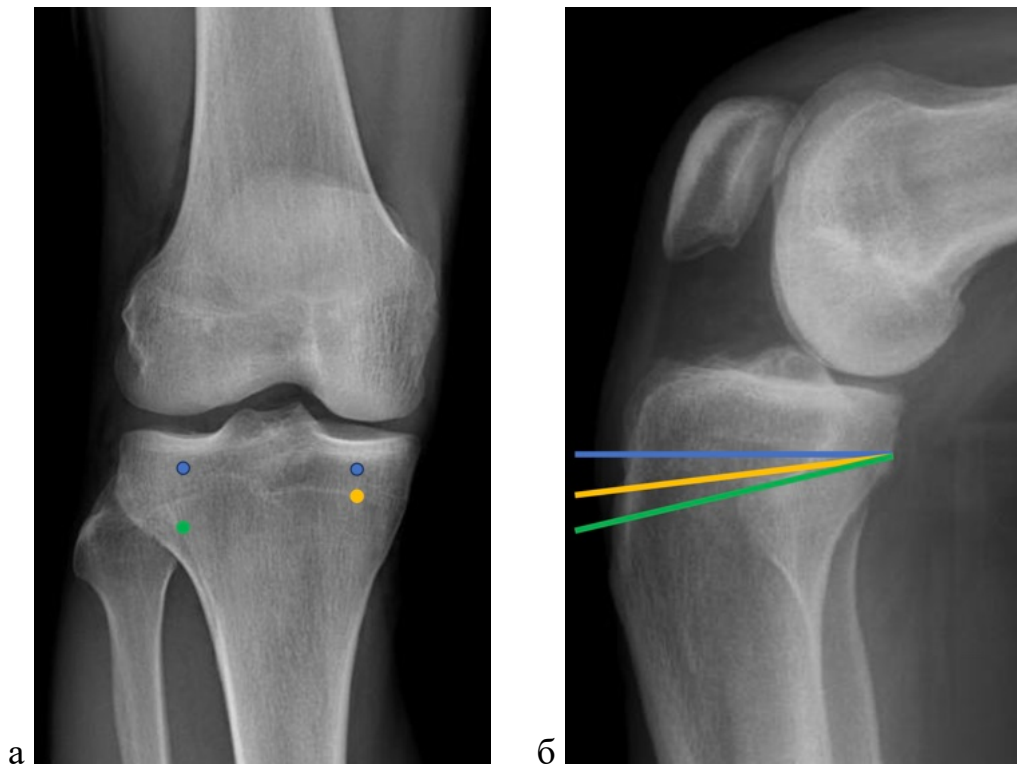


Рисунок 4. 17 – Схема проведения спиц для выполнения двухплоскостной закрывающейся дефлексионно-вальгизирующей остеотомии большеберцовой кости

После выполнения остеотомии большеберцовой кости и удаления клиновидного фрагмента через отдельный доступ длиной 2-3 см в проекции латерального края малоберцовой кости выполняем ее косую остеотомию. Осуществляем «схлопывание» остеотомии и фиксируем пластиной. Учитывая, что наибольший диастаз между костями образуется по латеральной поверхности большеберцовой кости, пластину целесообразно разместить на латеральном мыщелке. Корректируем длину фрагмента бугристости и фиксируем двумя кортикальными винтами. Контроль гемостаза, дренаж по Редону, послойный шов

раны, асептическая повязка, иммобилизация боковыми гипсовыми лангетами. При двухплоскостной остеотомии большеберцовой кости мы ограничиваем опорную нагрузку на 6 недель.

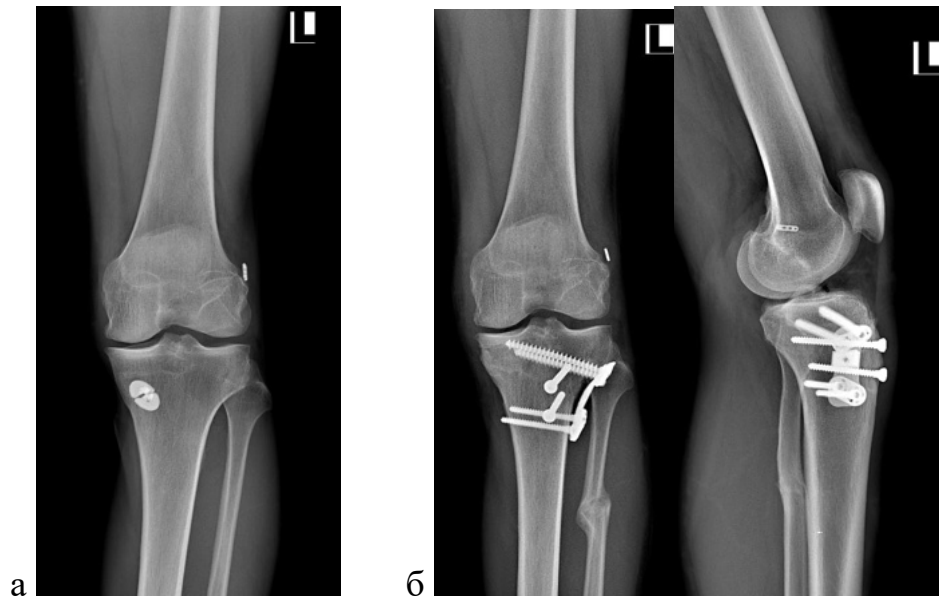


Рисунок 4. 18 – Рентгенограммы коленного сустава пациента Р. с разрывом аутотрансплантата ПКС, рецидивной нестабильностью коленного сустава и двухплоскостной деформацией проксимального метаэпифиза большеберцовой кости: а – до операции; б – после выполненной двухплоскостной дефлексионно-вальгизирующей остеотомией большеберцовой кости и фиксацией пластиной (собственное наблюдение)

4.3. Резюме

В настоящей главе сформулирован тактический подход (количество и последовательность этапов) к хирургическому лечению пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава. В ходе работы была подтверждена тенденция к увеличению количества пациентов, в лечении которых первоначально применяли анатомичные техники реконструкции ПКС – транспортальную и «все внутри». При выполнении ревизионных операций, после использования указанных техник, возникают объективные трудности с анатомичностью положения новых туннелей, однако при первичных реконструкциях они показывают лучшие результаты хирургической стабилизации (Stone A.V. et al., 2020; Ahn J.H. et al., 2021). Помимо правильной позиции,

чрезвычайно важно оценить наличие и степень расширения костных туннелей и их внутрисуставных апертур, а также взаимоотношение «корректность положения центра туннеля/направление расширения/размер расширения». Расчет указанных параметров необходимо проводить на КТ, а в случае невозможности сформировать новые туннели в обход старых или использовать их после десклерозирования (освежения) – выполнять костную пластику в качестве первого этапа хирургического лечения.

Для оценки качества перестройки костных трансплантатов и возможности перехода ко второму этапу хирургического лечения мы предложили оригинальную методику оценки данного критерия при КТ исследовании (патент на изобретение RU 2810809 C1).

При выполнении первого этапа настоящего исследования установили, что на результат лечения оказывает значимое влияние болевой синдром (25,4%). Зачастую он ассоциирован с варусной деформацией нижней конечности на уровне коленного сустава и медиализацией механической оси (4,1%). Помимо этого, варусная деформация способствует перерастяжению и функциональной несостоятельности латеральных стабилизирующих структур, которые, в свою очередь, усугубляют нестабильность. Для выявления рассматриваемой патологии у пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава необходимо в предоперационном обследовании выполнять телерентгенографическое исследование опорного баланса нижней конечности.

При выявлении значимого (более 5°) изменения анатомического бедренно-большеберцового угла мы используем высокую медиальную вальгизирующую бипланарную клиновидную открывающуюся остеотомию большеберцовой кости. При ее выполнении чрезвычайно важно контролировать наклон тибиального плато кзади – одного из факторов, предрасполагающих к развитию рецидива нестабильности. В случае увеличения данного показателя более 15° необходимо первым этапом выполнить коррекцию деформации путем высокой дефлексионной клиновидной закрывающейся остеотомии большеберцовой кости, а при сочетании

деформаций (варус и увеличение наклона плато кзади) – дефлексионно-вальгизирующую коррекцию в двух плоскостях.

Симультанное выполнение корригирующих операций на проксимальном отделе большеберцовой кости и ревизионной реконструкции ПКС нельзя считать рекомендованным. Коррекция оси конечности и уменьшение наклона плато значительно изменяют анатомические взаимоотношения в суставе, что оказывает влияние на вторичные стабилизаторы – необходимость их адаптации к новым биомеханическим реалиям и изменениям функциональной нагрузки. Помимо этого, протоколы послеоперационной реабилитации, режим опоры и движения, необходимость и сроки иммобилизации при рассматриваемых операциях принципиально разные. В этой связи целесообразно ревизионную реконструкцию ПКС отложить на срок сращения остеотомии и восстановления функции конечности в целом.

Таким образом, в содержании главы реализован второй этап диссертационного исследования путем решения третьей и четвертой задач настоящей работы. Определен тактический подход к лечению пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава, заключающийся в определении количества хирургических этапов и их последовательности. Обозначены дополнительные методы исследования, которые необходимы для выявления и оценки факторов определяющих этапность. Тем самым намечена разработка необходимого объема предоперационного обследования, который ляжет в основу диагностического алгоритма к лечению пациентов рассматриваемого профиля.

ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Ретроспективный анализ лечения пациентов с РНКС, оперированных в клинике в период с 2008 по 2017 год, проведенный в рамках первого этапа настоящего исследования, позволил установить основные факторы, влияющие на исход хирургической стабилизации. Принципиально их можно разделить на экстра- и интраартикулярные изменения, а также выделить индивидуальные особенности пациентов, влияющие на результат. К интраартикулярной патологии отнесли повреждения менисков, такие как рамповый (паракапсулярный) разрыв заднего рога медиального и отрыв корня латерального, глубокие повреждения гиалинового хряща, разрыв ЗКС. К внесуставным изменениям отнесли сопутствующие повреждения и функциональную несостоятельность статических синергистов ПКС: ПЛС, ЗЛССК и ЗМССК, а также деформации проксимального метаэпифиза большеберцовой кости в виде его наклона медиально и/или кзади. Среди индивидуальных особенностей обследуемых пациентов корреляционную связь с результатами лечения продемонстрировали: молодой возраст пациентов (менее 30 лет), сопутствующая гипермобильность суставов за счет повышенной эластичности связочных структур и род повседневной деятельности, подразумевающий значительные физические нагрузки, в том числе спортивные и нагрузки, связанные с выполнением обязанностей военной службы и тяжелого физического труда. Результаты многофакторного анализа показателей, независимо ассоциированных с неудовлетворительными результатами хирургического лечения, и их прогностические характеристики представлены в третьей главе настоящей работы.

Также в ходе проведенного анализа анатомо-морфологических результатов лечения пациентов ретроспективной группы мы получили данные о необходимости соблюдения принципа максимальной анатомичности реконструкции, прежде всего, как основной стабилизирующей структуры ПКС. В

практическом отношении влияние на неблагоприятный исход хирургического лечения оказывают неанатомичное позиционирование внутрисуставных апертур костных туннелей и их патологическое расширение, зачастую делающие невозможным выполнение ревизионной реконструкции в один этап – в обход первичных туннелей (по типу «первичной реконструкции») или их освежения, увеличение диаметра и повторного использования, а требующие пластического закрытия сформированных дефектов костной ткани. Кроме того, на тактику лечения (количество хирургических этапов) оказывают влияние деформации проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, описанные выше.

Таким образом, в ходе первого и второго этапов работы был сформулирован тактический подход к хирургическому лечению пациентов с РНКС, определены факторы и индивидуальные особенности пациентов, ассоциированные с рецидивом патологии и низкими функциональными результатами.

Для разработки диагностического подхода к лечению, целью которого является выявления вышеописанных ассоциированных факторов, необходимо оценить объем, последовательность и диагностическую ценность каждого из дополнительных исследований обследования пациентов рассматриваемого профиля. Очевидно, что при выявлении патологических изменений, описанных выше, возникает необходимость их коррекции, а следовательно, и разработки хирургического подхода к лечению пациентов для улучшения результатов хирургической стабилизации коленного сустава при его рецидивной нестабильности.

5.1. Разработка алгоритма обследования пациентов и формулирование диагностического подхода к лечению

5.1.1. Жалобы и объективные данные

Анализ медицинской документации пациентов ретроспективной группы показал, что наиболее частыми жалобами, возникающими при развитии РНКС, являются боль, чувство неустойчивости, отечность и ограничение движений.

Болевой синдром чаще всего возникал при физической активности и эпизодах нестабильности, однако обратила на себя внимание локализация боли: при ее концентрации в медиальном компартменте следует расценивать ее как предиктор перегружаемости медиального отдела и направить диагностический поиск на выявление соответствующих повреждений (медиального мениска, гиалинового хряща на мыщелках сочленяющихся костей, а также на возможное смещение механической оси нижней конечности при варусной деформации на уровне коленного сустава). Боль по латеральной поверхности указывает на декомпенсацию синергистов ПКС в этой области: ПЛС и ЗЛССК, а в центре коленного сустава – о патологии в пателло-фemorальном сочленении.

При анализе нестабильности, выявляемой при помощи мануальных тестов, установили, что наиболее достоверными являются тесты Лахмана и Лози. Стоит отметить, что наглядность симптомов напрямую указывает на выраженность рассматриваемой патологии и повреждения элементов «второй линии защиты». Так, феномен «смещения оси» был более выражен (++++) при III степени нестабильности и имел зависимость с повреждениями вторичных стабилизаторов, что требует более скрупулезной их оценки при планировании ревизионного вмешательства. Помимо этого, чрезвычайно важное значение для выявления многоплоскостной нестабильности играют варус/вальгус-стресс тесты, позволяющие выявить функциональную несостоятельность ЛКС и МКС соответственно. Также для определения состоятельности синергистов ПКС, таких как ЗМССК, ЗЛССК и их отдельных структур используют тесты «наружный ротационно-рекурвационный» и «циферблата часов». Завершить специфичное объективное обследование пациентов рассматриваемого профиля целесообразно определением эластичности связочного аппарата (при помощи шкалы Beighton).

Анализ жалоб обследуемого, сопоставление их с результатами мануального тестирования позволят наметить диагностический поиск и определить необходимый перечень дополнительных обследований, направленных на выявление факторов, оказывающих негативное влияние на результат хирургического лечения.

5.1.2. Дополнительные методы обследования

Рентгенография

Наиболее доступным и распространенным лучевым методом диагностики является рентгенография коленного сустава в прямой и боковой проекциях. Исследование позволяет получить данные о наличии, виде и локализации рентген-позитивных фиксаторов трансплантата, а также о размере и направлении костных туннелей. Для получения данных о степени нестабильности в сагиттальной и фронтальной плоскостях, а следовательно, и состоятельности синергистов ПКС необходимо использовать сравнительное функциональное рентгеновское исследование – передний/задний выдвижные ящики и варус/вальгус-стресс тесты соответственно.

Телерентгенография нижних конечностей

Одним из факторов, оказывающих негативное влияние на результат лечения, является деформация проксимального метаэпифиза большеберцовой кости. Для выявления и оценки данной патологии необходимо всем пациентам выполнять телерентгенографию в прямой и боковых проекциях. На фронтальных снимках оценивают положение линии Микулича (механической оси нижней конечности) и анатомический бедренно-большеберцовый угол. В боковой проекции оценивают наклон плато большеберцовой кости кзади (posterior slope).

Компьютерная томография

Является основным методом для оценки костных туннелей. На 3D реконструкциях КТ производят расчет корректности (анатомичности) положения внутрисуставных апертур и степени их расширения, проводят уточнение данных в отношении фиксирующих систем трансплантата. Помимо этого, при двухэтапной тактике хирургического лечения, перед ревизионной реконструкцией ПКС на КТ необходимо оценить степень перестройки костных трансплантатов после пластики расширенных туннелей.

Магнитно-резонансная томография

МРТ является обязательным методом исследования структур, образующих коленный сустава при выявлении симптом нестабильности. Несмотря на довольно низкие показатели чувствительности и специфичности (60% и 87% соответственно) метода при рассматриваемой патологии, МРТ позволяет оценить состояние трансплантата (ход волокон, их натянутость), а также других мягкотканых структур и выявить их характерные для описываемой проблемы повреждения: рамповый разрыв медиального и отрыв корня латерального менисков, дефекты гиалинового хряща, связочных интра- и экстраартикулярных образований (ЗКС, МКС, ЛКС, ПЛС, ЗМССК, ЗЛССК).

Диагностическая артроскопия

Все ревизионные вмешательства целесообразно начинать с диагностического этапа и ревизии сустава. Несмотря на использование значимого количества методов диагностики в предоперационном периоде и тщательное планирование вмешательства, только при артроскопии возможно утверждение намеченного плана операции. Прежде всего обращают внимание и сопоставляют данные, полученные при планировании и артроскопии, что определяет возможность реализации намеченного плана: положение и размер внутрисуставных апертур, состояние гиалинового хряща сочленяющихся костей, функциональное состояние менисков и связочных структур. Только после полного визуального обследования и анализа полученных данных возможна реализация тактического и хирургического подходов.

Таким образом, при обследовании пациентов с РНКС необходимы тщательный сбор жалоб и анамнеза с точным определением локализации болевого синдрома, особенностей эпизодов нестабильности, давности и обстоятельств травмы, приведшей к возникновению описанных жалоб. При мануальном тестировании особое внимание стоит уделить признакам нестабильности в сагиттальной и фронтальной плоскостях, а также ее ротационному компоненту, что может указать на функциональную несостоятельность синергистов ПКС. В качестве дополнительных методов

исследования необходимо выполнить рентгенографию в прямой и боковой проекциях, а также функциональное рентгенологическое исследование в указанных двух плоскостях, позволяющее определить степень нестабильности, телерентгенографию нижних конечностей в двух проекциях, КТ (в том числе с 3D реконструкциями) и МРТ (рисунок 5.1).

Предложенный диагностический подход, подразумевающий комплексное обследование больного, позволяет выявить факторы, ассоциированные с низким результатом хирургического лечения, а целенаправленная их коррекция обуславливает внедрение хирургического подхода за счет разработки новых и усовершенствования широко применяемых хирургических пособий.

Рецидив нестабильности коленного сустава

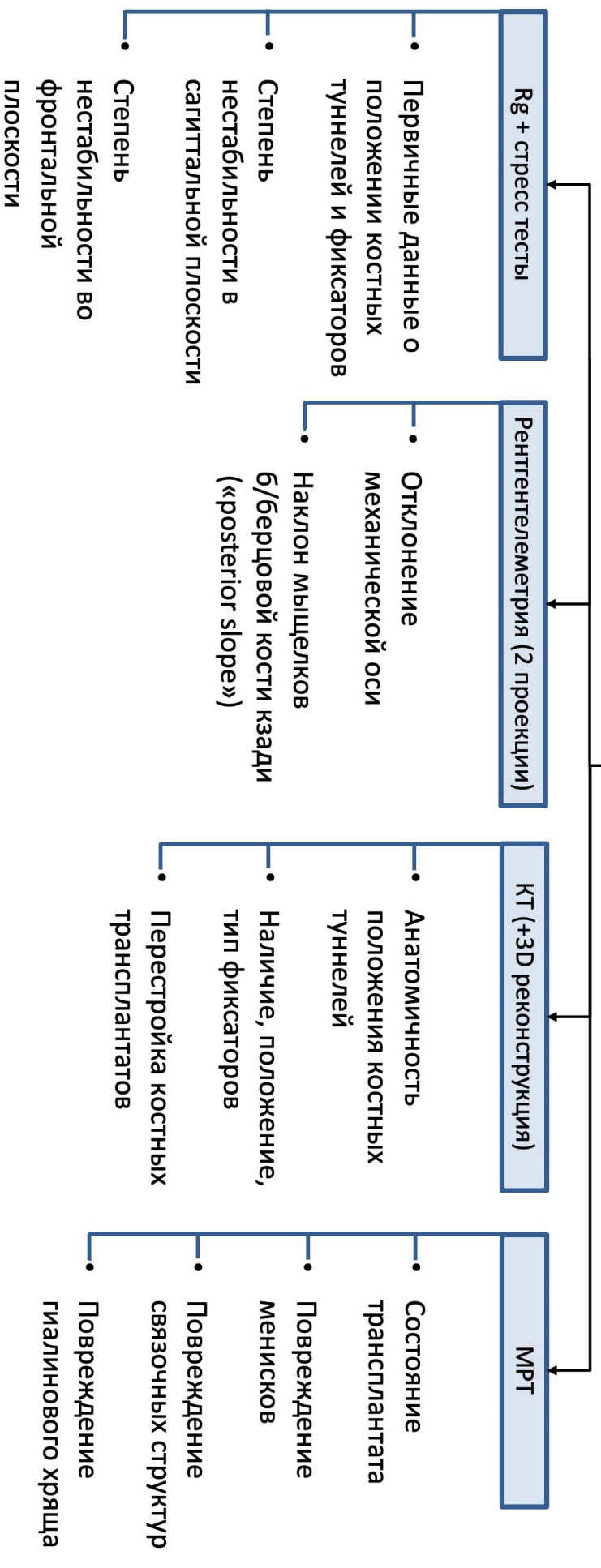


Рисунок 5.1 – Схема обследования пациентов с РНКС

5.2. Разработка и обоснование способов хирургической коррекции факторов, ассоциированных с низкими функциональными результатами и формулирование хирургического подхода к лечению пациентов

5.2.1. Способ экстраартикулярного армирования переднего отдела коленного сустава путем реконструкции переднелатеральной связки

Описанный выше выраженный ротационный компонент нестабильности, оказывающий значимое влияние на рецидив нестабильности, возникает в результате повреждения или функциональной несостоятельности статических синергистов ПКС в переднелатеральном отделе сустава. В состав этого сухожильно-связочного комплекса входят: переднелатеральная связка (ПЛС), пучки Каплана и подвздошно-большеберцовый тракт. Наибольшей интерес с точки зрения восстановления ротационной стабильности вызывает ПЛС как наиболее прочная и достаточно легко воссоздаваемая путем реконструкции. Широко применяемые способы устранения ротационного компонента нестабильности – это пластика ПЛС трансплантатом из сухожилия нежной мышцы и фиксация его в анатомичных точках при помощи интерферентных винтов или выполнение тенодеза подвздошно-большеберцового тракта по Ламейру. Оба этих способа не лишены недостатков. Так, при реконструкции ПЛС возникает реальный риск пересечения костных туннелей для ПКС и ПЛС в латеральном мыщелке бедренной кости, что приведет к интраканальному повреждению трансплантата, а в случае применения тенодеза – значимый и стойкий болевой синдром, связанный с перерастяжением структур переднелатерального отдела коленного сустава.

Мы разработали и клинически апробировали способ устранения ротационного компонента нестабильности, учитывающий преимущества реконструкции и тенодеза, но лишенный их недостатков. Решение этой задачи обеспечивается тем, что способ пластики ПЛС подразумевает использование сдвоенного сухожилия нежной мышцы, расположенного (так же, как и при тенодезе) под МБКС. При этом фиксацию на бедре осуществляем

нерассасывающейся нитью к проксимальному концу МБКС, создавая вокруг нее полупетлю и тем самым формируя их лигаментодез, а дистальный конец фиксируем в костном туннеле большеберцовой кости интерферентным винтом (рисунок 5.2). Разработанный способ пластики позволяет анатомично и изометрично расположить аутотрансплантат ПЛС, при этом избежав риска конфликта каналов восстановленных ПКС и ПЛС в латеральном мыщелке бедренной кости (патент на изобретение РФ №2734990).

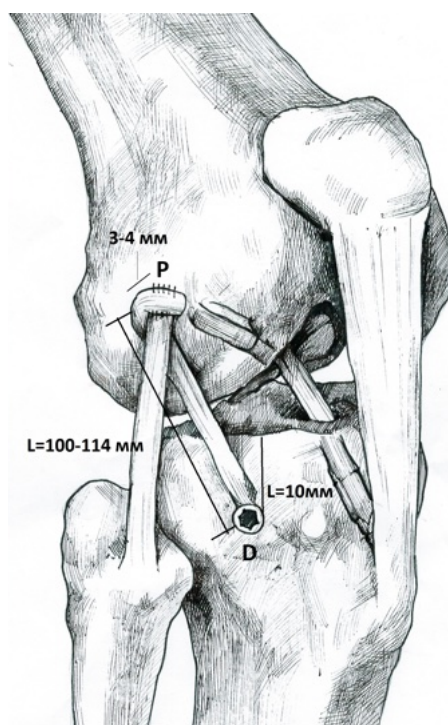


Рисунок 5.2 – Схема разработанного способа реконструкции ПЛС коленного сустава

Техника реконструкции ПЛС коленного сустава

Производим забор сухожилия нежной мышцы для формирования трансплантата ПЛС. На препаровочном столике подготавливаем сухожилие: очищаем от мышечных волокон, соединительной и жировой тканей, обрезаем тонкий конец до общей длины 28 см. Сухожилие складываем вдвое, концы прошиваем нерассасывающейся нитью на протяжении 2 см. В среднем длина трансплантата равняется 14 см (рисунок 5.3 а). Ориентируясь на костные выступы (латеральный надмыщелок бедренной кости и бугорок Жерди), осуществляем два

косых доступа длиной 2 см для определения точек фиксации. На бедренной кости выделяем проксимальный конец МБКС, на большеберцовой – середину расстояния между бугорком Жерди и передним краем головкой малоберцовой кости, на 1,0–1,5 см дистальнее суставной щели. Из проксимального доступа выполняем мобилизацию МБКС, под нее проводим полиэтиленовый проводник. Из дистального доступа в латеральном мышцелке большеберцовой кости в месте фиксации нативной связки при помощи сверла диаметром 6 мм, используя разработанный направитель (патент на изобретение РФ №2844266), во фронтальной плоскости рассверливаем костный туннель, в него также устанавливаем проводник в виде петли. Сформированный трансплантат заводим антеградно под МБКС и далее через туннель в мягких тканях к дистальной точке фиксации. Проксимальный конец фиксируем в виде полупетли трансоссальными швами вокруг МБКС к латеральному надмыщелку бедренной кости (рисунок 5.3 б, в) нерассасывающейся нитью (которой прошит конец трансплантата). Дистальный конец погружаем в костный туннель, натягиваем и при легком сгибании коленного сустава (30°) фиксируем интерферентным композитным винтом (рисунок 5.3 г).



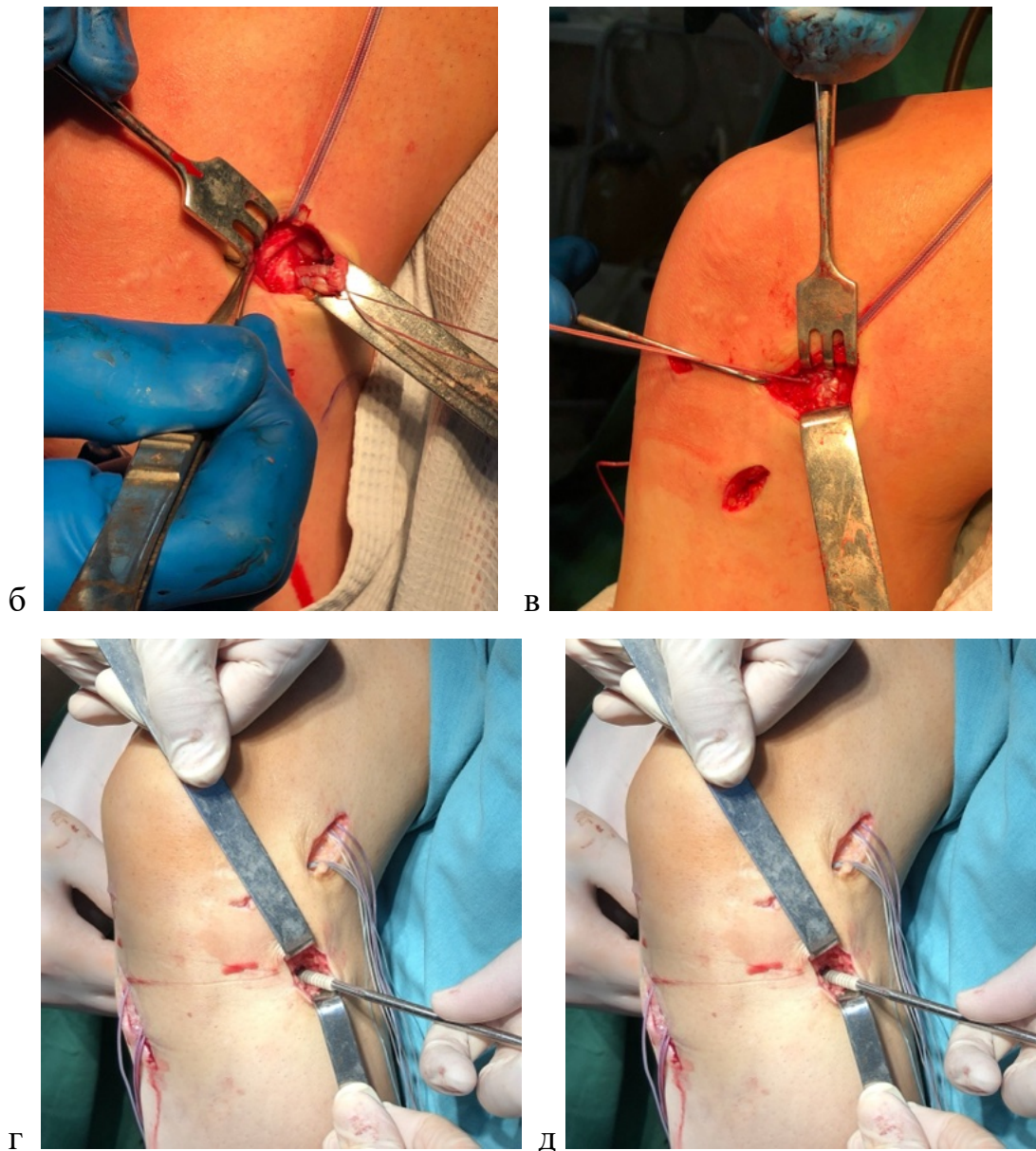


Рисунок 5.3 – Этапы пластики ПЛС: а – внешний вид сформированного аутотрансплантата из сухожилия нежной мышцы; б, в – проведение и фиксация трансоссальными швами проксимального конца к латеральному надмыщелку бедренной кости; г – формирование большеберцового туннеля при помощи устройства для прецизионного рассверливания; д – фиксация дистального конца интерферентным винтом в латеральном мыщелке большеберцовой кости (собственное наблюдение)

Таким образом, при использовании разработанного способа пластики ПЛС отсутствует риск конфликта костных туннелей в латеральном мыщелке бедренной кости, что устраняет возможность повреждения трансплантата ПКС и тем самым снижает долю рецидивов патологии и болевого синдрома, а за счет купирования

ротационного компонента нестабильности улучшает функциональные результаты лечения.

5.2.2. Способ реконструкции заднелатерального сухожильно-связочного комплекса коленного сустава

Одной из причин хирургических неудач у пациентов ретроспективной группы явились оставленные без коррекции мультилигаментарные повреждения. Чаще всего ($n=9$; 7,4%) они проявлялись симптомом «заднего выдвижного ящика», который указывает на повреждение ЗКС и/или ЗЛССК. Последний включает МБКС, подколенно-малоберцовую связку и сухожилие подколенной мышцы. Реконструкции нескольких стабилизирующих структур вызывают определенные технические трудности, связанные со сложной и зачастую измененной анатомией, дефицитом пластического материала, объемом хирургического вмешательства. В этой связи мы оценили значимость каждого из перечисленных анатомических образований в стабилизации коленного сустава и разработали способ их реконструкции (патент на изобретение РФ №2735997).

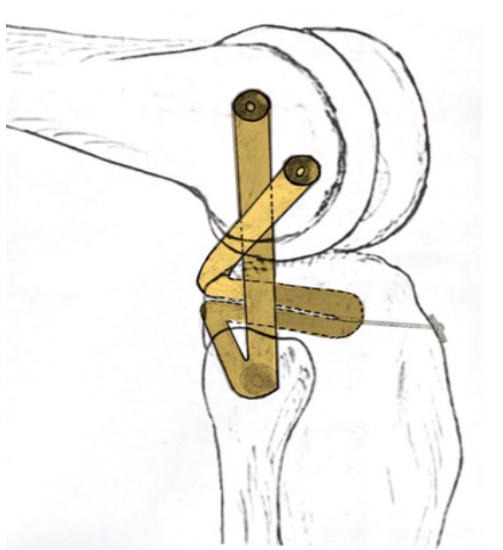
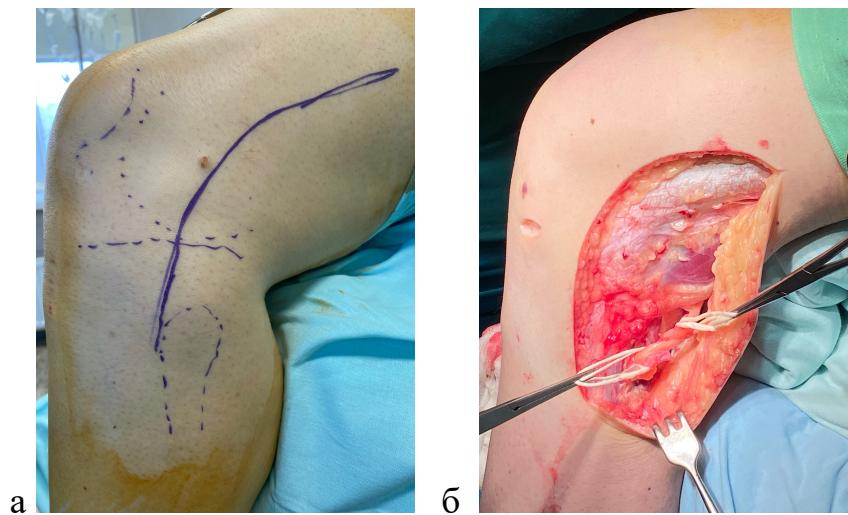


Рисунок 5.4 – Схема разработанного способа реконструкции ЗЛССК коленного сустава

Техника реконструкции ЗЛССК коленного сустава.

В качестве трансплантата используем сухожилие длинной малоберцовой мышцы, армированной при необходимости синтетической лентой. Концы на протяжении 2 см прошиваем прочной нерассасывающейся нитью. На операционном столе пациент располагается на спине со свободно свисающей согнутой в коленном суставе под углом 90° поврежденной конечностью. Дугообразным разрезом длиной 15–20 см по латеральной поверхности коленного сустава с ориентирами на латеральный край латеральной головки четырехглавой мышцы бедра и головку малоберцовой кости послойно обнажаем широкую фасцию, дистальную треть двуглавой мышцы бедра, латеральную поверхность коленного сустава, головку малоберцовой кости. Первым этапом выделяем малоберцовый нерв от уровня выхода его из-под двуглавой мышцы бедра, прослеживаем под ее сухожилием и мобилизуем в области головки малоберцовой кости таким образом, чтобы появилась возможность свободно и безопасно манипулировать в области креплений латеральной головки икроножной, подколенной и двуглавой мышц бедра. Вторым этапом находим и выделяем места крепления МБКС и сухожилия подколенной мышцы на латеральном мыщелке бедренной кости. Костным ориентиром служит латеральный надмыщелок. В «отпечатках» устанавливаем спицы Киршнера, и канюлированным сверлом, диаметр которого соответствует диаметру трансплантата, рассверливаем слепые туннели длиной не менее 3 см каждый. Далее при помощи направителя формируем сквозной туннель в головке малоберцовой кости таким образом, чтобы его ось максимально стремилась во фронтальную плоскость. Для предотвращения повреждения подколенного сосудисто-нервного пучка используем защитник. Последним рассверливаем туннель в латеральном мыщелке большеберцовой кости: строго спереди назад при помощи направителя, установленного спереди на 2 см ниже суставной щели и на 2 см кнутри от латерального края латерального мыщелка, сзади также на 2 см от суставной щели и на 2 см от проксимального межберцового синдесмоза, ретроградным риммером формируем сквозной туннель диаметром 3,5 мм. Уловив острие ретроградного

риммера в подколенной ямке защитником и раскрыв «флажок» под визуальным контролем, увеличив диаметр до 10 мм, обратным ходом рассверливаем слепой туннель длиной 3-4 см. Во все сформированные туннели заводим петлевые проводники. Один конец трансплантата заводим в туннель в латеральном мышцелке бедренной кости, проводим сквозь головку малоберцовой кости. Затем свободный конец продеваем в петлю кортикальной пуговицы, которую выводим на передний край латерального мышцелка большеберцовой кости таким образом, чтобы трансплантат погрузился в слепой туннель диаметром 10 мм, сложенным вдвое, совершив разворот внутри туннеля. Далее свободный конец трансплантата проводим, максимально прижав его к капсуле сустава (расположив под сухожилием двуглавой мышцы бедра и под первой частью трансплантата, имитирующую МБКС) и заводим в туннель в латеральном мышцелке бедренной кости, где в натяжении фиксируем интерферентными винтами (рисунок 5.5). После разгибания голени производим «дотягивание» трансплантата кортикальной пуговицей. Раны послойно ушиваем.



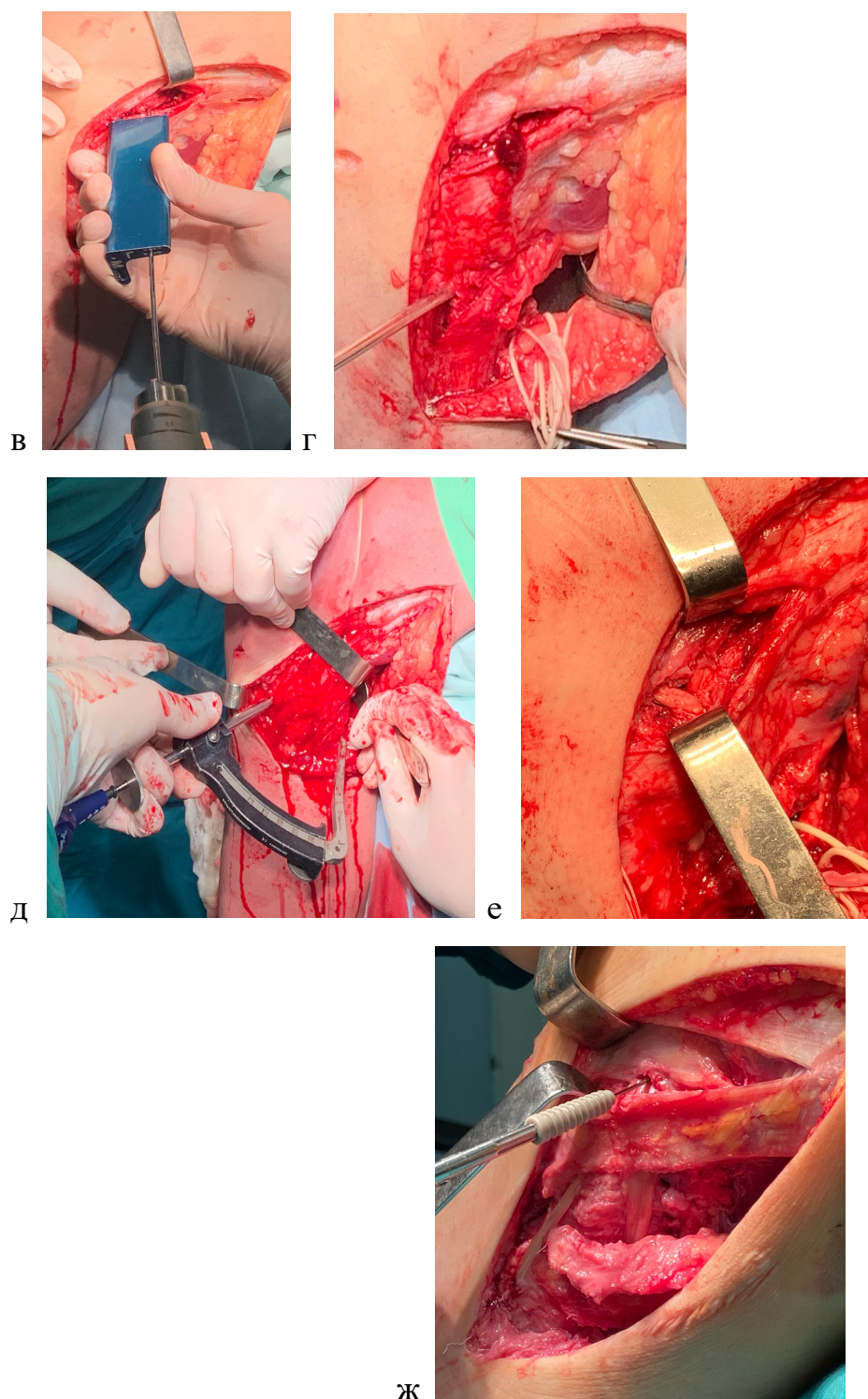


Рисунок 5.5 – Этапы реконструкции ЗЛССК: а – разметка операционного поля; б – выделение малоберцового нерва; в – формирование туннелей в латеральном мыщелке бедренной кости; г – формирование туннеля в головке малоберцовой кости; д – формирование туннеля в латеральном мыщелке большеберцовой кости; е – положение и натяжение трансплантата; ж – фиксация концов трансплантата интерферентным винтом (собственное наблюдение)

5.2.3. Способ аутохондропластики травматических дефектов гиалинового хряща опорных поверхностей сочленяющихся костей

В ходе анализа результатов лечения пациентов ретроспективной группы мы выяснили, что значимое влияние на исход оказывает болевой синдром, возникающий при повреждении гиалинового хряща опорных поверхностей. Установили, что доля глубоких повреждений (хрящевых дефектов достигающих субхондральной кости), требующих хирургической коррекции составляет 8,2%. В этой связи мы разработали способ пластики хондральных дефектов аутологичным измельченным хрящом (патент на изобретение РФ №2779465). Преимуществами способа являются формирование в зоне хрящевого дефекта кровяного сгустка, обеспечение доступа к аутологичным хондроцитам (фрагментированному гиалиновому хрящу) факторам роста и мезенхимальным стволовым клеткам, питательным веществам, фиксацию их коллагеновой мембраной. Помимо этого, за счет микрофрактурирования снижается негативное действие трабекулярного отека на субхондральную кость, тем самым предупреждая ишемию ткани и формирования кист.

Техника аутохондропластики травматических дефектов гиалинового хряща опорных поверхностей сочленяющихся костей

Через стандартные переднемедиальный и переднелатеральный артроскопические порты выполняем диагностическую артроскопию коленного сустава, оцениваем расположение хондрального дефекта и его размер. Во время артроскопии выполняем экстракцию свободных хондральных фрагментов. Полученную хрящевую ткань на препаровочном столике измельчаем до оптимального размера хондральных частиц размером, не превышающим 1 мм³, и образования гомогенной массы. Линейным доступом 4 см кнутри или кнаружи от связки надколенника (в зависимости от локализации дефекта) послойно выполняем миниартротомии и осуществляем доступ к медиальному или латеральному мыщелку бедренной кости, визуализируем дефект хряща суставной поверхности. Из алюминиевой фольги изготавливаем лекало с точной конфигурацией дефекта. По лекалу вырезаем коллагеновую мембрану. При

помощи костного шила или спицы Киршнера в дефекте хряща производим микропереломы субхондральной кости на глубину 4–5 мм в количестве 3–4 на 1 см². Измельченный хрящ выкладываем в зону дефекта, равномерно распределяя по всей площади. После этого смоделированную коллагеновую мембрану накладываем на зону дефекта таким образом, чтобы последняя находилась на одном уровне с неповрежденным суставным хрящом. Фиксацию мембраны осуществляем фибриновым клеем или подшиваем к окружающему неповрежденному гиалиновому хрящу. Раны послойно ушиваем. В послеоперационном периоде опорную нагрузку исключаем на 6 недель, иммобилизацию не используем (рисунок 5.6).

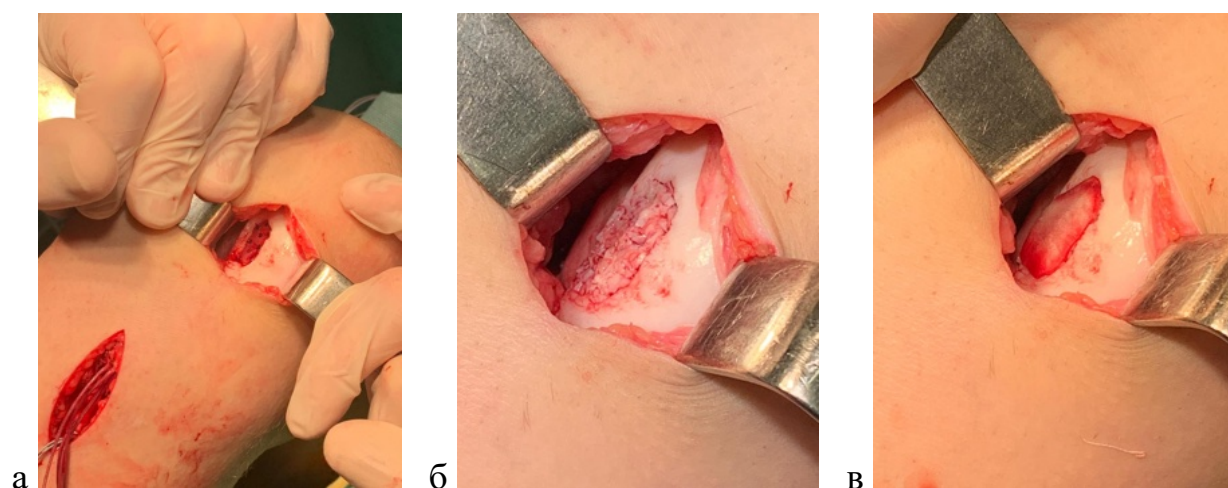


Рисунок 5.6 – Этапы аутохондропластики травматического дефекта гиалинового хряща медиального мыщелка бедренной кости пациента М. а – микрофрактурирование субхондральной кости в зоне дефекта суставного хряща; б – укладка измельченного гиалинового хряща в место дефекта; в – коллагеновая мембрана, фиксированная по периметру фибриновым клеем, закрывает зону дефекта суставного хряща (собственное наблюдение)

Предложенный способ позволяет сформировать в зоне травматического дефекта хрящеподобную ткань, способную заместить дефицит хряща (рисунок 5.7).

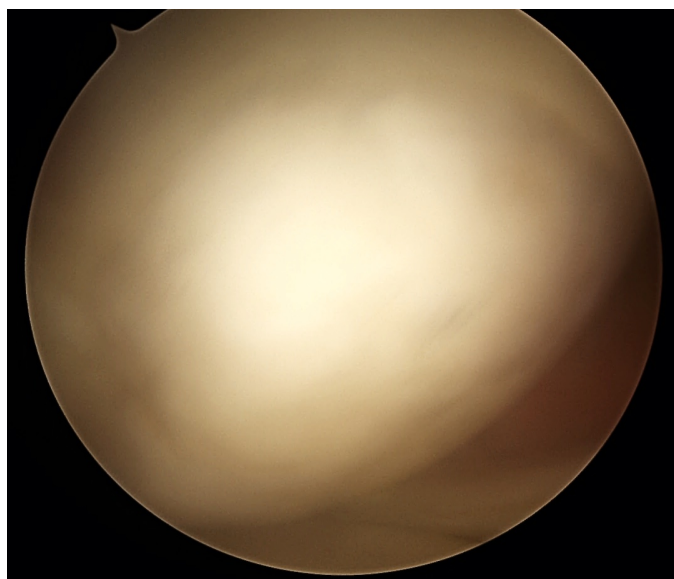


Рисунок 5.7 – Артроскопическая картина коленного сустава пациента М. через 8 месяцев после аутохондропластики травматического дефекта медиального мыщелка бедренной кости предложенным способом. Хондральный дефект заполнен хрящеподобной тканью (собственное наблюдение)

5.2.4. Способ аугментации трансплантата ПКС синтетической лентой

При изучении анамнеза и данных обследования пациентов ретроспективной группы выделили группу с низкими функциональными результатами. Это позволило выявить ряд факторов и индивидуальных особенностей пострадавших, которые являются предикторами рецидивов патологии и неудовлетворительных функциональных результатов (см. таблицу 3.32). Таковыми явились: возраст моложе 30 лет, повседневные повышенные физические нагрузки (спорт, тяжелая физическая работа, военная служба), гипермобильность крупных суставов ($p < 0,05$). Помимо этого, обратила на себя внимание группа пациентов с увеличенным углом наклона мыщелков большеберцовой кости кзади (см. таблицу 4.5). Мы интерпретировали собственные данные, которые подтверждаются анализом мировой литературы следующим образом: угол наклона, превышающий 10° , оказывает влияние на напряжение трансплантата ПКС, а превышающий 15° приводит к подъему межмыщелкового возвышения и смещению большеберцовой кости кпереди относительно бедренной, тем самым перегружая трансплантат ПКС (Орлянский В. с соавт., 2020; Lobenhoffer P. et al.,

2007). В этой связи обозначенной категории пациентов необходимо планировать хирургическое вмешательство повышенной прочности, что может быть достигнуто путем внутрисуставного армирования трансплантата синтетической лентой.

Техника аугментации трансплантата ПКС синтетической лентой

Забор и формирование трансплантата проводим стандартным образом. Может быть использован любой трансплантат. Приведем пример аугментации аутоотрансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы. После подготовки, очищения от мышечной ткани и паратенома, формирования трансплантата на фиксирующих системах и его прошивания через отверстия в кортикальных пуговицах синтетическую ленту продеваем таким образом, чтобы ее концы оказались со стороны сухожилия. Ленту заводим за обвивные нити, фиксирующие трансплантат, и концы проводим через дистальную кортикальную пуговицу (рисунок 5.8).

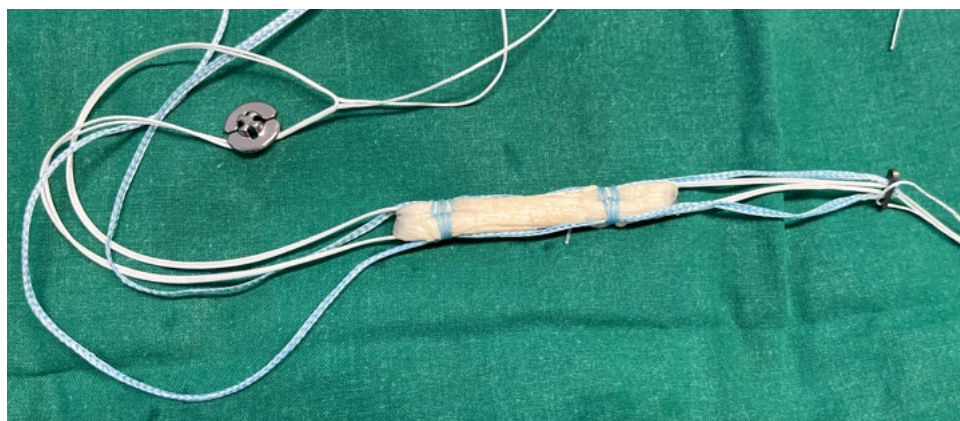


Рисунок 5.8 – Внешний вид аутоотрансплантата ПКС из сухожилия полусухожильной мышцы (ST4), аугментированного синтетической лентой (собственное наблюдение)

Важным аспектом является порядок фиксации синтетической ленты. В отличие от трансплантата, который устанавливают в положении 30° сгибания, ленту закрепляют в положение полного разгибания в коленном суставе при помощи анкерного фиксатора или путем завязывания ее концов на дистальной кортикальной пуговице. Помимо защиты трансплантата при повторной травме и

субкритических циклических нагрузках аугментация синтетической лентой позволяет начать более раннюю реабилитацию, что положительно сказывается на функции конечности в целом.

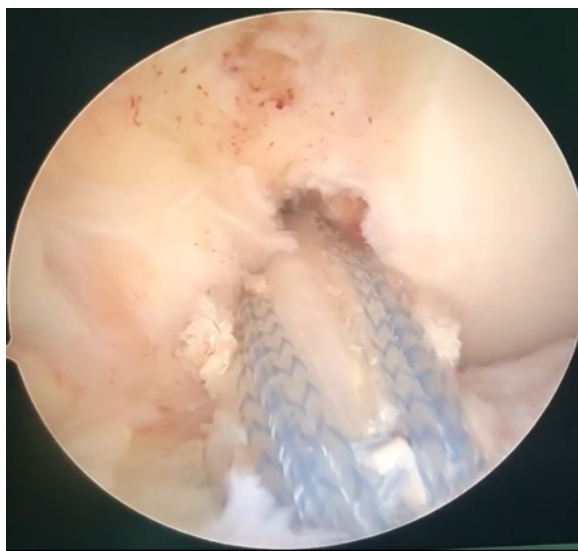


Рисунок 5.9 – Артроскопическая картина коленного сустава пациентки Д. Вид аутоотрансплантата ПКС из сухожилия полусухожильной мышцы (ST4), армированного синтетической лентой (собственное наблюдение)

5.3. Разработка и обоснование дифференцированной тактики хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава

Опираясь на данные, полученные при выполнении первого и второго этапов настоящего исследования, такие как факторы, ассоциированные с низким функциональным результатом хирургического лечения РНКС (паракапсулярный (рамповый) разрыв медиального, отрыв корня латерального менисков, ротационная нестабильность +++, многоплоскостная нестабильность, глубокие повреждения гиалинового хряща опорных поверхностей), индивидуальные особенности пациентов, оказывающие влияние на исход, а также критерии возможности выполнения ревизионной стабилизации в один или два этапа, мы разработали алгоритм обследования пациентов рассматриваемого профиля. Он подразумевает комплексное и последовательное применение клинических тестов, рентгенологических (в том числе функциональных) исследований, телерентгенографию нижних конечностей, КТ (включая 3D реконструкции), МРТ.

Интеграция предложенных и усовершенствованных хирургических техник, таких как способы пластики расширенных костных туннелей, реконструкции ПЛС и ЗЛССК, аутохондропластики травматических дефектов гиалинового хряща опорных поверхностей сочленяющихся костей, интраартикулярного армирования трансплантата ПКС синтетической лентой, высоких остеотомий большеберцовой кости в алгоритм обследования пострадавших с РНКС привело к формированию системного подхода к диагностике и дифференцированному хирургическому лечению пациентов указанной категории, который, в свою очередь, послужил основанием для разработки алгоритма (рисунок 5.10).

Таким образом, всем пациентам с РНКС мы рекомендуем проводить комплексное предоперационное обследование в соответствии с предложенным алгоритмом (см. рисунок 5.1). Первоначально необходимо оценить возможность выполнения одноэтапной ревизионной реконструкции ПКС. Заставить прибегнуть к двухэтапной тактике могут расширенные более 11 мм или расположенные частично анатомично костные туннели. На наш взгляд, наиболее просто и точно возможно это выполнить на КТ и 3D-реконструкциях, используя методы «координатного прямоугольника», предложенного М. Bernard (см. рисунки 4.1 и 4.2) и «анатомических координатных осей» (см. рисунок 4.3). В случае расширения или частично анатомичного положения апертур первым этапом хирургического лечения необходимо выполнить пластику костных туннелей предложенным способом (патент на изобретение РФ №2810809). Также к двухэтапной тактике может подтолкнуть деформация проксимального отдела большеберцовой кости в виде наклона мыщелков медиально (варусная деформация на уровне коленного сустава) или кзади. Критичными считаем следующие показатели: разница в анатомическом бедренно-большеберцовом угле между конечностями более 5° и наклон плато большеберцовой кости кзади более 14° . В этих случаях необходимо выполнение высоких остеотомий большеберцовой кости: при смещении механической оси – вальгизирующей, при наклоне плато кзади – дефлексионной, при комбинированной деформации – двухплоскостной.

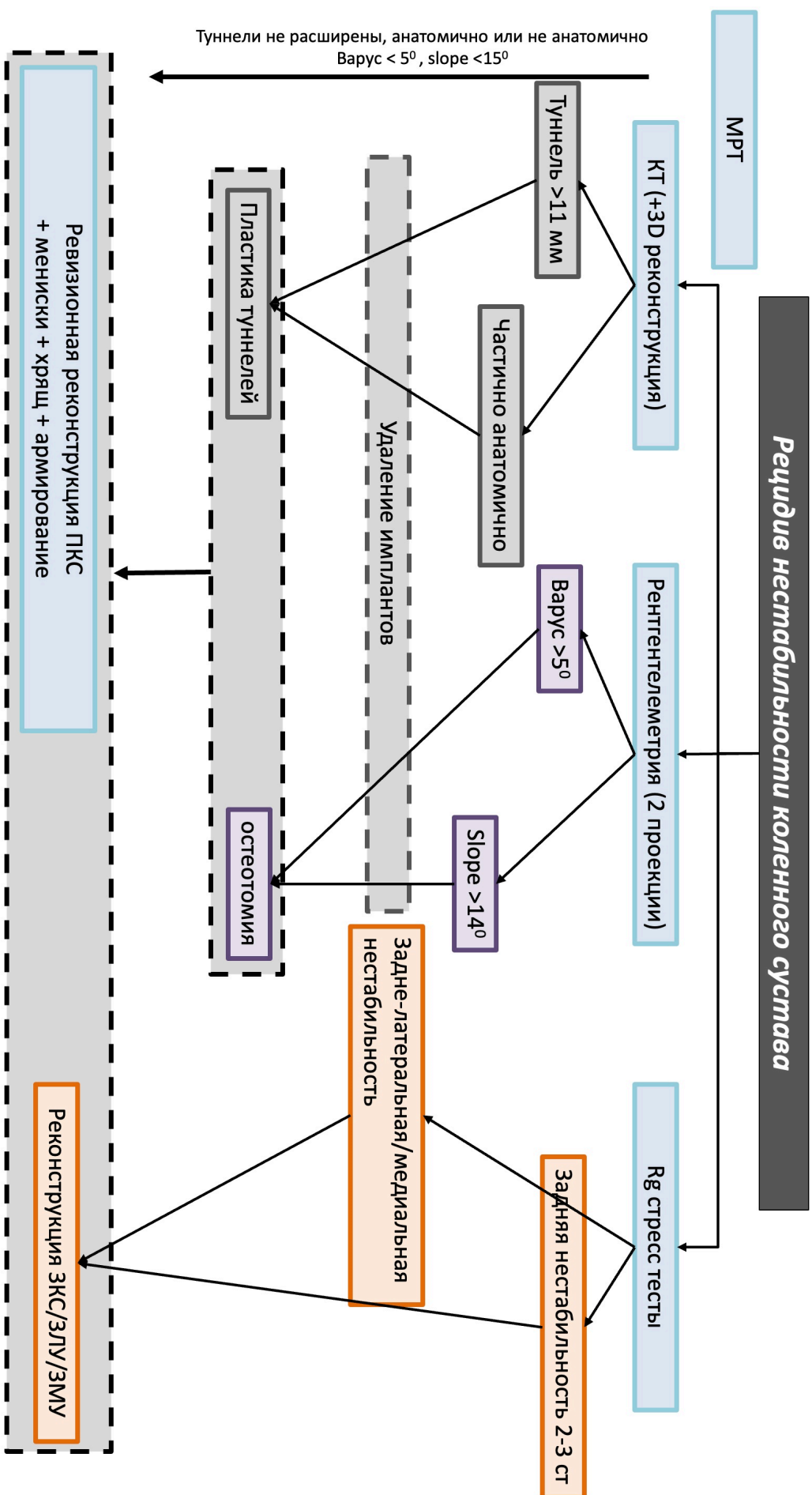


Рисунок 5.10 – Алгоритм хирургического лечения пациентов с РНКС

В случае планирования одноэтапной ревизионной реконструкции ПКС необходимо в предоперационном периоде оценить вид и степень нестабильности коленного сустава. При выявлении на стресс-рентгенограммах нестабильности во фронтальной плоскости необходимо выполнить реконструкцию структур ЗМССК или ЗЛССК, а при задней нестабильности – реконструкцию ЗКС. Выраженная ротационная нестабильность говорит о несостоятельности стабилизирующих структур в переднелатеральном отделе коленного сустава и/или отрыве корня латерального мениска. В первом случае требуется выполнение реконструкции ПЛС (патент на изобретение РФ №2734990), а при повреждении мениска – его прошивание и трансоссальная фиксация. Передняя нестабильность III степени может говорить о декомпенсации вторичных стабилизаторов – рампового разрыва медиального мениска и растяжении капсулы. В таком случае необходимо освежить область повреждения и выполнить шов. При наличии у пациента предикторов рецидива и низкого функционального результата, таких как возраст моложе 30 лет, высокий уровень повседневной физической нагрузки, гипермобильность крупных суставов, а также III степень прямой нестабильности, угол наклона мыщелков большеберцовой кости от 10 до 15° мы считаем необходимым выполнение аугментации трансплантата синтетической лентой. Помимо этого, необходимо оценить и быть готовым скорректировать глубокие травматические повреждения гиалинового хряща путем выполнения аутохондропластики (патент на изобретение РФ №2779465).

5.4. Резюме

В данной главе реализован третий этап диссертационного исследования. Первоначально, опираясь на данные, полученные в ходе первого и второго этапов работы, сформулирован диагностический подход к лечению пострадавших рассматриваемой категории. Оценены возможности и эффективность современных лучевых, функциональных и артроскопических методик диагностики для выявления факторов и критериев, влияющих на исход. Разработан алгоритм обследования пациентов с РНКС. Установлено, что

использование предложенного алгоритма, включающего стандартные и функциональные рентгенологические методики, телерентгенографию нижних конечностей, КТ (в том числе 3D реконструкции) и МРТ, позволяет выявить факторы, оказывающие негативное влияние на результат хирургического лечения, а также определить этапность и объем оперативного вмешательства.

Далее были разработаны собственные и усовершенствованы широко применяемые хирургические техники, позволяющие скорректировать факторы, ассоциированные с рецидивом патологии и низким функциональным результатом хирургического лечения пациентов с РНКС. Интеграция предложенных хирургических вмешательств в алгоритм обследования профильных больных позволила сформулировать системный подход к диагностике и дифференцированному хирургическому лечению. В качестве его практического применения разработана система хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава.

Таким образом, в ходе главы обобщены данные по лечению пострадавших с рецидивной нестабильностью коленного сустава. На их основе разработаны диагностический и хирургический подходы к лечению пациентов рассматриваемого профиля. Предложена дифференцированная тактика лечения. Реализованы вторая, четвертая и пятая задачи диссертационного исследования.

ГЛАВА 6. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Для реализации задач четвертого этапа исследования был проведен сравнительный анализ среднесрочных (от 1 года до 5 лет) и отдаленных (более 5 лет) анатомо-морфологических и клинико-функциональных результатов хирургического лечения больных основной группы и группы сравнения.

В основную группу вошли 114 пациентов, оперированных в клинике военной травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера по поводу РНКС, развившейся в результате разрыва аутотрансплантата ПКС или его функциональной несостоятельности, в лечении которых использовали разработанную тактику на основании предложенных диагностических, тактических и хирургических подходов к коррекции рассматриваемой патологии. Группу сравнения составили пациенты, оперированные по традиционной недифференцированной тактике.

Все пострадавшие основной (проспективной) группы были оперированы в клинике в период с 2018 по 2022 г. и обследованы лично автором на контрольных осмотрах. Наблюдение и оценку результатов лечения пациентов проводили аналогично предшествующим этапам исследования – по широко распространенным стандартным методикам обследования больных ортопедо-травматологического профиля (Хоминец В.В., 2023). Вошедшие в группу сравнения (ретроспективную) пациенты были оперированы в клинике ранее (с 2008 по 2017 г.). 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, телерентгенографию, КТ, МРТ), данные диагностического этапа артроскопии, карт ортопедических опросников и специальных шкал (IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist).

6.1. Общая характеристика пациентов сравниваемых групп

В обеих группах преобладали мужчины (таблица 6.1.). В основной их было 96 (84,2%), женщин – 18 (15,8%). В контрольной группе: мужчин – 98 (80,3%), женщин – 24 (19,7%).

Таблица 6.1 – Распределение пациентов в группах исследования по полу

Пол	Количество больных					
	Проспективная группа		Ретроспективная группа		Всего	
	n	%	n	%	n	%
Мужской	96	84,2	98	80,3	194	82,2
Женский	18	15,8	24	19,7	42	17,8
Итого	114	100,0	122	100,0	236	100,0

Примечание: * - p-value= 0,4358.

Все больные были трудоспособного возраста, причем в проспективной группе их возраст варьировал от 16 до 57, в ретроспективной – от 17 до 55 лет. Средний возраст пациентов в проспективной группе составил $26,2 \pm 8,8$ года, в ретроспективной – $31,4 \pm 9,4$ года ($p < 0,0001$). Распределение больных по группам и возрасту представлено в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Распределение пациентов по возрастным группам

Возраст, лет	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Всего	Уровень Р
До 20	29 (25,44%)	9 (7,38%)	38	0,0010
От 20 до 29	55 (48,25%)	58 (47,54%)	113	
От 30 до 39	15 (13,16%)	31 (25,41%)	46	
От 40 до 49	12 (10,53%)	17 (13,93%)	29	
Старше 50	3 (2,63%)	7 (5,74%)	10	

Следует отметить, что доля молодых пациентов (моложе 30 лет) в проспективной группе была выше, чем в ретроспективной группе (73,7% и 54,9% соответственно).

Проведя анализ профессиональной ориентации наших пациентов, мы установили схожие функциональные запросы в сравниваемых группах (таблица 6.3.)

Таблица 6.3. – Распределение пациентов в группах исследования по категориям вида деятельности

Вид деятельности	Количество пациентов					
	Проспективная группа		Ретроспективная группа		Всего	
	n	%	n	%	n	%
Военнослужащие	80	70,1	94	77	174	73,7
Физический труд	12	10,5	12	9,8	24	10,2
Спортсмены	5	4,4	4	3,3	9	3,8
Служащие	5	4,4	3	2,5	8	3,4
Учащиеся	10	8,8	6	4,9	16	6,8
Пенсионеры	2	1,8	3	2,5	5	2,1
Итого	114	100,0	122	100,0	236	100,0

Примечание: $p = 0,7508$.

Среди военнослужащих основной группы офицеров было 30 (37,5%), курсантов ВВУЗов – 33 (41,3%), военнослужащих по контракту – 15 (18,6%), по призыву – 2 (1,8%), в контрольной группе – 42 (44,7%), 35 (37,2%), 16 (17,1%) и 1 (1,0%) соответственно.

В третьей главе исследования, анализируя результаты лечения и физическую активность пациентов ретроспективной группы, мы установили, что военнослужащих с повышенными нагрузками (курсантов ВВУЗов, военнослужащих подразделений постоянной готовности, ВДВ, морской пехоты и специальных подразделений), людей занимающихся тяжелым физическим трудом и спортсменов целесообразно объединить в группу «повышенные физические

нагрузки». Таковых в проспективной группе было – 97 (85,1%), а в ретроспективной – 110 (90,2%), что говорит о схожем распределении больных по этому критерию в обеих группах ($p=0,2352$).

Таблица 6.4 – Распределение пациентов в группах исследования по частоте встречаемости неблагоприятных прогностических факторов

Показатель	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Всего	Уровень Р
Повышенные физические нагрузки	97 (85,1%)	110 (90,2%)	207	0,2352
Пациенты моложе 30 лет	84 (73,7%)	67 (54,9%)	151	0,0027
Гиперэластичность КСА	6 (5,3%)	11 (9,0%)	17	0,2651
Прочие пациенты	2 (1,8%)	5 (4,1%)	7	0,2888

Полужирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

Данные таблицы 6.4. свидетельствуют о значимой доле пациентов с повышенными физическими нагрузками (85,1% в проспективной и 90,2% в ретроспективной группах). Помимо этого, 6 (5,3%) больных основной группы и 11 (9,0%) пациентов группы сравнения имели сопутствующую гипермобильность всех суставов, а 73,7% и 54,9% больных соответственно были моложе 30 лет. Все это говорит о сопоставимости пациентов в рассматриваемых группах по факторам, оказывающим неблагоприятное воздействие на функциональные исходы хирургической стабилизации коленного сустава и необходимости тщательного предоперационного планирования и использования исчерпывающих хирургических подходов к лечению.

Таким образом, в ходе анализа общей характеристики пациентов проспективной и ретроспективной групп и сопоставления их по полу, возрасту, уровню физической активности и факторам, отрицательно влияющим на функциональный исход, статистически значимых различий не выявлено ($p>0,05$). В этой связи посчитали возможным проанализировать и сравнить результаты

лечения в группах в зависимости от примененной хирургической тактики и сформулировать соответствующие выводы.

6.2. Анализ результатов предоперационного обследования пациентов проспективной группы

6.2.1. Анализ жалоб и истории заболевания

При изучении жалоб у пациентов проспективной группы были зафиксированы основные: чувство неустойчивости (нестабильность, подвывих) у 97 (85,1%), боль – у 80 (70,2%), отечность (припухлость) – у 78 (68,4%), ограничение движений – у 35 (30,7%) обследованных. Результаты сравнения с жалобами, выявленными у больных ретроспективной группы, представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Распределение пациентов в группах исследования по предъявляемым жалобам

Жалобы		Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Уровень Р
Боль	в покое	9 (7,9%)	16 (13,1%)	0,1929
	в быту	70 (61,4%)	79 (64,8%)	0,5939
	при физ. нагрузке	80 (70,2%)	89 (72,9%)	0,6365
Неустойчивость	в быту	62 (54,4%)	69 (56,6%)	0,7373
	при физ. нагрузке	97 (85,1%)	103 (84,4%)	0,8877
Отечность	всегда	2 (1,8%)	3 (2,5%)	0,7072
	после бытовой нагрузки	34 (29,8%)	39 (32,0%)	0,7219
	после физ. нагрузки	78 (68,4%)	91 (74,6%)	0,2936
Ограничение движений	контрактура	35 (85,4%)	35 (81,4%)	0,6255
	блокады	6 (14,6%)	8 (18,6%)	

При анализе причин развития рецидивной нестабильности и необходимости обращения за медицинской помощью в обеих группах выявлено превалирование повторной травмы (таблица 6.6.).

Таблица 6.6 – Распределение пациентов в группах исследования в зависимости от характера травмы

Характер травмы	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (N=122)	Всего	Уровень Р
Бытовая	24 (21,05%)	21 (17,21%)	45	0,5852
Спортивная	32 (28,07%)	37 (30,33%)	69	
При специальных видах деятельности	24 (21,05%)	20 (16,39%)	44	
Не было	34 (29,82%)	44 (36,07%)	78	

В проспективной группе травмированных было 80 (70,2%), а в группе сравнения – 78 (64,0%). На нестабильность, развившуюся без значимой травмы, пожаловались 34 (29,8%) больных в основной группе и 44 (36,1%) в ретроспективной группе. При анализе сроков обращения за медицинской помощью с момента первичной операции у пациентов сравниваемых групп мы не получили значимых различий, однако в проспективной группе он был несколько выше и составил 2,8 года ($32,94 \pm 7,01$ мес.), тогда как в группе сравнения – 2,3 года ($26,12 \pm 6,91$ мес.) ($p < 0,0001$). Для выявления причин такого распределения мы провели сравнительный анализ применяемых техник первичной стабилизации у пациентов сравниваемых групп (таблица 6.7).

Таблица 6.7 – Распределение пациентов в группах исследования в зависимости от применяемых техник первичной стабилизации

Техника первичной реконструкции	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Всего	Уровень Р
Транстибиальная	11 (9,65%)	45 (36,89%)	56	<0,0001
Анатомичная транспортальная	50 (43,86%)	52 (42,62%)	102	
«Все внутри»	53 (46,49%)	25 (20,49%)	78	

Данные таблицы четко показывают изменения предпочтений хирургов в техниках первичной стабилизации. Транстибиальную технику в проспективной группе зафиксировали лишь в 9,6%, тогда как в ретроспективной более трети пациентов (36,9%) были оперированы при ее использовании. В основной группе главенствующее место заняли анатомичные операции – транспортальная и «все внутри»: 43,9% и 46,5% соответственно. Аналогичное распределение в группе сравнения: 42,6% и 20,5%. Результаты анализа предоперационного обследования пациентов основной группы в зависимости от вида применяемого трансплантата приведены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Распределение пациентов проспективной группы в зависимости от техники первичной реконструкции ПКС и вида используемого трансплантата

Вид трансплантата	Техника первичной реконструкции			Всего	Уровень Р
	Транстибиальная (n=11)	Анатомичная транспортальная (n=50)	«Все внутри», (n=53)		
ВТВ	6 (54,5%)	16 (32,0%)	(0,0%)	22	<0,0001
ST-G	3 (27,3%)	25 (50,0%)	10 (18,9%)	38	
ST (4 пучка)	(0,0%)	(0,0%)	38 (71,7%)	38	
QT	1 (9,1%)	3 (6,0%)	1 (1,9%)	5	
PL	(0,0%)	4 (8,0%)	4 (7,5%)	8	
Другие	1 (9,1%)	2 (4,0%)	(0,0%)	3	

Виды трансплантатов: ВТВ – центральная треть связки надколенника с костными блоками из надколенника и бугристости большеберцовой кости; ST-G – сухожилия полусухожильной и нежной мышц; ST – сухожилие полусухожильной мышцы; QT – центральная часть сухожилия четырехглавой мышцы бедра; PL – сухожилие длинной малоберцовой мышцы.

Предпочтение более анатомичных техник повлияло на уменьшение доли жалоб на боль у пациентов основной группы перед ревизионной операцией, особенно возникающую в покое (таблица 6.5). Также эта тенденция снизила долю развития рецидивной нестабильности без травмирующего фактора с 36,1% в ретроспективной группе до 29,8% в проспективной (таблица 6.9).

Таблица 6.9 – Распределение пациентов проспективной группы в зависимости от состояния трансплантата и характера травмы

Характер травмы	Состояние трансплантата			Всего	Уровень Р
	Лизирован (N=14)	Функционально несостоятелен (N=29)	Разорван (N=71)		
Бытовая	3 (21,4%)	5 (17,2%)	16 (22,5%)	24	0,9087
Спортивная	4 (28,6%)	6 (20,7%)	22 (31,0%)	32	
Спец деятельность	3 (21,4%)	7 (24,1%)	14 (19,7%)	24	
Не было	4 (28,6%)	11 (37,9%)	19 (26,8%)	34	

Помимо этого, такое распределение привело к увеличению доли пациентов, у которых нестабильность развилась вследствие разрыва аутооттрансплантата: 62,3% – в проспективной группе и 49,1% – в группе сравнения, а не в результате его функциональной несостоятельности – 25,4% и 32,0% или лизиса – 12,3% и 18,9% соответственно (таблица 6.10.).

Таблица 6.10 – Распределение пациентов проспективной группы в зависимости от состояния трансплантата ПКС и техники первичной реконструкции

Техника реконструкции	Состояние трансплантата			Всего	Уровень Р
	Лизирован (N=14)	Функционально несостоятелен (N=29)	Разорван (N=71)		
Транстибиальная	2 (14,3%)	8 (27,6%)	1 (1,4%)	11	0,0009
Анатомичная транспортальная	8 (57,1%)	11 (37,9%)	31 (43,7%)	50	
«Все внутри»	4 (28,6%)	10 (34,5%)	39 (54,9%)	53	

Данные таблицы 6.10. демонстрируют чрезвычайную важность и необходимость принципиального соблюдения анатомичности при реконструкции ПКС и купировании развившейся нестабильности коленного сустава, особенно при рецидивном и выраженном ее характере.

6.2.2. Анализ объективных данных

При обследовании пациентов проспективной группы пристальное внимание уделяли не только выявлению симптомов нестабильности в сагиттальной плоскости («передний и задний выдвижные ящики», тест Лахмана), но и нестабильности во фронтальной плоскости (варус-, вальгус-стресс тесты), а также ротационному компоненту (тест Лози, симптом «циферблата часов»), которые могут говорить о многонаправленной нестабильности или декомпенсации синергистов ПКС, что, в свою очередь, может обуславливать необходимость расширения оперативного пособия (таблица 6.11.).

Таблица 6.11 – Распределение пациентов проспективной группы по выявленным признакам нестабильности

Симптом		Количество пациентов			
		n		%	
«Передний выдвижной ящик»		89		78,1	
Тест Лахмана		102		89,5	
Тест Лози (воспроизведение «pivot-shift» феномена)	+	82	12	72,0	10,5
	++		38		33,4
	+++		32		28,1
«Задний выдвижной ящик»		9		7,9	
Варус-стресс тест		5		4,3	
Вальгус-стресс тест		6		5,2	
Наружный ротационно-рекурвационный тест		7		6,1	
«Циферблат часов»		5		4,3	
Оценка гиперэластичности		6		5,3	

Так же как и у пациентов ретроспективной группы, наибольшую ценность в выявлении патологии показал тест Лахмана, достигая 89,5% у пациентов проспективной группы. Однако наибольший интерес с диагностической и хирургической точек зрения имели положительные симптомы многонаправленной нестабильности: «задний выдвижной ящик» у 9 (7,9%) пострадавших, выявляемый как при несостоятельности ЗКС, так и при задних

медиального и латерального комплексов (ЗМССК, ЗЛССК). Предположить повреждения нескольких стабилизирующих структур возможно при помощи наружного ротационно-рекурвационного теста, выявленного у 7 (6,1%) и симптома «циферблата часов» – у 5 (4,3%) пациентов. Дифференцировать мультилигаментарные повреждения целесообразно при помощи определения стабильности во фронтальной плоскости: варус-стресс тест, выявленный у 5 (4,3%) обследуемых основной группы, вальгус-стресс тест – у 6 (5,2%) больных. Выраженный ротационный компонент нестабильности, проявлявшийся в резко положительном тесте Лози (++++) зафиксировали у 32 (28,1%) пациентов.

6.2.3. Анализ результатов инструментальных методов обследования

Пациентов основной группы обследовали в соответствии с разработанным алгоритмом (рисунок 5.1). На догоспитальном этапе или, при отсутствии технической возможности, при поступлении в клинику выполняли рентгенограммы в стандартных проекциях и функциональные (в том числе стресс-рентгенограммы в сагиттальной и фронтальной плоскостях), КТ (с обязательной 3D-реконструкцией сочленяющихся костей), МРТ, телерентгенографию в двух проекциях. Указанные исследования были выполнены 100% пациентам проспективной группы.

Рентгенологическое обследование

Основные цели выполнения рентгенографии в стандартных проекциях: определить тип и положение используемых фиксаторов при предыдущей операции, оценить (предварительно) размер и анатомичность костных туннелей, а также выраженность дегенеративно-дистрофических изменений в суставе.

У пациентов основной группы для фиксации трансплантата ПКС при первичной реконструкции наиболее часто хирурги использовали подвешивающие системы (кортикальные пуговицы). Их наличие мы отметили в 78,1% наблюдений при фиксации трансплантата в бедренной кости, и в 65,7% – в большеберцовой (таблица 6.12).

Таблица 6.12 – Распределение пациентов в группах исследования в зависимости от применяемых фиксаторов трансплантата ПКС при первичной реконструкции и их локализации

Фиксатор	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Всего	Уровень Р
Бедренная кость				
Интерферентный винт	16 (14,0%)	56 (45,9%)	72	<0,0001
Кортикальная пуговица	89 (78,1%)	41 (33,6%)	130	
Пины	5 (4,4%)	21 (17,2%)	26	
Якорный винт + проволока	1 (0,9%)	3 (2,5%)	4	
Другие	3 (2,6%)	1 (0,8%)	4	
Большеберцовая кость				
Интерферентный винт	32 (28,1%)	77 (63,1%)	109	<0,0001
Кортикальная пуговица	75 (65,8%)	26 (21,3%)	101	
Якорный винт + проволока	6 (5,3%)	17 (13,9%)	23	
Другие	1 (0,9%)	2 (1,6%)	3	

Вместе со сменой парадигмы выбора хирургических техник формирования туннелей в сторону анатомичных произошло изменение предпочтений хирургов и в выборе трансплантатов в сторону мягкотканых – более простых при заборе, подготовке и формировании, показывающих сопоставимые результаты, а по некоторым критериям («уровень болевого синдрома» и «уровень физической активности») даже превосходящие таковые из центральной трети связки надколенника (MARS Group, Wright R.W. et al., 2021) и, как следствие, способов их фиксации – кортикальные пуговицы с подвешивающей системой вместо интерферентных винтов.

Проводя функциональное рентгенологическое исследование в сагиттальной плоскости, направленное на определение степени передней нестабильности, использовали разработанную методику, описанную во 2 главе настоящего

исследования. Среднее значение описываемого критерия оказалось сопоставимо с таковым в группе сравнения ($8,9 \pm 4,3$ мм и $8,7 \pm 3,7$ мм соответственно).

Аналогично ретроспективной группе у пациентов основной группы при предоперационном определении выраженности нестабильности не было выявлено I степени, а распределение между II и III степенями произошло почти равномерно (52,6% и 47,4%), что говорит о необходимости более детального обследования данных пациентов с использованием разработанного алгоритма для выявления причин выраженной нестабильности в виде повреждения или декомпенсации вторичных стабилизаторов и синергистов ПКС, и, как следствие, планирования адекватного объема хирургического вмешательства (таблица 6.13).

Таблица 6.13 – Распределение пациентов сравниваемых групп по степени нестабильности коленного сустава до выполнения ревизионной операции

Степень нестабильности	Основная группа (n=114)	Группа сравнения (n=122)	Всего	Уровень Р
I ст.	–	–	–	0,9207
II ст.	60 (52,6%)	65 (53,3%)	125	
III ст.	54 (47,4%)	57 (46,7%)	111	

При объективном обследовании у 11 (9,6%) пациентов основной группы были выявлены положительные симптомы нестабильности во фронтальной плоскости: варус-стресс тест – у 5 (4,3%) обследуемых, вальгус-стресс тест – у 6 (5,2%). Эти данные обусловили направление пациентов на рентгенологическое обследование на предмет целостности коллатеральных структур и доказали их функциональную несостоятельность, тем самым обосновав расширение хирургической тактики.

Проанализировав стабильность во фронтальной и сагиттальной плоскостях и сопоставив их с данными объективного обследования, мы установили, что у всех пациентов с симультантными латеральной (n=5; 4,3%) или медиальной (n=6; 5,2%) и прямой нестабильностью III степени были положительными наружный ротационно-рекурвационный тест (n=7; 6,1%) и симптом «циферблата часов»

(n=5; 4,3%), что говорит о несостоятельности задних стабилизирующих комплексов у 5 (4,3%) больных: ЗЛССК – у 3 (2,6%) и ЗМССК – у 2 (1,7%) обследуемых. Эти данные побудили хирургов на основании предложенного хирургического подхода прибегнуть к реконструкции вышеописанных структур.

Телерентгенография нижних конечностей

Установив на втором этапе настоящего исследования чрезвычайную значимость правильного анатомического взаимоотношения бедренной и большеберцовой костей и влияние на результат лечения значения бедренно-большеберцового угла, а также определив корреляцию наклона тибиального плато кзади и частоты рецидивов нестабильности, мы включили телерентгенографическое исследование в алгоритм предоперационного обследования пациентов с РНКС и выполняли его рутинно пациентам основной группы.

В прямой проекции на телерентгенограмме определяли положение линии Микулича (механической оси нижней конечности), бедренно-большеберцовый угол (в норме равный 3–5° вальгуса), анатомический дистальный феморо-латеральный угол, анатомический проксимальный тибео-медиальный угол (в норме равные $87 \pm 3^\circ$) и горизонтальную линию коленного сустава (Орлянский В. с соавт., 2020).

Среднее значение бедренно-большеберцового угла находилось в пределах 3° вальгуса и 5° варуса. У 7 (6,1%) пациентов варусная деформация на уровне коленного сустава была симметричной с контралатеральной конечностью, что было расценено нами как конституционный варус и норма для конкретных больных. Одностороннюю деформацию, превышающую 5°, выявили у 15 (13,2%) обследованных, что потребовало выполнение высокой вальгизирующей остеотомии большеберцовой кости. В сагиттальной плоскости оценивали наклон тибиального плато кзади. У абсолютного большинства пациентов основной группы данный показатель находился в пределах нормы (не превышал 10°), однако у 12 (10,5%) больных выявлена патологическая деформация (таблица 6.14).

Таблица 6.14 – Распределение пациентов проспективной группы в зависимости от значения бедренно-большеберцового угла и наклона тиббиального плато кзади

Наклон тибиаьного плато кзади, град.	Бедренно-большеберцовый угол (отклонение от нормы), град.						Итого	
	0–5		6–10		11–15			
	n	%	n	%	n	%	n	%
Менее 10	96	84,2	3	2,6	3	2,6	102	89,4
10–14	2	1,8	4	3,5	2	1,8	8	7,1
Более 14	1	0,9	2	1,8	1	0,9	4	3,5
Итого	99	86,9	9	7,9	6	5,3	114	100,0

Компьютерная томография

Проведя анализ результатов предоперационной КТ у пациентов основной группы, мы получили данные об анатомичности положения внутрисуставных апертур, их размера и наличия внутрикостных кист. На основании этих сведений реализовывали тактический подход к выбору хирургической тактики и количеству этапов лечения.

Ввиду изменения парадигмы в использовании анатомичных техник реконструкции (транспортальная и «все внутри») доля некорректно расположенных внутрисуставных апертур уменьшилась в ретроспективной группе с 43,4% (n=53) до 29,8% (n=34) в проспективной группе: (14,9% (n=17) в бедренной кости; 7,0% (n=8) в большеберцовой; 7,9% (n=9) – одновременно в обеих костях). Следует отметить, что по этой же причине появилась доля пациентов с частично анатомичным положением внутрисуставных апертур (n=9; 7,9%), не позволяющим использовать туннели повторно или выполнить ревизионную реконструкцию «по типу первичной». Единственным выходом из складывающейся ситуации является использование костной пластики. Более подробно варианты пластического замещения костных туннелей и технические аспекты операций описаны в главе 4 настоящего исследования.

Помимо частично анатомичного положения апертур туннелей, заставить

прибегнуть к двухэтапной тактике могут критично расширенные туннели на протяжении или их внутрисуставные апертуры. У пациентов основной группы мы зафиксировали увеличение апертур туннелей (по сравнению с данными первичной операции) в 45 (39,5%) наблюдениях. Причем большинство из них локализовались в бедренной кости и носили воронкообразный характер ($n=27$; 23,7%), тогда как в большеберцовой кости у 18 (15,8%) больных. В обеих костях увеличенные костные туннели выявлены лишь у 3 (2,6%) наблюдаемых. У пациентов проспективной группы медианный размер туннелей составил 9,0 [8,0; 12,0] мм.

Такое распределение возникло ввиду применения мягкотканых трансплантатов с фиксацией на подвешивающих системах и ранней «агрессивной» реабилитацией, начинающейся до срока остеоинтеграции (инкорпорации) трансплантата (менее 6 недель с момента операции).

а наш взгляд, пассивные движения в суставе стоит начинать на сроке не менее 4 недель с момента операции (формирование первичного рубца между трансплантатом и стенкой туннеля для профилактики эффекта «стеклоочистителя»), а активные не раньше 6 недель – периода снижения уровня провоспалительных ферментов в синовиальной жидкости (для предупреждения эффекта «синовиальной ванны»).

Следует отметить, что не все выявленные расширения костных туннелей имели клиническое значение, однако к костной пластике, когда первым этапом восполняли дефект костной ткани, пришлось прибегнуть у 23 (20,2%) пациентов. Всего же двум хирургическим этапам подвергли 32 (28,1%) больных.

Такая значимая доля двухэтапного лечения обусловлена несколькими факторами: необходимостью корректировать деформацию проксимального метаэпифиза большеберцовой кости путем выполнения ее остеотомии и дополненную костной пластикой туннелей; желанием хирургов выполнить максимально корректную реконструкцию, соответствующую принципам анатомичности и не допускающую компромиссов во внутрисуставном ориентировании трансплантата ПКС при ревизионном вмешательстве, а также

повреждение нескольких стабилизирующих структур.

Магнитно-резонансная томография

У пациентов проспективной группы не было выявлено противопоказаний к выполнению МРТ. Исследование выполняли 100% (n=114) пациентов, но отметим, что в 7 (6,1%) случаях первоначально выполнили удаление фиксирующей конструкции, в частности – якорного винта с проволокой.

Основными задачами МРТ считали: возможность визуализации трансплантата ПКС, его структурированность, целостность, натяжение и степень разволокнения; оценку (прежде всего анатомическую целостность) синергистов ПКС и вторичных стабилизаторов (задний отдел медиального и корень латерального менисков, ПЛС); других анатомических связочных структур (ЗКС, МКС, ЛКС, ЗМССК, ЗЛССК), а также наличие повреждений гиалинового хряща их степень и локализацию (таблицы 6.15–6.17).

Таблица 6.15 – Структура повреждений связочного аппарата у пациентов сравниваемых группы

МР-картина повреждений связочного аппарата	Проспективная группа (n=15)	Ретроспективная группа (n=23)	Всего	Уровень Р
ЗКС	4 (26,7%)	7 (30,4%)	11	0,1439
ПЛС	(0,0%)	8 (34,8%)	8	
МКС	3 (20,0%)	2 (8,7%)	5	
ЛКС	3 (20,0%)	3 (13,0%)	6	
ЗМССК	2 (13,3%)	1 (4,3%)	3	
ЗЛССК	3 (20,0%)	2 (8,7%)	5	

Таблица 6.16 – Структура повреждений менисков у пациентов сравниваемых группы

МР-картина повреждений менисков	Проспективная группа, (N=96)	Ретроспективная группа, (N=98)	Всего	Уровень Р
Медиальный мениск	41 (42,7%)	42 (42,9%)	83	0,9507
Латеральный мениск	20 (20,8%)	22 (22,4%)	42	
Оба мениска	35 (36,5%)	34 (34,7%)	69	

Таблица 6.17 – Структура повреждений гиалинового хряща у пациентов
сравниваемых группы

МР-картина повреждений гиалинового хряща	Проспективная группа, (N=114)	Ретроспективная группа, (N=122)	Всего	Уровень Р
<i>Медиальный отдел</i>				
Бедренная кость	82 (71,9%)	86 (70,5%)	168	0,8074
Б/берцовая кость	34 (29,8%)	34 (27,9%)	68	0,7403
<i>Латеральный отдел</i>				
Бедренная кость	10 (8,8%)	10 (8,2%)	20	0,8740
Б/берцовая кость	9 (7,9%)	9 (7,4%)	18	0,8810
Пателло-фemorальный отдел	7 (6,1%)	9 (7,4%)	16	0,7063

Проводя анализ данных, полученных при предоперационном обследовании пациентов основной группы, особое внимание уделяли показателям, выявленным в ходе первого этапа настоящей работы и оказывающим влияние на результат лечения, таким как разрыв рампы медиального и отрыв корня латерального менисков, мультилигаментарные повреждения (сочетанный разрыв ПКС и ЗКС, коллатеральных связок, ЗМССК, ЗЛССК), глубокое повреждение гиалинового хряща в медиальном отделе сустава, выраженная передняя и ротационная нестабильность, деформация проксимального отдела большеберцовой кости. С целью корректного сравнения разработанной хирургической тактики при сравнительном анализе использовали аналогичные показатели пациентов группы сравнения (таблица 6.18).

При анализе данных таблицы 6.18 обращает на себя внимание некоторое увеличение у пациентов основной группы доли рамповых разрывов медиального (с 19,7% в группе сравнения до 23,7% в основной группе) и отрыва корня латерального (с 12,3% до 16,7% соответственно) менисков, а также разрывов ЗМССК (с 0,8% до 1,7%) и ЗЛССК (с 1,6% до 2,6%). По нашему мнению, это произошло за счет изменения диагностического подхода к лечению и целенаправленному выявлению данных повреждений. Это подтверждается снижением в основной группе сочетанных повреждений с разрывом ЗКС с 5,7% в

группе сравнения до 3,5% в основной, но статистически значимых данных мы не получили, что говорит об однородности рассматриваемых групп.

Таблица 6.18 – Распределение пациентов сравниваемых групп по факторам, оказывающим негативное влияние на результат лечения

Фактор	Количество пациентов			
	Проспективная группа		Ретроспективная группа	
	n	%	n	%
Разрыв рампы медиального мениска	27	23,7	24	19,7
Отрыв корня латерального мениска	19	16,7	15	12,3
Дефект гиалинового хряща	26	22,8	32	26,2
Разрыв ЗКС	4	3,5	7	5,7
Разрыв МКС	3	2,6	2	1,6
Разрыв ЗМССК	2	1,7	1	0,8
Разрыв ЛКС	3	2,6	3	2,5
Разрыв ЗЛССК	3	2,6	2	1,6
Нестабильность III степени	54	47,4	57	46,7
Тест Лози +++	32	28,1	47	38,5
Варусная деформация на уровне коленного сустава более 5°	12	10,5	5	4,1
Наклон тибиаляного плато кзади более 14°	3	2,6	2	1,6

Таким образом, при сравнительном анализе пациентов сформированных групп и сопоставлении их по объективным проявлениям нестабильности, рентгенологическим и функциональным методам обследования, КТ, МРТ статистически значимых различий не зафиксировано. С целью реализации семи задачи настоящего исследования посчитали целесообразным сравнить результаты хирургического лечения пациентов, оперированных с использованием традиционной хирургической тактики и больных, при лечении которых применяли разработанные диагностические, хирургические и тактические подходы к лечению рассматриваемой патологии.

6.2.4. Анализ предоперационной оценки функции коленного сустава у пациентов основной группы по стандартизированным шкалам

Все больные, оперированные в период с 2018 по 2022 год, при поступлении в клинику заполняли специализированные ортопедические опросники IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist (таблица 6.19).

Таблица 6.19 – Результаты функционального состояния коленного сустава у пациентов проспективной группы в предоперационном периоде, оцененные при помощи функциональных шкал

Статистический показатель	Шкала	
	IKDC 2000	Lysholm-Gillquist
M (SD)	64,48 ± 12,27	62,86 ± 12,32
Me [Q1; Q3]	66,00 [57,00; 75,00]	66,50 [50,75; 72,75]
min	40	39
max	84	83

Анализ полученных результатов показал низкий функциональный уровень поврежденного коленного сустава, который соответствует неудовлетворительным результатам и не может устроить пациентов, лишняя раз обосновывая необходимость в выполнении оперативного вмешательства.

В дальнейшем, при оценке результатов хирургического лечения, эти данные использовали для сравнения эффективности предложенных подходов.

6.3. Анализ хирургического лечения пациентов основной группы

6.3.1. Диагностический этап артроскопии

С целью уточнения и анализа повреждений, выявленных при помощи дополнительных методов исследования, а также диагностики и визуализации трансплантата ПКС, апертур костных туннелей, гиалинового хряща опорных поверхностей мыщелков бедренной и большеберцовой костей, бедренно-надколенникового сочленения – первым этапом выполняли артроскопическую

ревизию полости коленного сустава. Этот метод диагностики считали максимально точным и только после него утверждали ранее намеченный план хирургического вмешательства.

Проводя анализ предоперационного обследования пациентов (объективные данные; рентгенологические методы, в том числе функциональные тесты; МРТ, КТ) и диагностического этапа артроскопии в качестве контроля, мы не получили значимых расхождений в определении целостности трансплантата и его функциональной состоятельности; положения и степени расширения внутрисуставных апертур костных туннелей; типа, наличия и положения фиксаторов от предыдущих вмешательств; наличия, типа и локализации разрывов менисков; сопутствующих мультилигаментарных повреждений, что уверенно доказывает адекватность и самодостаточность предложенного алгоритма диагностики, базирующегося на предложенных диагностических подходах к лечению пациентов рассматриваемой патологии.

В отличие от ретроспективной группы у пациентов основной группы не выявлены неточности в определении типа и локализации разрывов менисков. Так, в 76 (66,7%) наблюдениях зафиксированы повреждения медиального мениска, причем у 42 (34,4%) больных изолированные, а у 34 (27,9%) – совместно с латеральным. Изолированно латеральный мениск был разорван у 22 (18,0%) пациентов проспективной группы. Тактически значимые, оказывающие негативное влияние на результат лечения и требующие дополнительных хирургических пособий (шов или трансоссальная рефиксация) разрывы рампы и отрыв корня латерального менисков зафиксированы у 27 (23,7%) и 19 (16,7%) пациентов соответственно.

Расхождения с заключениями МРТ, которые нам удалось выявить, заключались в неточности определения глубины повреждения гиалинового хряща. Они не носили систематического характера и лишь в 3 (2,6%) наблюдениях заставили изменить план операции, дополнив его остеоперфоративной хондропластикой опорной поверхности медиального мыщелка бедренной кости.

6.3.2. Структура оперативных вмешательств

Реализуя предложенный диагностический подход в лечении пациентов с РНКС при выполнении телерентгенографии нижних конечностей у больных основной группы, выявили необходимость корректировать деформацию проксимального метаэпифиза у 16 (14,0%) пациентов. Также в связи с необходимостью соблюдения максимальной анатомичности при выборе положения внутрисуставных апертур костных туннелей при ревизионных операциях и в связи с использованием анатомичных техник при выполнении первичной пластики ПКС у значимой доли пациентов (n=9; 7,9%) были зафиксированы расположенные частично анатомично апертуры костных туннелей, а еще в 14 (12,3%) наблюдениях отметили технически значимое их расширение.

Реализуя предложенный тактический подход к лечению пациентов рассматриваемой категории, у 32 (28,1%) пострадавших потребовалось прибегнуть к двухэтапной тактике лечения, в соответствии с которой первым этапом выполнили высокую остеотомию большеберцовой кости и/или пластику расширенных либо некорректно расположенных внутрисуставных апертур костных туннелей.

Высокие клиновидные остеотомии выполняли 16 (14,0%) пациентам основной группы и 6 (5,3%) пациентам группы сравнения, различия являлись статистически значимыми ($p = 0,0163$). Пациентам основной группы первым этапом были произведены высокие клиновидные вальгизирующая открывающаяся (n=12; 10,5%) и дефлексионная закрывающаяся (n=4; 3,5%) остеотомии большеберцовой кости. Стоит отметить, что среди первой группы операций коррекция сугубо во фронтальной плоскости (устранение варуса) потребовалась 6 (5,3%) пациентам. Столько же операций в этой группе выполнено пациентам с деформацией в двух плоскостях (n=6; 5,3%), но наклон тиббиального плато кзади у них не превышал 15° , что позволило осуществить коррекцию в сагиттальной плоскости путем использования опорного трехкортикального костного блока из гребня подвздошной кости и позиционирования его в

заднемедиальном отделе остеотомии. Из дефлексионно-закрывающихся остеотомий бипланарные (устранение варусной деформации и наклона тибиального плато кзади более 15°) выполнены в 3 (2,6%), и лишь в 1 (0,9%) наблюдении осуществили коррекцию деформации мыщелков большеберцовой кости в сагиттальной плоскости.

У всех пациентов при выполнении остеотомии ($n=16$; 14,0%) дополняли ее пластикой костных туннелей. Стоит отметить, что у 4 (3,5%) больных, подвергшимся симультанным операциям, костные туннели явились критично расширенными, а еще у 3 (2,6%) обследуемых внутрисуставные апертуры располагались частично анатомично. Помимо этого, изолированную пластику костных туннелей первым этапом выполнили 16 (14,0%) пациентам: в 10 (8,8%) наблюдениях по поводу их критичного расширения ($n=8$; 7,0% в бедренной кости и $n=2$; 1,8% в большеберцовой), а в 6 (5,3%) случаях – по поводу частично анатомичного положения апертур ($n=4$; 3,5% в бедренной кости и $n=2$; 1,8% в большеберцовой).

Таблица 6.20 – Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от количества этапов лечения

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

Таблица 6.21 – Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от вида остеотомии большеберцовой кости

Остеотомия б/берцовой кости (высокая клиновидная)	Проспективная группа (N=16)	Ретроспективная группа (N=6)	Всего	Уровень Р
Вальгизирующая открывающаяся	12 (75,0%)	5 (83,3%)	17	0,6779
Дефлексионная закрывающаяся	4 (25,0%)	1 (16,7%)	5	

Таблица 6.22 – Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от пластики измененных костных туннелей

Пластика измененных костных туннелей	Проспективная группа (N=23)	Ретроспективная группа (N=9)	Всего	Уровень Р
Расширенных	14 (60,9%)	9 (100,0%)	23	0,0269
Расположенных частично анатомично	9 (39,1%)	(0,0%)	9	

Данные таблицы 6.20 отчетливо демонстрируют изменение тактического подхода к лечению пациентов рассматриваемого профиля. Так, в основной группе двухэтапную тактику использовали у 28,1% пациентов, тогда как в группе сравнения лишь у 12,3%. Доля высоких вальгизирующих остеотомий в общей группе пациентов увеличилась с 4,1% в группе сравнения до 10,5% в основной, дефлексионных – с 0,8% до 3,5% соответственно (таблица 6.21).

Помимо этого, необходимость в пластике расширенных костных туннелей возросла с 7,4% в группе сравнения до 12,3% в основной группе (таблица 6.22). Последнее, как указывалось выше, произошло вследствие использования хирургами при первичных реконструкциях анатомичных техник, в результате которых удастся более точно и анатомично позиционировать апертуры костных туннелей и тем самым получить более нагружаемый и «работающий» трансплантат ПКС, который, в свою очередь, при субкритических нагрузках, выполняя стабилизирующую функцию, механически воздействует на передненижний сектор внутрисуставной апертуры бедренной и/или задне-латеральный сектор большеберцовой костей и тем самым расширяет их.

Анализируя хирургический подход к лечению пациентов основной группы (количество симультанно восстановленных мультилигаментарных повреждений и синергистов ПКС), мы получили данные, представленные в таблице 6.23.

При сравнении двух групп пациентов явные различия произошли в доли экстраартикулярного армирования (реконструкция ПЛС и выполнение илиотибиального тенодеза) с 10,7% в группе сравнения до 29,8% в основной группе (таблица 6.24).

Таблица 6.23 – Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от структуры оперативных вмешательств (хирургического подхода к лечению)

Вид реконструкции	Проспективная группа, (N=114)	Ретроспективная группа, (N=122)	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

Таблица 6.24 – Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от вида экстра-артрикулярного армирования

Вид экстра-артрикулярного армирования	Проспективная группа (N=34)	Ретроспективная группа (N=13)	Уровень Р
ПЛС	21 (61,8%)	8 (61,5%)	0,9886
Илио-тибиальный тенодез	13 (38,2%)	5 (38,5%)	

Такое изменение объясняется появлением новых сведений об анатомии и функции синергистов ПКС, а именно корня латерального мениска, непосредственно ПЛС и стремлением хирургов выполнить максимально надежную операцию при выявленных факторах, оказывающих негативное влияние на исход лечения и невозможности их скорректировать: наклон тиббиального плато кзади от 10 до 15°, но при нормальной механической оси нижней конечности; выраженная гиперэластичность капсуло-связочного аппарата; невозможность выполнить фиксацию корня латерального мениска; повышенные физические нагрузки и молодой возраст пациентов.

Однако стоит отметить, что в подобных случаях у хирургов всегда возникает дилемма между повышенной надежностью операции, позволяющей рассчитывать на отсутствие рецидива патологии, остаточного или ротационного компонентов нестабильности, на раннее восстановление в послеоперационном периоде, и последствиями повреждений тканей донорской области, нередко вызывающими стойкий болевой синдром и негативно влияющими на функцию конечности в

целом (Greiner S. et al., 2024; Maginnis C. et al., 2024). В этой связи некоторым пациентам выполняли аугментацию аутооттрансплантата ПКС синтетической лентой. Такой способ повышения надежности операции может быть использован при максимально анатомичном положении апертур костных туннелей и фиксации ленты отдельно от трансплантата ПКС (в положении полного разгибания коленного сустава). У пациентов основной группы такой способ аугментации применен у 31 (27,2%) пациента.

Аналогично группе сравнения у пациентов основной группы при выявлении поверхностной хондромалиции (1 или 2 степеней) с участками флотации хрящевых лоскутов или отдельных фибрилл выполняли шейвирование (резекционную хондропластику) пораженного участка (таблица 6.25).

Таблица 6.25 – 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%)	

Такие манипуляции выполнены у 48 (42,5%) больных основной группы. В случае выявления глубоких повреждений гиалинового хряща (хондральный перелом, остеохондральный дефект или хондромалиция 3-4 степени) применяли остеоперфоративные техники хондропластики: микрофрактуринг (n=13; 11,4%) или туннелизацию субхондральной кости (n=8; 7,0%), а также разработанный способ аутохондропластики (n=8; 7,0%), описанного в 5 главе настоящей работы (патент на изобретение RU 2779465 С1 от 07.09.2022).

6.3.3. Осложнения ревизионных операций

Из общехирургических осложнений (тромбоэмболических и инфекционных) у 7 (6,2%) пациентов основной группы были зафиксированы послеоперационные

гематомы (2 – в области забора костного аутооттрансплантата из гребня подвздошной кости, 5 (4,4%) – в области доступа к большеберцовому туннелю), причем 2 (1,8%) из них (в области коленного сустава) нагноились. Дренирование через послеоперационную рану и санация очага привели к заживлению вторичным натяжением. В 4 (3,6%) наблюдениях в позднем послеоперационном периоде возникли лигатурные свищи, потребовавшие удаление нитей, находящихся в подкожно-жировой клетчатке.

У 2 пациентов отмечена тотальная имбибиция подкожной жировой клетчатки нижней конечности ниже уровня наложения обескровливающего турникета (схожая с описанной в главе 3 настоящего исследования). Обе они возникли у пациентов со значимой хирургической агрессией при симультанном восстановлении мультилигаментарного повреждения, что увеличило время операции.

В 1 (0,9%) наблюдении в конце оперативного пособия мы зафиксировали явное напряжение голени, схожее с компартмент-синдромом. Хирургический план включал шов рампового разрыва медиального мениска с формированием задне-медиального артроскопического порта. По нашему мнению, во время манипуляции произошел разрыв заднего отдела капсулы коленного сустава, и под давлением артроскопической помпы произошло накачивание фасциального футляра голени физиологическим раствором. Создав возвышенное положение конечности и используя эластичную компрессию, удалось выявить отчетливую пульсацию на тыльной артерии стопы и проконтролировать ее газообмен в тканях, наложив пульсоксиметр на пальцы стопы. Каких-либо проявлений описанного послеоперационного осложнения в дальнейшем у пациента не отмечено.

Среди частных для рассматриваемой патологии осложнений хирургического лечения нами отмечены следующие: рецидив ($n=5$; 4,4%); остаточные ($n=41$; 35,7%) и ротационные ($n=7$; 6,1%) проявления нестабильности коленного сустава; контрактура ($n=13$; 11,4%) и послеоперационный болевой синдром ($n=12$; 10,5%); потеря искомого угла коррекции после выполнения высокой вальгизирующей

остеотомии большеберцовой кости (n=1; 0,9%); рецидивирующие синовиты (n=1; 0,9%).

6.4. Результаты хирургического лечения пациентов проспективной группы

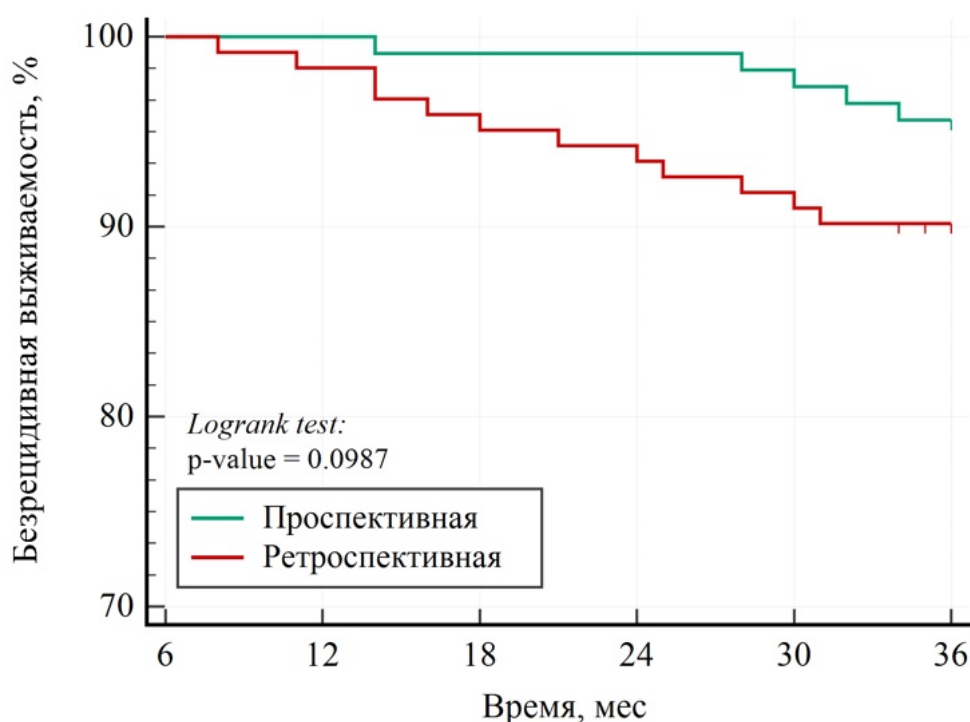
Также как и в группе сравнения, оценку среднесрочных (от 1 года до 5 лет) и отдаленных (более 5 лет) результатов лечения проводили после выполнения программ реабилитационно-восстановительного лечения и разрешения полноценной нагрузки на нижние конечности (не менее 12 месяцев после возвращения к повседневной, спортивной и специальной видам деятельности, т.е. не менее 24 месяцев после выполнения оперативного лечения).

6.4.1. Анализ безрецидивной выживаемости у пациентов сравниваемых групп

Проведена оценка безрецидивной выживаемости пациентов с рецидивной нестабильностью в проспективной и ретроспективной группах. С целью обеспечения сопоставимости результатов наблюдения 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 6.1.

Результаты анализа выживаемости представлены в таблице 6.26. В обеих группах медиана выживания достигнута не была. 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).



Число подверженных риску

Группа: Проспективная

114 114 113 113 111 0

Группа: Ретроспективная

122 120 116 114 111 0

Рисунок 6.1 – Оценка безрецидивной выживаемости пациентов сравниваемых групп

Таблица 6.26 – Среднее и медианное время безрецидивной выживаемости пациентов в исследуемых группах

Группа	M ± SE	95% ДИ для среднего	Me	95% ДИ для медианы
Проспективная	35,63 ± 0,21	(35,21 – 36,05)	-	-
Ретроспективная	34,43 ± 0,48	(33,49 – 35,37)	-	-
Общая группа	35,01 ± 0,27	(34,48 – 35,54)	-	-

Критериями оценки успешности хирургического лечения пациентов основной группы явились: балльный рейтинг, определяемый при помощи специальных ортопедических шкал Lysholm-Gillquist и IKDC 2000 и характеризующий следующие показатели: функцию коленного сустава; стабильность сустава, оцененную при помощи предложенной и внедренной рентгенологической методики и мануальных тестов; наличие и рецидивирование

синовита; болевой синдром и амплитуду движений. При необходимости дополнительно направляли пациентов на КТ и МРТ.

Все пациенты проспективной группы заполняли опросники функциональных шкал до оперативного лечения и спустя 6, 12 и 24 мес. после него. Учитывая, что протокол реабилитационно-восстановительного этапа лечения подразумевает ограничение нагрузки на нижние конечности в течение 12 мес. после операции, максимальную нагрузку разрешали после заполнения бланков шкал (пациенты заполняли субъективную часть опросника IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist, врач – объективную часть опросника IKDC 2000), оценки стабильности, амплитуды движений, болевого синдрома и выпота в полости сустава. Контрольный осмотр при отсутствии необходимости проводили не ранее 12 мес. после хирургического лечения, считая, что это минимальный срок для полноценной оценки функции сустава и выявления осложнений, если таковые имелись, далее – один раз в 12 мес. Клинико-функциональные и анатомо-морфологические результаты контрольных осмотров сравнивали с таковыми до оперативного лечения, а также с ретроспективной группой (сравнения) для анализа и определения эффективности предложенных диагностических, хирургических и тактических подходов к лечению пациентов с рассматриваемой патологией (таблица 6.27, рисунок 6.2).

Таблица 6.27 – Результаты оперативного лечения пациентов проспективной группы, оцененные при помощи функциональных шкал

Показатель	До оперативного лечения	Контрольный осмотр	Динамика, %	Уровень Р
IKDC 2000	64,48 ± 12,27	78,87 ± 14,58	22,3	<0,0001
Lysholm-Gillquist	62,86 ± 12,32	77,75 ± 13,52	23,7	<0,0001

Данные таблицы 6.27 продемонстрировали эффективность предложенной системы хирургического лечения пациентов с РНКС, заключающейся в статистически достоверной динамике роста балльной оценки функционального

состояния коленного сустава, оцененного при помощи ортопедических шкал IKDC – 2000 и Lysholm-Gillquist.

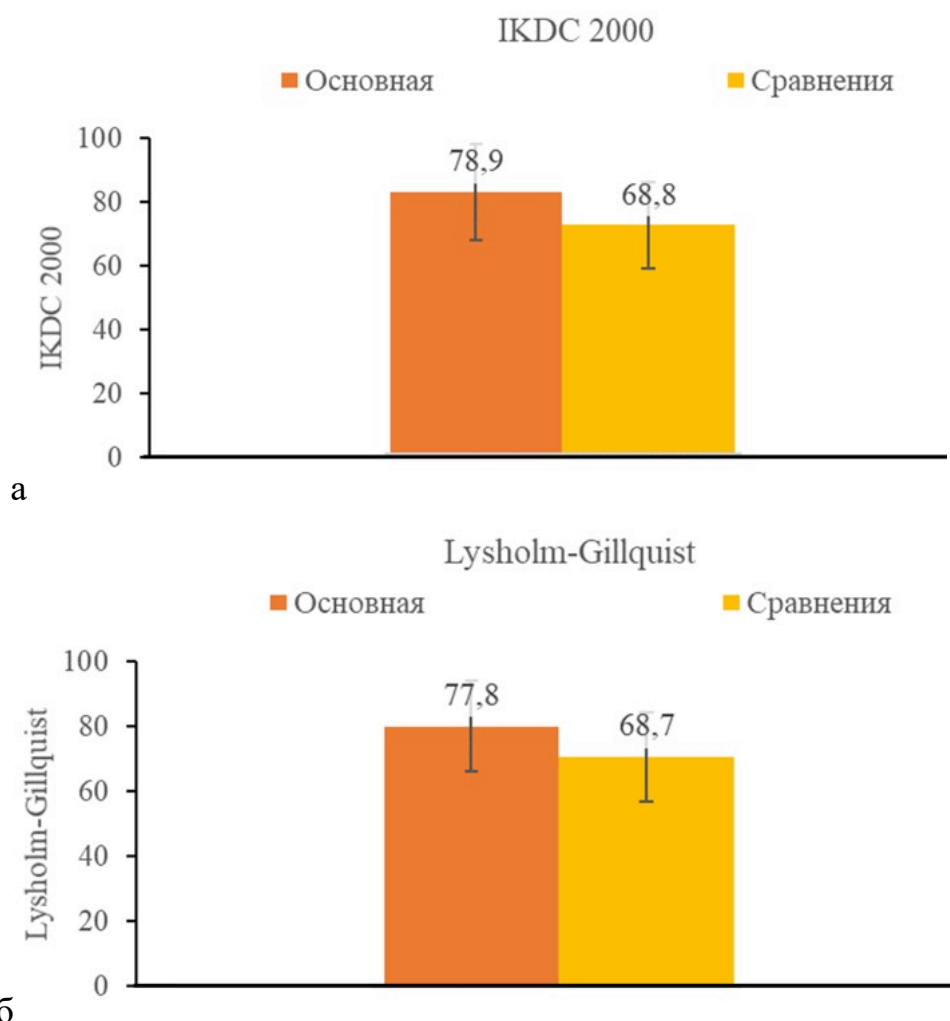


Рисунок 6.2 – Результаты хирургического лечения пациентов проспективной группы, оцененные при помощи функциональных субъективных шкал IKDC 2000 (а) и Lysholm-Gillquist (б)

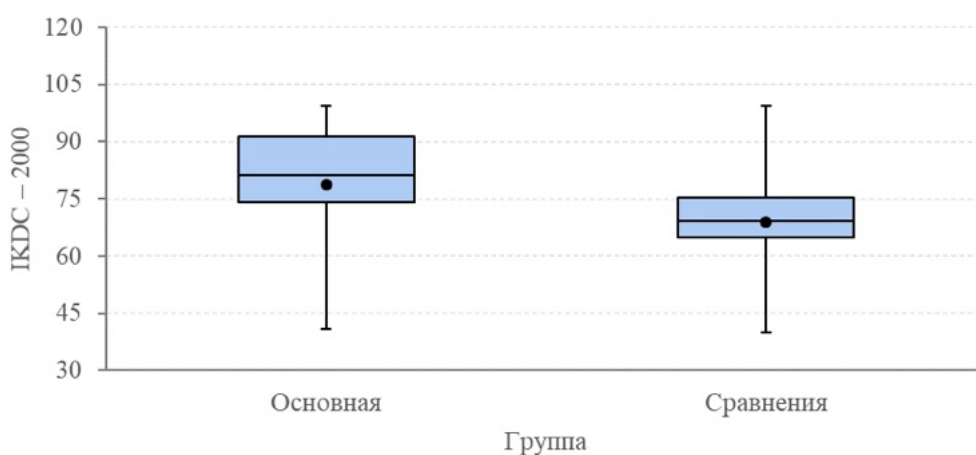
Проводя сравнительный анализ результатов заполнения специализированных ортопедических шкал IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist пациентами сравниваемых групп мы выявили статистически значимое увеличение указанного показателя с $68,83 \pm 13,05$ и $68,70 \pm 13,03$ в ретроспективной группе до $78,87 \pm 14,58$ и $77,75 \pm 13,52$ в проспективной соответственно (таблица 6.28, рисунок 6.3).

Всего по шкале IKDC 2000 отличных и хороших результатов лечения у пациентов проспективной группы зафиксировали 90 (78,9%), по шкале Lysholm-

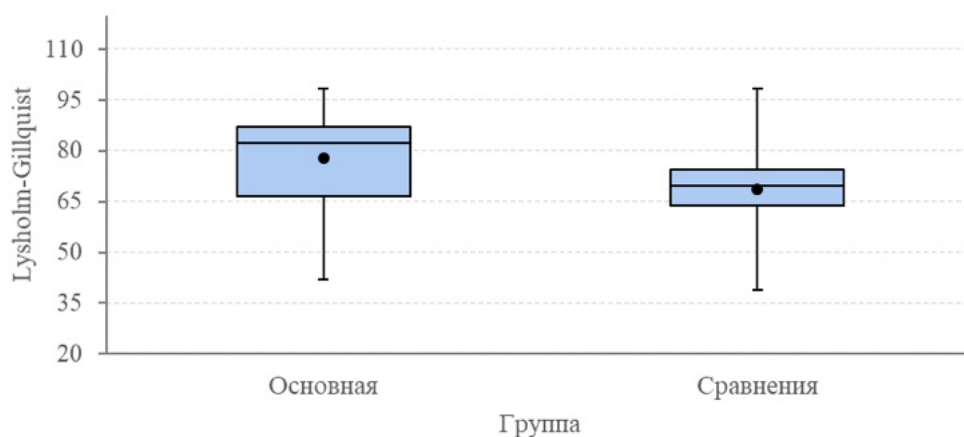
Gillquist 89 (78,0%). Неудовлетворенность лечением отметили 24 (21,1%) и 25 (21,9%) пациентов соответственно. По объективной шкале IKDC 2000 результаты распределились следующим образом: «А – норма» – 41 (36,0%), «В – почти норма» – 49 (43,0%), «С – плохой результат» – 19 (16,7%), «D – очень плохой результат» – 5 (4,4%).

Таблица 6.28 – 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



а



б

Рисунок 6.3 – Результаты хирургического лечения пациентов сравниваемых групп, оцененные при помощи функциональных субъективных шкал IKDC 2000 (а) и Lysholm-Gillquist (б)

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 6.29 – Результаты хирургического лечения пациентов сравниваемых групп, оцененных по объективной функциональной шкале IKDC 2000

Показатель шкалы	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%)	

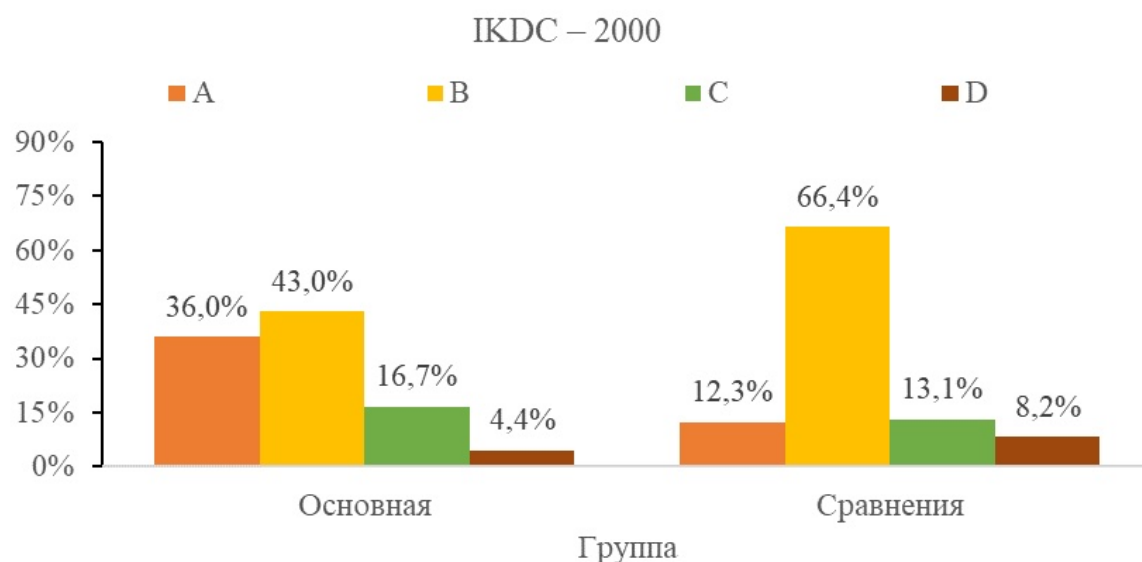


Рисунок 6.4 – Диаграмма распределения результатов хирургического лечения пациентов сравниваемых групп, оцененных при помощи функциональной шкалы IKDC 2000

Из данных таблицы видно, что результаты «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%), «удовлетворительно» – 21 (18,4%), «неудовлетворительно» – 4 (3,5%) (таблица 6.30).

Таблица 6.30 – Результаты лечения пациентов сравниваемых групп, оцененных при помощи субъективной функциональной шкалы Lysholm-Gillquist

Результат	Проспективная группа (n=114)	Ретроспективная группа (n=122)	Значение 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%)	

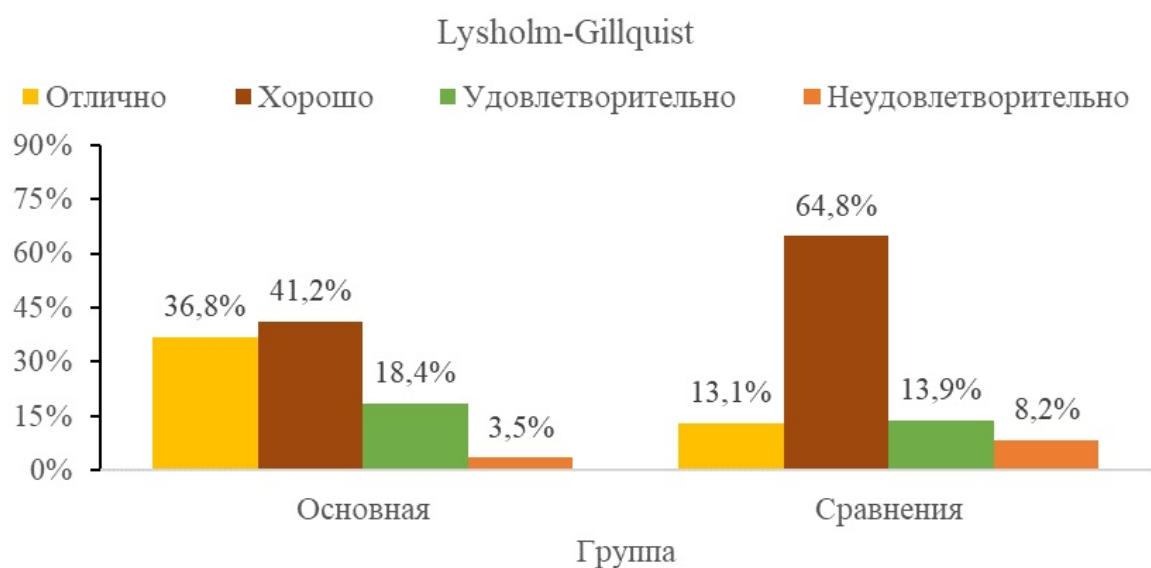


Рисунок 6.5 – Диаграмма распределения результатов хирургического лечения пациентов сравниваемых групп, оцененных при помощи функциональной шкалы Lysholm-Gillquist

Клиническими проявлениями низких функциональных результатов у пациентов проспективной группы явились развившаяся или сохранившаяся нестабильность (в том числе рецидив патологии), проявлявшаяся чувством неустойчивости, болевой синдром, ограничение амплитуды движений и рецидивирующий синовит (таблица 6.31).

Таблица 6.31 – 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 (таблица 6.32).

Таблица 6.32 – Распределение пациентов проспективной группы по степени нестабильности коленного сустава

Степень передней нестабильности	Количество пациентов			
	перед выполнением ревизионной реконструкции		контрольный осмотр	
	n	%	n	%
нет	—	—	68	59,6
I ст.	—	—	41	35,7
II ст.	60	52,6	3	2,6
III ст.	54	47,4	2	1,8
Итого	114	100,0	114	100,0

Аналогично группе сравнения нестабильность I степени (разница смещения голени относительно бедра в сравнении со здоровой конечностью менее 5 мм) трактовали как остаточную, II и III степени (5–10 мм и более 10 мм

соответственно) как рецидив нестабильности и неудачу хирургического лечения (таблица 6.33).

Таблица 6.33 – 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%)	

При оценке ротационной нестабильности (тест Лози) у пациентов основной группы, положительный «pivot-shift» феномен зафиксирован у 7 (6,1%) больных, однако выраженность этого симптома была не значима 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 спустя чуть более 12 мес. после оперативного лечения и потребовавшая выполнения ре-ревизии. 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 мес. после оперативного лечения (ревизионная реконструкция ПКС по типу первичной с использованием аутоотрансплантата 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 выполнена диагностическая артроскопия. При ревизии полости сустава визуализированы ярко выраженные явления хронического синовита. Аутоотрансплантат ПКС несколько разволокнен, мениски, гиалиновый хрящ и другие внутрисуставные элементы интактны. Не обнаружив других причин, было принято решение об удалении армирующей ленты и выполнении частичной передней синовэктомии. Сустав промыт. В послеоперационном периоде применили противовоспалительную терапию, ограничение нагрузки, а также иммобилизацию тутором в течении 4 недель. Через 12 мес. после санирующей операции на контрольном осмотре пациент не предъявлял жалоб, 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 одного (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 выполнение артролиза и редрессации коленного сустава, во втором, где при первичной ревизионной операции для интраартикулярного армирования применяли лавсановую ленту, пересечение и удаление последней.

6.4.2. Анализ рецидивов нестабильности коленного сустава после ревизионной пластики ПКС

В результате анализа результатов лечения пациентов проспективной группы мы зафиксировали 5 (4,4%) рецидивов нестабильности коленного сустава. По роду деятельности пациенты распределились следующим образом: 4 (3,5%) – военнослужащие, в том числе 2 (1,8%) курсанта, 1 (0,9%) офицер, 1 (0,9%) военнослужащий по контракту, 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, нерасширенные костные туннели, в этой связи ре-ревизия выполнена в один этап: после десклерозирования туннелей – реконструкция ПКС.

У одного (0,9%) ранее упомянутого больного через 12 мес. 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 аутооттрансплантат и, что чрезвычайно важно, веретенообразно расширенный корректно позиционированный костный туннель в бедренной кости. При более детальном изучении данного случая мы установили несоответствие диаметра аутооттрансплантата 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 аутотрансплантата и способствовала лизису костной ткани. Принято решение о двухэтапной ревизии, при которой первым этапом выполнили пластику расширенного бедренного туннеля лиофилизированными деминерализованными аллотрансплантатами. После контроля их ремоделирования вторым этапом выполнена ревизионная пластика ПКС аутотрансплантатом из сухожилия длинной малоберцовой мышцы. За пациентом продолжено наблюдение, а случай отнесен к техническим ошибкам хирургической бригады.

6.5. Резюме

В настоящей главе описана реализация четвертого этапа диссертационной работы. Проведен сравнительный анализ хирургического лечения пациентов ретроспективной группы, оперированных в период с 2008 по 2017 г. по традиционным методикам и проспективной группы, оперированных с 2018 по 2022 г. с использованием разработанных диагностического, хирургического и тактического подходов к лечению пациентов с РНКС.

Обратила на себя внимание возросшая доля двухэтапного хирургического лечения у пациентов проспективной группы с 12,3% до 28,1%. Это произошло ввиду широкого распространения анатомических техник (транспортальная и «все внутри») первичных реконструкций и необходимости соблюдения принципа анатомичности при повторных вмешательствах. Пластику расширенных костных туннелей в ретроспективной группе выполняли у 7,4%, тогда как в проспективной у 12,3%, а расположенных частично анатомично у 7,9% обследуемых лишь проспективной группы. Корригирующие остеотомии большеберцовой кости выполнены у 4,9% пациентов ретроспективной группы (вальгизирующие – у 4,1% и дефлексионные – у 0,8%), тогда как в проспективной группе их доля достигла 14,0% (10,5% и 3,5% соответственно).

К экстраартикулярному армированию у пациентов ретроспективной группы прибегли у 10,7% пациентов, а к аугментации трансплантата синтетической

лентой лишь у 1,6%. В проспективной группе эти показатели выросли до 29,8% и 27,2% соответственно.

В ходе сравнительного анализа установили, что внедренная система диагностики и хирургического лечения продемонстрировала достоверно лучшие исходы за счет снижения доли рецидивов с 11,5% в ретроспективной группе до 4,4% в проспективной ($p=0,0455$), болевого синдрома с 25,4% до 10,5% ($p=0,0031$), контрактур с 22,9% до 11,4% ($p=0,0249$), ротационной нестабильности с 15,6% до 6,1% ($p=0,0207$), остаточной нестабильности с 65,6% до 36,0% ($p<0,0001$). Помимо этого зафиксировали увеличение показателей функциональных ортопедических шкал IKDC-2000 с $68,83 \pm 13,05$ в ретроспективной до $78,87 \pm 14,58$ в проспективной и Lysholm-Gillquist с $68,70 \pm 13,03$ до $77,75 \pm 13,52$ соответственно ($p<0,0001$).

Полученные данные позволяют рекомендовать разработанную систему хирургического лечения пациентов с РНКС для широкого клинического применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последнее время возрос интерес к проблеме лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава. Это связано с увеличением количества первичных реконструкций ПКС до 200 000 операций в год в Соединенных штатах (Marx J.S. et al., 2022; Hardy A. et al., 2025) и высокой долей неудач, достигающей 15% (Kamath G.V. et al., 2011; Patel A.D. et al., 2021). Учитывая, что рецидивная нестабильность коленного сустава приводит к раннему развитию гонартроза (Ahn J.H. et al., 2021; Chen T. et al., 2024), а большинство пациентов желают сохранить прежний уровень физической активности, можно сделать вывод о том, что количество ревизионных операций, направленных на восстановление стабильности коленного сустава, будет неуклонно расти (Adams B.G. et al., 2021).

Результаты хирургического лечения пациентов с функциональной несостоятельностью трансплантата ПКС значимо, чем при первичных стабилизациях (Sun T.Y. et al., 2022), а риск развития рецидива выше в 3–4 раза (Wright R.W. et al., 2012).

Основными причинами возникновения РНКС принято считать повторную травму, частота которой варьирует от 35% до 79%, технические ошибки при хирургическом вмешательстве (28–64%), несоблюдение послеоперационного периода (1–13%) и нарушение процессов лигаментизации и инкорпорации трансплантата (до 15%) (Hurley E.T. et al., 2022; Biset A. et al., 2023). К техническим ошибкам относят аспекты, связанные с трансплантатом (некорректный выбор пластического материала, повреждение при заборе и формировании, недостаточное или чрезмерное натяжение), рассверливанием костных туннелей (неправильный выбор места для внутрисуставной апертуры, направление и размер туннеля), неподходящую или выполненную с дефектом фиксацию трансплантата, а также оставленные без хирургической коррекции повреждения или декомпенсацию вторичных стабилизаторов и наличие предикторов рецидива патологии (Li X. et al., 2023; Cohen D. et al., 2022).

Нарушение процессов лигаментизации и инкорпорации трансплантата относят к биологическим факторам развития РНКС. В практическом отношении наибольшее значение имеет незавершение реваскуляризации и репопуляции фибробластами массивных трансплантатов (Chen J.L. et al., 2013), что приводит к их фрагментации и атоничности, а, следовательно, и к функциональной несостоятельности или лизису трансплантата (Fu F.H. et al., 1999). Ошибки послеоперационного протокола возникают из-за неадекватно ранней и излишне интенсивной нагрузки, приводящей, с одной стороны, к развитию синовита и воздействию на трансплантат агрессивных протеолитических ферментов, а с другой – к эффекту «стеклоочистителя» и тракционному растяжению трансплантата (Jenkins S.M. et al., 2022).

На сегодняшний день большинство исследователей считают, что для успешной ревизионной стабилизации сустава необходимо провести «работу над ошибками» и скорректировать неточности хирургической техники, последствия вмешательств и травм (Tapasvi S. et al., 2021). Таким образом, основными принципами ревизионной реконструкции ПКС, на сегодняшний день, можно считать: диагностический, анатомический и максимально возможной хирургической коррекции. Для их соблюдения в некоторых случаях приходится разделять лечение на несколько этапов. Это происходит при выявлении некорректно расположенных (частично анатомично) или расширенных внутрисуставных апертур костных туннелей, а также при характерных деформациях проксимального метаэпифиза большеберцовой кости – наклоне мыщелков медиально и/или кзади. Следует отметить, что одноэтапные хирургические операции предпочтительнее (Dragoo J.L. et al., 2019; Salem H.S. et al., 2020), но они протекают в условиях реальных технических трудностей, нередко вынуждая хирургов идти на компромисс (Rizer M. et al., 2017; Ahn J.H. et al., 2021). С учетом схожих отдаленных результатов лечения с применением одно- и двухэтапной тактики решение о выборе количества этапов должно быть тщательно взвешено.

Несмотря на значимые успехи ортопедических хирургов в лечении пострадавших с РНКС, часть вопросов остается нерешенными. Прежде всего они касаются необходимого объема обследования и интерпретации полученных данных, определения количества этапов хирургического лечения и его объема.

Нами было спланировано и проведено клиническое сравнительное исследование, направленное на улучшение результатов лечения пациентов рассматриваемого профиля путем разработки системного подхода к выбору дифференцированной хирургической тактики.

Исследование состояло из четырех взаимосвязанных этапов работы, ориентированных на решение семи самостоятельных задач. В рамках первого ретроспективного этапа исследования проведен анализ результатов лечения 122 пациентов, оперированных в клинике военной травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова с 2008 по 2017 г. по поводу рецидивной нестабильности коленного сустава, развившейся в результате разрыва аутооттрансплантата или его функциональной несостоятельности. Выявили факторы, оказывающие негативное влияние на исход хирургического лечения. На втором этапе работы определили критерии, не позволяющие выполнить одноэтапную ревизионную реконструкцию ПКС и вынуждающие разделить лечение на два этапа. Третий этап был посвящен обоснованию необходимого объема предоперационного обследования пациентов с РНКС, а также разработке новых и усовершенствованию известных хирургических пособий, направленных на устранение выявленных факторов, ассоциированных с низким функциональным результатом и предикторами рецидива. Консолидация диагностического, хирургического и тактического подходов к лечению пострадавших указанной категории позволила предложить систему хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава, практически реализованную в одноименном алгоритме. На четвертом этапе работы провели анализ результатов лечения пациентов, оперированных в клинике с 2018 по 2022 г. с применением разработанной системы и сравнили их с

исходами у пострадавших ретроспективной группы, оперированных с использованием традиционного подхода.

При анализе 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 вследствие бытовых травм или без таковых.

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 вследствие травмы, этот показатель был равен 37,2 мес., тогда как у пациентов с рецидивом патологии без травмы – всего лишь 17,2 мес. При анализе определена статистическая значимость различий между группами ($p<0,0001$).

Проведя поиск причин такого распределения, мы не получили статистически значимых различий при использовании разных типов трансплантатов, тогда как примененные оперативные техники реконструкции ПКС значимо 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»).

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

Вышеизложенное позволило сделать вывод о том, 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 тела и заднего рога медиального и отрыв корня латерального, выраженная (III степени) прямая и ротационная нестабильность, унилатеральная варусная деформация на уровне коленного сустава более 5° , наклон плато большеберцовой кости кзади более 15° . Помимо этого, 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 способов стабилизации коленного сустава и устранения последствий травмы и предыдущих хирургических вмешательств.

Второй этап исследования был посвящен поиску и анализу критериев, не позволяющих выполнить одномоментную ревизионную реконструкцию ПКС. 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 данные КТ, в том числе 3D реконструкции, пациентов ретроспективной группы. Для оценки анатомичности положения внутрисуставной апертуры костного туннеля на бедренной кости использовали квадрантный метод, предложенный M. 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.

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. Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что у пациентов с некорректно расположенными костными туннелями в бедренной кости рецидивная нестабильность статистически значимо 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 реконструкций. 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»), чаще

выявляли расширение внутрисуставной апертуры в латеральном мыщелке бедренной кости ($p=0,0472$). Этот факт, по нашему мнению, связан с развитием эффекта «стеклоочистителя», что говорит о нагружаемости трансплантата. Таким образом, мы подтвердили предположение о необходимости соблюдения анатомичности при формировании костных туннелей. Полученные данные следует считать приоритетными при 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, мы установили, что полноценная перестройка костных трансплантатов наступает в срок от 6 до 9 месяцев. Однако нам встретились наблюдения, когда 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 статистически значимо чаще выявляли у пациентов, при лечении которых применяли транстибиальную технику хирургической стабилизации ($23,0\%$, $p<0,05$). Помимо этого, болевой синдром чаще возникал у пациентов с варусной деформацией нижней конечности на уровне коленного сустава ($p<0,0001$). Сопоставив полученные данные, мы установили тенденцию к изменению анатомического бедренно-большеберцового угла в сторону варусной деформации при увеличении степени ротационной нестабильности. Таким образом, можно сделать вывод о том, что неанатомичное (вертикальное) положение трансплантата является причиной сохранения и

прогрессирования ротационной нестабильности, которая, в свою очередь, запускает целый ряд последовательных патологических изменений: развитие варусной деформации, смещение механической оси нижней конечности медиально, повреждение гиалинового хряща опорных поверхностей медиальных мыщелков бедренной и большеберцовой костей и развитие болевого синдрома, оказывающего значимое влияние на результат лечения. 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.

При анализе рентгенограмм пациентов с рецидивом нестабильности коленного сустава мы обратили внимание на то, что у 35,7% пострадавших имел место увеличенный угол наклона плато большеберцовой кости кзади, который превышал 10° , тогда как в общей группе доля этого критерия была равна 8,2%. Для коррекции указанной патологии одному (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 о том, 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° .

Завершив первый и второй этапы, реализовав решение первой, второй и третьей задач исследования мы получили необходимые данные для разработки 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), 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 выполняли 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 с использованием методов 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.

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. В ходе третьего этапа работы были решены четвертая и пятая задачи исследования.

С целью реализации задач четвертого этапа исследования и обоснования эффективности предложенной системы хирургического лечения пострадавших с РНКС мы провели анализ исходов и сравнили их с результатами у пациентов ретроспективной группы. При сопоставлении групп по гендерному признаку, возрасту, виду деятельности и функциональным нагрузкам, обстоятельствам получения травмы, степени нестабильности коленного сустава и выявленной внутрисуставной и сопутствующей патологии статистически значимых различий не зафиксировали, что позволило провести корректный сравнительный анализ.

С целью обеспечения сопоставимости сроков наблюдения проведен анализ безрецидивной выживаемости в обеих сравниваемых группах. Период оценки

событий в ретроспективной когорте был ограничен 36 мес. 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. В проспективной группе двухэтапную тактику использовали статистически значимо чаще, чем в ретроспективной: 32 (28,1%) пострадавших и 15 (12,3%) соответственно ($p=0,0024$). Это было связано с необходимостью пластики расширенных ($n=14$; 12,3%) и расположенных частично анатомично ($n=9$; 7,9%) костных туннелей, тогда как в группе сравнения выполняли пособие лишь по поводу расширенных ($n=9$; 7,4%) туннелей ($p=0,0269$). Помимо этого, в проспективной группе высокие остеотомии большеберцовой кости выполнили у 16 (14,0%) пациентов: у 12 (10,5%) вальгизирующие, у 4 (3,5%) – дефлексионные), а в ретроспективной у 6 (4,9%): у 5 (4,1%) и у 1 (0,8%) пострадавших соответственно. Также различия в структуре оперативных вмешательств установлены при анализе экстра- и интраартикулярного армирования. В проспективной группе аугментация переднелатерального отдела коленного сустава выполнена у 34 (29,8%) пациентов, в группе сравнения – у 13 (10,7%) ($p=0,0002$). Усиление трансплантата синтетической лентой в проспективной группе использовали у 31 (27,2%), в ретроспективной лишь у 2 (1,6%) ($p<0,0001$). При повреждении гиалинового хряща в проспективной группе у 8 (7,0%) обследуемых выполнена хондропластика аутологичным измельченным хрящом, резекционная – у 48 (42,1%) и остеоперфоративная – у 21 (18,4%) пациента. В ретроспективной группе использовали лишь резекционную и остеоперфоративную техники у 58 (47,5%) и 32 (26,2%) пострадавших соответственно ($p=0,0059$).

Статистически значимые различия в хирургической тактике и применяемых хирургических техниках отразились на доле рецидивов, снизив ее с 11,5% в

ретроспективной группе до 4,4% в проспективной ($p=0,0455$), остаточной нестабильности – с 75,4% до 36,0% ($p<0,0001$), ротационной – с 15,6% до 6,1% ($p=0,0207$), контрактур – с 22,9% до 11,4% ($p=0,0249$) и болевого синдрома – с 25,4% до 10,5% ($p=0,0031$). При оценке функциональных результатов при помощи опросников специальных ортопедических шкал IKDC 2000 и Lysholm-Gillquist установили увеличение показателей с $68,83 \pm 13,05$ в ретроспективной группе до $78,87 \pm 14,58$ в проспективной по IKDC 2000; с $68,70 \pm 13,03$ до $77,75 \pm 13,52$ соответственно по Lysholm-Gillquist ($p<0,0001$).

По завершению четвертого этапа реализованы шестая и седьмая задачи работы, продемонстрировавшие улучшение результатов хирургического лечения пациентов с рецидивной нестабильностью коленного сустава, тем самым позволив достигнуть поставленной цели настоящего исследования.

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 аутооттрансплантатом 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 СОКРАЩЕНИЙ

БбКС – большеберцовая коллатеральная связка

ВМО – военно-медицинская организация

ЗКС – задняя крестообразная связка

КТ – компьютерная томография

МбКС – малоберцовая коллатеральная связка

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПКС – передняя крестообразная связка

ПЛС – переднелатеральная связка

РНКС – рецидивная нестабильность коленного сустава

ЗЛССК – заднелатеральный сухожильно-связочный комплекс

ЗМССК – заднемедиальный сухожильно-связочный комплекс

ВТВ – трансплантат из центральной трети связки надколенника с костными блоками из надколенника и бугристости большеберцовой кости (bone-tendon-bone)

MARS – группа многоцентрового исследования по изучению ревизионных реконструкций ПКС

PLT – трансплантат из сухожилия длинной малоберцовой мышцы

QT – трансплантат из сухожилия четырехглавой мышцы бедра

ST – трансплантат из сухожилия полусухожильной мышцы

ST+G – трансплантат из сухожилий подколенных мышц (полусухожильной и нежной)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банцер, С.А. Влияние положения туннелей на результаты транстибиальной реконструкции передней крестообразной связки / С.А. Банцер, А.П. Трачук, О.Е. Богопольский [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 7-16. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-7-16.
2. Хоминец, В.В. (ред.) Военная травматология и ортопедия: учебник / под ред. проф. В.В. Хоминца. – Санкт-Петербург: ВМедА, 2023.
3. Гайворонский, И.В. Вариантная анатомия латерального связочно-сухожильного комплекса коленного сустава / И.В. Гайворонский, А.Л. Кудяшев, И.С. Базаров [и др.] // Морфологические ведомости. — 2021. — Т. 29, № 4. — С. 9-16. doi: 10.20340/mv-mn.2021.29(4).544
4. Гончаров, Е.Н. Топографо-анатомическая характеристика антеролатеральной связки коленного сустава / Е.Н. Гончаров, О.А. Коваль, Г.О. Краснов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 88-95.
5. Исмаилов, Д.А. Анатомо-биомеханическое обоснование расположения большеберцового туннеля при однопучковой артроскопической реконструкции передней крестообразной связки / Д.А. Исмаилов, Ф.Л. Лазко, А.А. Копылов [и др.] // Врач-аспирант. – 2015. – Т. 70, № 3.1. – С. 117-126.
6. Маланин, Д.А. Область большеберцового прикрепления передней крестообразной связки с позиций хирургической анатомии / Д.А. Маланин, М.В. Демещенко, А.И. Краюшкин [и др.] // Вестник ВолгГМУ. – 2015. – № 1. – С. 43-46.
7. Маланин, Д.А. Связанные с полом особенности строения областей прикрепления передней крестообразной связки / Д.А. Маланин, И.В. Володин, И.А. Сучилин, М.В. Демещенко // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26, №4. – С. 80–92.
8. Орлянский, В. Остеотомии в области коленного сустава / В. Орлянский, М.Л. Головаха. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2020. – 328 с.

9. Сапрыкин, А.С. Причины ревизионных вмешательств после пластики передней крестообразной связки: систематический обзор / А.С. Сапрыкин, М.А. Гвоздев, М.В. Рябинин, Н.Н. Корнилов // Сибирский научный медицинский журнал. – 2021. – Т. 41, № 3. – С. 4-11. – doi: 10.18699/SSMJ20210301
10. Сучилин, И.А. Анатомические ориентиры межмышечковой ямки бедренной кости при пластике передней крестообразной связки / И.А. Сучилин, Д.А. Маланин, А.И. Краюшкин [и др.] // Вестник ВолгГМУ. – 2012. – Т. 42, № 2. – С. 63-65.
11. Сучилин, И.А. Сравнительные результаты артроскопической анатомической пластики передней крестообразной связки аутооттрансплантатами из связки надколенника и сухожилий подколенных сгибателей / И.А. Сучилин, Д.А. Маланин, И.В. Володин, А.Л. Жуликов // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2020. – № 2(74). – С. 163-167. – DOI 10.19163/1994-9480-2020-2(74)-163-167.
12. Ткаченко, С.С. Военная травматология и ортопедия / С.С. Ткаченко. – Ленинград, 1985. – 366 с.
13. Федоров, Р.А. Совершенствование хирургической тактики лечения военнослужащих с последствиями разрыва передней крестообразной связки : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / Федоров Роман Александрович. — Санкт-Петербург, 2016. – 22 с.
14. Хоминец, В.В. Объективная рентгенологическая диагностика повреждений передней крестообразной связки коленного сустава у военнослужащих / В.В. Хоминец, В.М. Шаповалов, Б.Я. Капилевич [и др.] // Военно-медицинский журнал. – 2016. – Т. 337, № 2. – С. 28-30.
15. Хоминец, В.В. Ревизионные реконструкции передней крестообразной связки при передне-латеральной ротационной нестабильности коленного сустава у военнослужащих / В.В. Хоминец, О.В. Рикун, В.М. Шаповалов [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2016. – Т. 337, № 6. – С. 24-29.
16. Эпштейн, А.А. Антеролатеральная связка коленного сустава как важный стабилизатор ротационной нестабильности коленного сустава /

А.А. Эпштейн, А.П. Призов, Ф.Л. Лазко [и др.] // Клиническая практика. – 2019. – Т. 10, № 1. – С. 72-80.

17. Abudaqqa, R.Y. The Correlation Between Graft Size and Graft Failure in Hamstring Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / R.Y. Abudaqqa, A.M. Elsheoibi, A.J. Al Mas [et al.] // Cureus. – 2024. – Vol. 16, N 2. – P. e55069. doi: 10.7759/cureus.55069.

18. Adams, B.G. The Epidemiology of Meniscus Injury / B.G. Adams, M.N. Houston, K.L. Cameron // Sports Med. Arthrosc. Rev.– 2021. – Vol. 29, N 3. – P. e24-e33. doi: 10.1097/JSA.0000000000000329. .

19. Ahmad, C.S. Mechanical properties of soft tissue femoral fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction / C.S. Ahmad T.R. Gardner, M. Groh [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2004. – Vol. 32, N 3. – P. 635-640. doi: 10.1177/0363546503261714.

20. Ahn, J.H. Longitudinal tear of the medial meniscus posterior horn in the anterior cruciate ligament-deficient knee significantly influences anterior stability / J.H. Ahn, T.S. Bae, K.S. Kang [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2011. – Vol. 39. – P. 2187-2193. doi: 10.1177/0363546511416597.

21. Ahn, J.H. One-Stage Anatomical Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Results According to Tunnel Overlaps / J.H. Ahn, D.W. Son, H.J. Jeong [et al.] // Arthroscopy. – 2021. – Vol. 37, N 4. – P. 1223-1232. doi: 10.1016/j.arthro.2020.11.029.

22. Akoto, R. Slope-Correction Osteotomy with Lateral Extra-articular Tenodesis and Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Is Highly Effective in Treating High-Grade Anterior Knee Laxity / R. Akoto, L. Alm, T.C. Drenck [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2020. – Vol. 48, N 14. – P. 3478-3485. doi: 10.1177/0363546520966327.

23. Alessio-Mazzola, M. Transtibial versus anteromedial transportal femoral tunnel in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis of prospective randomized controlled trials / M. Alessio-Mazzola,

D. Tradati, M. Slongo [et al.] // *Musculoskelet. Surg.* – 2024. – Vol. 108, N 3. – P. 251-274. doi: 10.1007/s12306-024-00823-3.

24. Alhamdi, H. High failure rate after medial meniscus bucket handle tears repair in the stable knee / H. Alhamdi, C. Foissey, T.D. Vieira [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2024. – Vol. 110, N 4. – P. 103737. doi: 10.1016/j.otsr.2023.103737.

25. Alkhalaf, F.N.A. Autograft diameter in ACL reconstruction: size does matter / F.N.A. Alkhalaf, S. Hanna, M.S.H. Alkhaldi [et al.] // *SICOT J.* – 2021. – Vol. 7. – P. 16. doi: 10.1051/sicotj/2021018.

26. Al-Naseem, A.O. The Use of Customized 3D-Printed Guides in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Compared With Conventional Techniques: A Systematic Review and Meta-analysis / A.O. Al-Naseem, A. Almehandi, K.M. Ebrahim [et al.] // *Am. J. Sports Med.* 2025. – ID 3635465251315165. doi: 10.1177/03635465251315165.

27. Andernord, D. Surgical predictors of early revision surgery after anterior cruciate ligament reconstruction / D. Andernord, H. Bjornsson, M. Petzold [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2014. – Vol. 42, N 7. – P. 1574-1582.

28. Angachekar, D. A Single-Stage Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy for Varus Alignment Correction With Revision Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction / D. Angachekar, S. Archik, A. Narvekar [et al.] // *Cureus.* – 2024. – Vol. 16, N 3. – P. e55992. doi: 10.7759/cureus.55992. .

29. Antosh, I.J. Return to military duty after anterior cruciate ligament reconstruction / I.J. Antosh, J.C. Patzkowski, A.W. Racusin [et al.] // *Mil. Med.* – 2018. – Vol. 183, N 1-2. – P. e83–e89.

30. Arnold, M.P. ACL Study Group survey reveals the evolution of anterior cruciate ligament reconstruction graft choice over the past three decades / M.P. Arnold, J.G. Calcei, N. Vogel [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2021. – Vol. 29. – P. 3871–3876.

31. Ashy, C. Quadriceps tendon autograft has similar clinical outcomes when compared to hamstring tendon and bone-patellar tendon-bone autografts for revision

ACL reconstruction: a systematic review and meta-analysis / C. Ashy, E. Bailey, J. Hutchinson [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2023. – Vol. 31, N 12. – P. 5463-5476. doi: 10.1007/s00167-023-07592-9.

32. Bachmaier, S. Stabilization and Gap Formation of Adjustable Versus Fixed Primary ACL Repair With Internal Brace: An in Vitro Full-Construct Biomechanical Cadaveric Study / S. Bachmaier, P.A. Smith, S. Hammoud [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2023. – Vol. 11, N 9. – P. 23259671231201462.

33. Barié, A. Revision ACL reconstruction using quadriceps or hamstring autografts leads to similar results after 4 years: good objective stability but low rate of return to pre-injury sport level / A. Barié, Y. Ehmann, A. Jaber [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2019. – Vol. 27, N 11. – P. 3527–3535. doi: 10.1007/s00167-019-05444-z.

34. Beighton, P. Articular mobility in an African population / P. Beighton, L. Solomon, C.L. Soskolne // *Ann. Rheum. Dis.* – 1973. – Vol. 32, N 5. – P. 413-418. doi: 10.1136/ard.32.5.413

35. Bernard, M. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method / M. Bernard, P. Hertel, H. Hornung [et al.] // *Am. J. Knee Surg.* – 1997. – Vol. 10. – P. 14-22.

36. Biset, A. Tibial tunnel expansion does not correlate with four-strand graft maturation after ACL reconstruction using adjustable cortical suspensory fixation / A. Biset, A. Douiri, J.R. Robinson [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2023. – Vol. 31, N 5. – P. 1761-1770. doi: 10.1007/s00167-022-07051-x.

37. Bjornsson, H. A randomized controlled trial with mean 16-year follow-up comparing hamstring and patellar tendon autograph in anterior cruciate ligament reconstruction / H. Bjornsson, K. Samuelson, D. Sundemo [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2016. – Vol. 44, N 9. – P. 2304-2313.

38. Boniello, M.R. Impact of Hamstring Graft Diameter on Tendon Strength: A Biomechanical Study / M.R. Boniello, P.M. Schwingler, J.M. Bonner [et al.] // *Arthroscopy.* – 2015. – Vol. 31, N 6. – P. 1084-90. doi: 10.1016/j.arthro.2014.12.023.

39. Bottoni, C.R. Autograft versus allograft anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized clinical study with a minimum 10-year follow-up / C.R. Bottoni, E.L. Smith, J. Shaha [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 43, N 10. – P. 2501–2509.
40. Branam, B.R. Allografts in knee surgery / B.R. Branam, D.L. Johnson // *Orthopedics.* – 2007. – Vol. 30, N 11. – P. 925–929. Doi: 10.3928/01477447-20071101-02
41. Brinlee, A.W. ACL Reconstruction Rehabilitation: Clinical Data, Biologic Healing, and Criterion-Based Milestones to Inform a Return-to-Sport Guideline / A.W. Brinlee, S.B. Dickenson, A. Hunter-Giordano, L. Snyder-Mackler // *Sports Health.* – 2022. – Vol. 14, N 5. – P. 770-779. doi: 10.1177/19417381211056873.
42. Burrus, T.M. Diagnostic and management strategies for multiligament knee injuries: a critical analysis review / T.M. Burrus, B.C. Werner, J.W. Griffin [et al.] // *JBJS Rev.* – 2016. – Vol. 4, N 2. – P. e1. — doi: 10.2106/JBJS.RVW.O.00020
43. Byrne, K.J. Non-anatomic tunnel position increases the risk of revision anterior cruciate ligament reconstruction / K.J. Byrne, J.D. Hughes, C. Gibbs [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2022. – Vol. 30, N 4. – P. 1388-1395. doi: 10.1007/s00167-021-06607-7.
44. Carson, E.W. Revision anterior cruciate ligament reconstruction: etiology of failures and clinical results / E.W. Carson, E.M. Anisko, C. Restrepo [et al.] // *J. Knee Surg.* – 2004. Vol. 17, N 3. – P. 127-132. – doi: 10.1055/s-0030-1248210.
45. Cernat, E.M. The Anterior Notch Area for 3 Types of Notch Geometry, an Individualized Approach for Choosing the ACL Graft Size / E.M. Cernat, A. Neagu, C. Betianu [et al.] // *Chirurgia (Bucur).* 2024. – Vol. 119, eCollection. – P. 1-10. doi: 10.21614/chirurgia.119.eC.2991.
46. Chambat, P. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years / P. Chambat, C. Guier, B. Sonnery-Cottet [et al.] // *Int orthop.* – 2013. – Vol. 37, N 2. – P. 181-186.
47. Cheatham, S.A. Anatomic revision ACL reconstruction / S.A. Cheatham, D.L. Johnson // *Sports Med. Arthrosc. Rev.* – 2010. – Vol. 18, N 1. – P. 33-39.

48. Chen, T. Diagnosis and treatment of anterior cruciate ligament injuries: Consensus of Chinese experts part II: Graft selection and clinical outcome evaluation / T. Chen, X. Bai, L. Bai [et al.] // J. Orthop. Translat. – 2024. – Vol. 48. – P. 163-175. doi: 10.1016/j.jot.2024.07.002.
49. Chen, J.L. Differences in mechanisms of failure, intraoperative findings, and surgical characteristics between single- and multiple-revision ACL reconstructions: a MARS cohort study / J.L. Chen, C.R. Allen, T.E. Stephens [et al.]. // Am. J. Sports Med. – 2013. – Vol. 41, N 7. – P. 1571-1578.
50. Cheung, E.C. Osteoarthritis and ACL reconstruction myths and risks / E.C. Cheung, M. DiLallo, B.T. Feeley [et al.] // Curr. Rev. Musculoskelet Med. – 2020. – Vol. 13, N 1. – P. 115–122.
51. Chia, L. Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology in Team-Ball Sports: A Systematic Review with Meta-analysis by Sex, Age, Sport, Participation Level, and Exposure Type / L. Chia, D. De Oliveira Silva, M. Whalan [et al.] // Sports Med. – 2022. – Vol. 52, N 10. – P. 2447-2467. doi: 10.1007/s40279-022-01697-w.
52. Christino, M.A. Descriptive Epidemiology of Complete ACL Tears in the Skeletally Immature Population: A Prospective Multicenter PLUTO Study / M.A. Christino, L.E. Hutchinson, A.T. Pennock [et al.] // Am J Sports Med. – 2025. – Vol. 53, N 3. – P. 612-622. doi: 10.1177/03635465241312215. .
53. Cohen, D. Etiology of Failed Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: a Scoping Review / D. Cohen, P.F. Yao, A. Uddandam [et al.] // Curr. Rev. Musculoskelet .Med. 2022. – Vol. 15, N 5. – P. 394-401. doi: 10.1007/s12178-022-09776-1.
54. Colatruglio, M. Outcomes of 1-Versus 2-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis / M. Colatruglio, D.C. Flanigan, J. Long [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2021. – Vol. 49, N 3. – P. 798-804. doi: 10.1177/0363546520923090.
55. Cruz, C.A. Comparing Bone-Tendon Autograft With Bone-Tendon-Bone Autograft for ACL Reconstruction: A Matched-Cohort Analysis / C.A. Cruz,

D. Goldberg, J. Wake [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2020. – Vol. 8, N 12. – P. 2325967120970224. doi: 10.1177/2325967120970224.

56. Dale, K.M. Surgical Management and Treatment of the Anterior Cruciate Ligament/Medial Collateral Ligament Injured Knee / K.M. Dale, J.R. Bailey, C.T. Moorman // *Clin. Sports Med.* – 2017. – Vol. 36, N 1. – P. 87-103. doi: 10.1016/j.csm.2016.08.005.

57. Dave, L.Y. Tunnel enlargement 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a radiographic and functional evaluation / L.Y. Dave, O.K. Leong, S.A. Karim [et al.] // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2014. – Vol. 24, N 2. – P. 217-223. doi: 10.1007/s00590-013-1175-4.

58. David, L. Combined Anterior cruciate ligament reconstruction and lateral extra-articular tenodesis / L. David, M.D. Bernholt, I. Mitchell [et al.] // *Arthrosc. Tech.* – 2019. – Vol. 9, N 8. – P. e855-e859.

59. De Sa, D. The REVision Using Imaging to Guide Staging and Evaluation (REVISE) in ACL Reconstruction Classification / D. de Sa, R.J. Crum, S. Rabuck [et al.] // *J. Knee Surg.* – 2021. – Vol. 34, N 5). – P. 509-519. – doi: 10.1055/s-0039-1697902.

60. Dean, R.S. ACL and Posterolateral Corner Injuries / R.S. Dean, R.F. LaPrade // *Curr. Rev. Musculoskel. Med.* – 2019. – Vol. 13, N 1. – P. 123–132. – DOI 10.1007/s12178-019-09581-3

61. Dejour, D. First revision ACL reconstruction combined with tibial deflexion osteotomy improves clinical scores at 2 to 7 years follow-up / D. Dejour, A. Rozinthe, G. Demey // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2023. – Vol. 31, N 10. – P. 4467-4473. doi: 10.1007/s00167-023-07493-x. .

62. Dejour, D. Tibial slope and medial meniscectomy significantly influence shortterm knee laxity following ACL reconstruction / D. Dejour, M. Pungitore, J. Valluy [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2019. – Vol. 27, N 11. – P. 3490-3497.

63. Dejour, D. Tibial slope correction combined with second revision ACL produces good knee stability and prevents graft rupture / D. Dejour, M. Saffarini,

G. Demey, Baverel // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*— 2015. — Vol. 23, N 10. — P. 2846-2852. doi: 10.1007/s00167-015-3758-6.

64. Dejour, H. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. Two radiological tests compared / H. Dejour, M. Bonnin // *J. Bone Joint Surg. Br.* — 1994. — Vol. 76, N 5. — P. 745-749.

65. DePhillipo, N.N. Current trends among US surgeons in the identification, treatment, and time of repair for medial meniscal ramp lesions at the time of ACL surgery / N.N. DePhillipo, L. Engebretsen, R.F. LaPrade [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* — 2019. — Vol. 7, N 2. — P. 2325967119827267.

66. DePhillipo, N.N. Effect of meniscocapsular and meniscotibial lesions in ACL-deficient and ACL-reconstructed knees: A biomechanical study / N.N. DePhillipo, G. Moatshe, A. Brady [et al.] // *Am. J. Sports Med.* — 2018. — Vol. 46:2422–2431. doi: 10.1177/0363546518774315.

67. Desai, N. Revision surgery in anterior cruciate ligament reconstruction: a cohort study of 17,682 patients from the Swedish National Knee Ligament Register / N. Desai, D. Andernord, D. Sundemo [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* — 2017. — Vol. 25, N 5. — P. 1542-1554.

68. Diermeier, T. Outcomes after bone grafting in patients with and without ACL revision surgery: a retrospective study / T. Diermeier, E. Herbst, S. Braun [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* — 2018. — Vol. 19, N 1. — P. 246.

69. Dini, F. Multiple ACL Revision: Failure Analysis and Clinical Outcomes / F. Dini, A. Tecame, A. Ampollini [et al.] // *J. Knee Surg.* — 2021. — Vol. 34, N 8. — P. 801-809. doi: 10.1055/s-0039-3400741.

70. Dragoo, J.L. Single-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction using bone grafting for posterior or widening tibial tunnels restores stability of the knee and improves clinical outcomes / J.L. Dragoo, M. Kalisvaart, K.M. Smith [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* — 2019. — Vol. 27, N 11. — P. 3713-3721. — doi: 10.1007/s00167-019-05467-6.

71. Duerr, R.A. Association of Elevated Posterior Tibial Slope With Revision Anterior Cruciate Ligament Graft Failure in a Matched Cohort Analysis / R.A. Duerr,

B. Ormseth, A. DiBartola [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2023. – Vol. 51, N 1. – P. 38-48. doi: 10.1177/03635465221134806.

72. Dustmann, M. The extracellular remodeling of free-soft-tissue autografts and allografts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: a comparison study in a sheep model / M. Dustmann, T. Schmidt, I. Gangey [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2008. – Vol. 16, N 4. – P. 360-369. doi: 10.1007/s00167-007-0471-0.

73. Dzidzishvili, L. Combined lateral meniscus posterior root and meniscofemoral ligament injuries increase tibiofemoral forces and compromise rotational stability in ACL-deficient and reconstructed knees: A systematic review and meta-analysis of biomechanical studies / L. Dzidzishvili, A.S. Bi, M. Ostojic [et al.] // *J. Exp. Orthop.* – 2025. – Vol. 12, N 2. – P. e70227. doi: 10.1002/jeo2.70227.

74. Edgar, C. Incidence of posteromedial meniscocapsular separation and the biomechanical implications on the anterior cruciate ligament / C. Edgar, N. Kumar, J.K. Ware [et al.] // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* – 2019. – Vol. 27, N 4. – P. e184-e192.

75. Edwards, K. Functional restoration following anterior cruciate ligament reconstruction in active duty military personnel / K. Edwards, A. Goral, R. Hay, T. Kelso // *Mil. Med.* – 1991. – Vol. 156, N 03. – P. 118–121.

76. Ehlers, C.B. The Statistical Fragility of Hamstring Versus Patellar Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Comparative Studies / C.B. Ehlers, A.J. Curley, N.P. Fackler [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2021. – Vol. 49, N 10. – P. 2827-2833. doi: 10.1177/0363546520969973.

77. El Helou, A. Failure Rates of Repaired Bucket-Handle Tears of the Medial Meniscus Concomitant With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Cohort Study of 253 Patients From the SANTI Study Group With a Mean Follow-up of 94 Months / A. El Helou, L. Gousopoulos, J. Shatrov [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2023. – Vol. 51, N 3. – P. 585-595. doi: 10.1177/03635465221148497.

78. El-Azab, H. A comparison of the outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction with large-size graft versus reconstruction with average-size graft

combined with extraarticular tenodesis / H. El-Azab, M. Moursy, M.A. Mohamed, M. Elsayed // *Injury*. – 2023. – Vol. 54, N 3. – P. 976-982.

79. Feagin, J. Understand, respect and restore anatomy as close as possible! / J. Feagin, M. Hirschmann, W. Muller // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* – 2015. – Vol. 23, N 10. – P. 2771-2772. doi: 10.1007/s00167-015-3635-3.

80. Ferretti, A. Prevalence and classification of injuries of anterolateral complex in anterior cruciate ligament tears / A. Ferretti, E. Monaco, M. Fabbri [et al.] // *Arthroscopy*. 2017. – Vol. 33, N 1. – P. 147-154.

81. Filbay, S.R. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture / S.R. Filbay, H. Grindem // *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* – 2019. – Vol. 33, N 1. – P. 33-47. doi: 10.1016/j.berh.2019.01.018.

82. Frank, J.M. Lateral meniscus posterior root and meniscomfemoral ligaments as stabilizing structures in the ACL-deficient knee: a biomechanical study / J.M. Frank, G. Moatshe, A.W. Brady [et al.] // *Orthop. J. Sport Med.* – 2017. – Vol. 5, N 6. – P. 232596711769575. doi: 10.1177/2325967117695756.

83. Fu, F.H. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction / F.H. Fu, C.H. Bennett, C. Lattermann, C.B. Ma // *Am. J. Sports Med.* – 1999. – Vol. 27, N 6. – P. 821-830. doi: 10.1177/03635465990270062501. PMID: 10569374.

84. The UK National Ligament Registry Report 2015 / A. Gabr, S. O’Leary, T. Spalding [et al.] // *Knee*. – 2015. – Vol. 22, N 4. – P. 351-353.

85. Getgood, A. The anterolateral complex of the knee: results from the International ALC consensus group meeting / A. Getgood, Ch. Brown, T. Lording [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2019. – Vol. 27, N 1. – P. 168-176.

86. Glatke, K.E. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Recovery and Rehabilitation: A Systematic Review / K.E. Glatke, S.V. Tummala, A. Chhabra // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2022. – Vol. 104, N 8. – P. 739-754. doi: 10.2106/JBJS.21.00688.

87. Glogovac, G. Return to sport following revision anterior cruciate ligament reconstruction in athletes: a systematic review / G. Glogovac, A.P. Schumaier, B.M. Grawe // *Arthroscopy*. – 2019. – Vol. 35, N 7. – P. 2222-2230.
88. Golovakha, M.L. Comparison of theoretical fixation stability of three devices employed in medial opening wedge high tibial osteotomy: a finite element analysis / M.L. Golovakha, W. Orljanski, K.P. Benedetto [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2014. – Vol. 15. – P. 230. doi: 10.1186/1471-2474-15-230.
89. Goyal, T. Full-thickness peroneus longus tendon autograft for anterior cruciate reconstruction in multi-ligament injury and revision cases: outcomes and donor site morbidity / T. Goyal, S. Paul, A.K. Choudhury [et al.] // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2023. – Vol. 33, N 1. – P. 21-27. doi: 10.1007/s00590-021-03145-3.
90. Gracia, G. Epidemiology of Combined Injuries of the Secondary Stabilizers in ACL-Deficient Knees: Medial Meniscal Ramp Lesion, Lateral Meniscus Root Tear, and ALL Tear: A Prospective Case Series of 602 Patients With ACL Tears From the SANTI Study Group / G. Gracia, M. Cavaignac, V. Marot [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2022. – Vol. 50, N 7. – P. 1843-1849. doi: 10.1177/03635465221092767.
91. Grassi, A. Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injury in Italian First Division Soccer Players / A. Grassi, L. Macchiarola, M. Filippini [et al.] // *Sports Health*. – 2020. – Vol. 12, N 3. – P. 279-288. doi: 10.1177/1941738119885642.
92. Grassi, A. What is the mid-term failure rate of revision acl reconstruction? A systematic review / A. Grassi, C. Kim, G.M. Marcheggiani Muccioli [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2017. – Vol. 475, N 10. – P. 2484-2499.
93. Greiner, S. Internal brace augmentation in elbow varus posteromedial rotatory instability (VPMRI) allows early rehabilitation and prevents stiffness / S. Greiner, A. Voss, A. Soler, H. Bhayana // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2024. – Vol. 145, N 1. – P. 62. doi: 10.1007/s00402-024-05722-7.
94. Han, H.S. Anterior cruciate ligament reconstruction: quadriceps versus patellar autograft / H.S. Han, S.C. Seong, S. Lee [[et al.]] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2008. – Vol. 466, N 1. – P. 198-204. – doi: 10.1007/s11999-007-0015-4.

95. Hardy, A. Epidemiology and Characteristics of Meniscal Tears in Patients With Combined ACL and Medial Collateral Ligament Injuries Versus Isolated ACL Tears: A Case-Control Study From the Francophone Arthroscopic Society / A. Hardy, E. Berard, B. Freychet [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2025. – Vol. 53, N 1. – P. 154-162. doi: 10.1177/03635465241296879. .
96. Haroun, H.K. Transtibial versus independent femoral tunnel drilling techniques for anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation of femoral aperture positioning / H.K. Haroun, M.M. Abouelsoud, M.R. Allam [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2022. – Vol. 17, N 1. – P. 166. doi: 10.1186/s13018-022-03040-5.
97. Hassebrock, J.D. Knee Ligament Anatomy and Biomechanics / J.D. Hassebrock, M.T. Gulbrandsen, W.L. Asprey [et al.] // *Sports Med. Arthrosc. Rev.* – 2020. – Vol. 28, N 3. – P. 80-86. doi: 10.1097/JSA.0000000000000279.
98. He, J. Peroneus longus tendon autograft has functional outcomes comparable to hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis / J. He, Q. Tang, S. Ernst [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2021. – Vol. 29, N 9. – P. 2869-2879. doi: 10.1007/s00167-020-06279-9.
99. Hopper, G.P. Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Graft Failure in Professional Athletes: An Analysis of 342 Patients With a Mean Follow-up of 100 Months From the SANTI Study Group / G.P. Hopper, C. Pioger, C. Philippe [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2022. – Vol. 50, N 12. – P. 3218-3227. doi: 10.1177/03635465221119186.
100. Horvath, A. Outcome After Anterior Cruciate Ligament Revision / A. Horvath, E.H. Senorski, O. Westin et al // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2019. – Vol. 12, N 3. – P. 397-405. doi: 10.1007/s12178-019-09571-5.
101. Hughes, J.D. Association of Smaller Intercondylar Notch Size With Graft Failure After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / J.D. Hughes, S.A. Boden, R. Belayneh [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2024. – Vol. 12, N 8. – P. 23259671241263883. doi: 10.1177/23259671241263883.

102. Hulstyn, M. Biomechanical evaluation of interference screw fixation in a bovine patellar bone-tendon-bone autograft complex for anterior cruciate ligament reconstruction / M. Hulstyn, P.D. Fadale, J. Abate, W.R. Walsh // *Arthroscopy*. – 1993. – Vol. 9, N 4. – P. 417-24. doi: 10.1016/s0749-8063(05)80316-0.

103. Hurley, E.T. Quadriceps tendon has a lower re-rupture rate than hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction - A meta-analysis / E.T. Hurley, E.S. Mojica, A.C. Kanakamedala [et al.] // *J. ISAKOS*. – 2022. – Vol. 7, N 2. – P. 87-93. doi: 10.1016/j.jisako.2021.10.001.

104. Huser, L.E. Anterolateral ligament and iliotibial band control of rotational stability in the anterior cruciate ligament-intact knee: defined by tibiofemoral compartment translations and rotations / L.E. Huser, F.R. Noyes, D. Jurgensmeier, M.S. Levy // *Arthroscopy*. – 2017. – Vol. 33, N 3. – P. 595–604.

105. Ifarraguerri, A.M. Two-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction reduces failure risk but leads to lesser clinical outcomes than single-stage revision after primary anterior cruciate ligament graft failure: a retrospective cohort study / A.M. Ifarraguerri, G.D. Graham, A.B. White [et al.] // *Knee Surg. Relat. Res.* – 2025. – Vol. 37, N 1. – P. 5. doi: 10.1186/s43019-024-00257-y.

106. Itthipanichpong, T. Systematic Review of Clinical Outcomes After Proximal Tibia Anterior Closing-Wedge Osteotomy With ACL Reconstruction / T. Itthipanichpong, T.J. Uppstrom, V.S. Menta [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2023. – Vol. 11, N 12. – P. 23259671231210549. doi: 10.1177/23259671231210549.

107. Jackson, D.W. A comparison of patellar tendon autograft and allograft used for anterior cruciate ligament reconstruction in the goat model / D.W. Jackson, E.S. Grood, J.D. Goldstein [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 1993. – Vol. 21, N 2. – P. 176-85. doi: 10.1177/036354659302100203.

108. Jagadeesh, N. Does Hamstring Graft Size Affect Functional Outcome and Incidence of Revision Surgery After Primary Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction? / N. Jagadeesh, T. Dhawan, F. Sheik, V. Shivalingappa // *Cureus*. – 2022. – Vol. 14, N 1. – P. e21158. doi: 10.7759/cureus.21158.

109. James, E.W. Anatomy and biomechanics of the lateral side of the knee and surgical implications / E.W. James, C.M. LaPrade, R.F. LaPrade // *Sports Med. Arthrosc. Rev.* – 2015. – Vol. 23, N 1. – P. 2–9.
110. Jenkins, S.M. Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Injury: Review of Current Literature and Recommendations / S.M. Jenkins, A. Guzman, B.B. Gardner [et al.] // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2022. – Vol. 15, N 3. – P. 170-179. doi: 10.1007/s12178-022-09752-9.
111. Kaeding, Ch.C. Risk factors and predictors of subsequent ACL injury in either knee after ACL reconstruction / Ch.C. Kaeding, A.D. Pedrosa, E.K. Reinke [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 43, N 7. – P. 1591-1597.
112. Kaeding, C.C. Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries / C.C. Kaeding, B. Léger-St-Jean, R.A. Magnussen // *Clin. Sports Med.* – 2017. – Vol. 36, N 1. – P. 1-8. – doi: 10.1016/j.csm.2016.08.001.
113. Kamath, G.V. Revision anterior cruciate ligament reconstruction / G.V. Kamathm, J.C. Redfern, P.E. Greis [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2011. – Vol. 39, N 1. – P. 199-217.
114. Kemler, B. Considerations for revision anterior cruciate ligament reconstruction: A review of the current literature / B. Kemler, C. Coladonato, A. Perez [et al.] // *J. Orthop.* – 2024. – Vol. 56. – P. 57-62. doi: 10.1016/j.jor.2024.05.012.
115. Kew, M.E. Chapter 5: Techniques For ACL Revision Reconstruction / M.E. Kew, M.D. Miller, B.C. Werner // *Sports Med. Arthrosc. Rev.* – 2020. – Vol. 28, N 2. – P. e11-e17. doi: 10.1097/JSA.0000000000000262.
116. Kim, J.S. Rehabilitation after Repair of Medial Meniscus Posterior Root Tears: A Systematic Review of the Literature / J.S. Kim, M.K. Lee, M.Y. Choi [et al.] // *Clin. Orthop. Surg.* – 2023. – Vol. 15, N 5. – P. 740-751. doi: 10.4055/cios21231.
117. Kim, Y.K. Intraoperative Graft Isometry in Anatomic Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / Y.K. Kim, J.D. Yoo, S.W. Kim [et al.] // *Knee Surg. Relat. Res.* – 2018. – Vol. 30, N 2. – P. 115-120. doi: 10.5792/ksrr.16.077.
118. Kimura, Y. Incidence and Risk Factors of Subsequent Meniscal Surgery After Successful Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Retrospective Study

With a Minimum 2-Year Follow-up / Y. Kimura, E. Sasaki, Y. Yamamoto [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2020. – Vol. 48, N 14. – P. 3525-3533.

119. Kobayashi, M. A retrospective review of bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons fixed with a metal round cannulated interference screw in the femur / M. Kobayashi, Y. Nakagawa, T. Suzuki [et al.] // *Arthroscopy.* – 2006. – Vol. 22, N 10. – P. 1093-1099.

120. Kraeutler, M.J. Bone-patellar tendon-bone autograft versus allograft in outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of 5182 patients / M.J. Kraeutler, J.T. Bravman, E.C. McCarty // *Am. J. Sports. Med.* – 2013. – Vol. 41, N 10. – P. 2439–2448.

121. Krumbach, B. A Comparative Analysis of Quadriceps Tendon, Patellar Tendon Bone Allograft, and Cadaver Graft in Anterior Cruciate Ligament (ACL) Repair and Reconstructive Surgery / B. Krumbach, C. Meretsky, A.T. Schiuma [et al.] // *Cureus.* – 2024. – Vol. 16, N 5. – P. e59836. doi: 10.7759/cureus.59836.

122. Krych, A.J. High rate of missed lateral meniscus posterior root tears on preoperative magnetic resonance imaging / A.J. Krych, I.T. Wu, V.S. Desai [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2018. – Vol. 6. doi: 10.1177/2325967118765722.

123. Kunze, K.N. Risk Factors for ramp lesions of the medial meniscus: A systematic review and meta-analysis / K.N. Kunze, J. Wright-Chisem, E.M. Polce [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2021. – Vol. 49:3749–3757. doi: 10.1177/0363546520986817.

124. Kvist, J. Results from the Swedish national anterior cruciate ligament register / J. Kvist, J. Kartus, J. Karlsson, M. Forssblad // *Arthroscopy.* – 2014. – Vol. 30, N 7. – P. 803-810. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.02.036.

125. LaPrade, C.M. Concurrent Repair of Medial Meniscal Ramp Lesions and Lateral Meniscus Root Tears in Patients Undergoing Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The "New Terrible Triad" / C.M. LaPrade, M.D. Homan, J. Moran [et al.] // *Arthrosc. Tech.* – 2023. – Vol. 12, N 9. – P. e1565-e1578.

126. LaPrade, R.F. Controlled Early Postoperative Weightbearing Versus Nonweightbearing After Reconstruction of the Fibular (Lateral) Collateral Ligament:

A Randomized Controlled Trial and Equivalence Analysis / R.F. LaPrade, N.D. Nicholas, T.R. Cram [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2018. — Vol. 46, N 10. — P. 2355–2365.

127. LaPrade, R.F. The anatomy of the medial part of the knee / R.F. LaPrade, A.H. Engebretsen, T.V. Ly [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2007. – Vol. 89, N 9. – P. 2000-2010. doi: 10.2106/JBJS.F.01176.

128. Lee, D.W. Adolescents show a lower healing rate of anterolateral ligament injury and a higher rotational laxity than adults after anterior cruciate ligament reconstruction / D.W. Lee, J.K. Lee, S.H. Kwon [et al.] // *Knee.* – 2021. – Vol. 30. – P. 113-124. doi: 10.1016/j.knee.2021.03.020.

129. Lee, D.W. Clinical outcomes of isolated revision anterior cruciate ligament reconstruction or in combination with anatomic anterolateral ligament reconstruction / D.W. Lee, J.G. Kim, S.I. Cho [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2019. – Vol. 47, N 2. – P. 324-333.

130. Leite, C.B.G. Biological enhancements for anterior cruciate ligament reconstruction / C.B.G. Leite, M.K. Demange // *Acta Ortop. Bras.* – 2019. – Vol. 27, N 6. – P. 325–330.

131. Leys, T. Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts / T. Leys, L. Salmon, A. Waller, J. Linklater [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2012. – Vol. 40, N 3. – P. 595-605. DOI: 10.1177/0363546511430375.

132. Li, X. Failure modes after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis / X. Li, L.Yan, D. Li [et al.] // *Int Orthop.* – 2023. – Vol. 47, N 3. – P. 719-734. doi: 10.1007/s00264-023-05687-z.

133. Lind, D.R.G. Evolution of anterior cruciate ligament reconstruction & graft choice: a review / D.R.G. Lind, R.S. Patil, M.A. Amunategui [et al.] // *Ann Jt.* – 2023. – Vol. 8. – ID 19. doi: 10.21037/aoj-22-39.

134. Liu, P. Anatomic, Arthroscopically Assisted, Mini-Open Fibular Collateral Ligament Reconstruction / P. Liu, J. Wang, F. Zhao [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2014. – Vol. 42, N 2. — P. 373–381. — DOI 10.1177/0363546513508536

135. Liu, X. Arthroscopic prevalence of ramp lesion in 868 patients with anterior cruciate ligament injury / X. Liu, H. Feng, H. Zhang [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2011. – Vol. 39, N 4. – P. 832-837.
136. Lobenhoffer, P. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy / P. Lobenhoffer, J.D. Agneskirchner // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2003. – Vol. 11, N 3. – P. 132-138.
137. Lobenhoffer, P. Kniegelenknahe Osteotomien / P. Lobenhoffer, J.D. Agneskirchner, M. Gala. – Thieme, 2007. – 161 p.
138. Lubowitz, J.H. Knee lateral extra-articular tenodesis / J.H. Lubowitz // *Arthroscopy.* – 2015. – Vol. 31, N 10. – P. 2035.
139. Maginnis, C. Analysis of Graft Types Augmented With an Internal Brace for ACL Reconstruction: A Systematic Review / C. Maginnis, C. Root, J.H. Schiavo [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2024. – Vol. 52, N 9. – P. 2415-2423. doi: 10.1177/03635465231196157.
140. Magnussen, R.A. A CT-based classification of prior ACL femoral tunnel location for planning revision ACL surgery / R.A. Magnussen, P. Debieux, B. Benjamin [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2012. – Vol. 20, N 7. – P. 1298-1306. doi: 10.1007/s00167-011-1814-4.
141. Malige, A. Biomechanical properties of common graft choices for anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review / A. Malige, S. Baghdadi, M.W. Hast [et al.] // *Clin. Biomech. (Bristol).* – 2022. – Vol. 95:105636. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2022.105636.
142. Mall, N.A. Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States / N.A. Mall, P.N. Chalmers, M. Moric [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2014. – Vol. 42, N 10. – P. 2363-2370. doi: 10.1177/0363546514542796.
143. Mann, O. Anterior cruciate ligament reconstruction: Effect of graft tunnel position on early to mid-term clinical outcomes / O. Mann, O. Al-Dadah // *World J. Orthop.* – 2024. – Vol. 15, N 8. – P. 744-753. doi: 10.5312/wjo.v15.i8.744.

144. Mao, Y. Transtibial Versus Anteromedial Portal Technique for Femoral Tunnel Drilling in Primary Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-analysis of Level 1 and 2 Evidence of Clinical, Revision, and Radiological Outcomes / Y. Mao, K. Zhang, J. Li, W. Fu // *Am. J. Sports Med.* – 2023. – Vol. 51, N 1. – P. 250-262. doi: 10.1177/03635465211044476.

145. Margheritini, F. Complex Knee Ligament Injuries / F. Margheritini, J. Espregueira-Mendes, A. Gobbi (eds.). – Springer, 2019. – 210 p.

146. Marieswaran, M. A Review on Biomechanics of Anterior Cruciate Ligament and Materials for Reconstruction / M. Marieswaran, I. Jain, B. Garg [et al.] // *Appl. Bionics. Biomech.* – 2018. – Vol. 2018. – ID 4657824. doi: 10.1155/2018/4657824.

147. MARS Group Effect of graft choice on the outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction in the Multicenter ACL Revision Study (MARS) Cohort // *Am. J. Sports Med.* – 2014. – Vol. 42, N 10. – P. 2301-2310. doi: 10.1177/0363546514549005.

148. MARS Group. Surgical Predictors of Clinical Outcomes After Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / MARS Group, C.R. Allen, A.F. Anderson [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2017. – Vol. 45, N 11. – P. 2586-2594. doi: 10.1177/0363546517712952.

149. MARS Group. Association Between Graft Choice and 6-Year Outcomes of Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in the MARS Cohort / MARS Group, R.W.Wright, L.J. Huston [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2021. – Vol. 49, N 10. – P. 2589-2598. doi: 10.1177/03635465211027170.

150. Martin, R.K. Predicting anterior cruciate ligament reconstruction revision: a machine learning analysis utilizing the Norwegian knee ligament register / R.K. Martin, S. Wastvedt, A. Pareek [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2022. – Vol. 104, N 2. – P. 145–153.

151. Marx, J.S. Revision ACL reconstruction has higher incidence of 30-day hospital read-mission, reoperation, and surgical complications relative to primary

procedures / J.S. Marx, M.A. Plantz, E.B. Gerlach [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2022. – Vol. 30, N 5. – P. 1605–1610

152. Mastrokalos, D. Limited accuracy of transtibial aiming for anatomical femoral tunnel positioning in ACL reconstruction / D. Mastrokalos, A.G. Roustemis, D. Koulalis // *SICOT J.* – 2025. – Vol. 11. – P. 8. doi: 10.1051/sicotj/2025002.

153. Matassi, F. Posterior Lateral Meniscal Root Repair Through Lateral Tunnel and Anterior Cruciate Ligament Revision: How to Avoid Tunnel Overlapping / F. Matassi, Z.A. Taha, A. Civinini [et al.] // *Arthrosc. Tech.* – 2024. – Vol. 13, N 10. – P. 103089. doi: 10.1016/j.eats.2024.103089.

154. Ménétrey, J. "Biological failure" of the anterior cruciate ligament graft / V.B. Duthon, T. Laumonier, D. Fritschy // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2008. – Vol. 16, N 3. – P. 224-31. doi: 10.1007/s00167-007-0474-x.

155. Middleton, K.K. Is the native ACL insertion site "completely restored" using an individualized approach to single-bundle ACL-R? / K.K. Middleton, B. Muller, P.H. Araujo [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2015. – Vol. 23, N 8. – P. 2145-2150. doi: 10.1007/s00167-014-3043-0.

156. Miller, M.D. Anterior Cruciate Ligament Revision Reconstruction / M.D. Miller, M.E. Kew, C.A. Quinn // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* – 2021. – Vol. 29, N 17. – P. 723-731. doi: 10.5435/JAAOS-D-21-00088. PMID: 34096902.

157. Min, J.H. Graft choice to decrease the revision rate of anterior cruciate ligament reconstruction: a nationwide retrospective cohort study / J.H. Min, H.K. Yoon, H.C. Oh [et al.] // *Sci. Rep.* – 2024. – Vol. 14, N 1. – P. 20004. doi: 10.1038/s41598-024-71068-0.

158. Mirzayan, R. No difference in revision risk between autologous hamstring graft less than 8 mm versus hybrid graft 8 mm or larger in anterior cruciate ligament reconstruction / R. Mirzayan, R.N. Chang, K.E. Royse [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2023. – Vol. 31, N 8. – P. 3465-3473. doi: 10.1007/s00167-023-07437-5.

159. Mitchell, J.J. Outcomes After 1-Stage Versus 2-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / J.J. Mitchell, J. Chahla, C.S. Dean [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2017. – Vol. 45, N 8. – P. 1790-1798. doi: 10.1177/0363546517698684.
160. Moran, T.E. Combined tibial deflexion osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction improves knee function and stability: A systematic review / T.E. Moran, E.K. Driskill, A.J. Tagliero [et al.] // *J. ISAKOS.* – 2024. – Vol. 9, N 4. – P. 709-716. doi: 10.1016/j.jisako.2024.06.010.
161. Morgan, J.A. Femoral tunnel malposition in ACL revision reconstruction / J.A. Morgan, D. Dahm, B. Levy [et al.] // *J. Knee Surg.* – 2012. – Vol. 25, N 5. – P. 361-368. doi: 10.1055/s-0031-1299662.
162. Mueller, M.M. App-based analysis of the femoral tunnel position in ACL reconstruction using the quadrant method / M.M. Mueller, O. Tenfelde, N. Hinz [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2024. – Vol. 144, N 7. – P. 3137-3144.
163. Muller, B. ACL graft healing and biologics / B. Muller, K.F. Bowman Jr., A. Bedi // *Clin. Sports Med.* – 2013. – Vol. 32, N 1. – P. 93-109.
164. Murakami, R. The Tibial Tunnel Size Relative to the Proximal Tibia Affects the Tibial Tunnel Widening in Anatomical Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / R. Murakami S. Taketomi, R. Yamagami [et al.] // *J. Knee Surg.* – 2025. – Vol. 38, N 4. – P. 163-169. doi: 10.1055/s-0044-1792021.
165. Muramatsu, K. Serial evaluation of human anterior cruciate ligament grafts by contrast-enhanced magnetic resonance imaging: comparison of allografts and autografts / K. Muramatsu, Y. Hachiya, H. Izawa // *Arthroscopy.* – 2008. – Vol. 24, N 9. – P. 1038-1044. doi: 10.1016/j.arthro.2008.05.014.
166. Murawski, C.D. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: current concepts and future perspective / C.D. Murawski, M.R. Wolf, D. Araki [et al.] // *Cartilage.* – 2013. – Vol. 4, N 3. – P. 27-37.
167. Nagano, J. The remodelling process of allogeneic and autogenous patellar tendon grafts in rats: a radiochemical study / J. Nagano, K. Shino, A. Maeda [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 1996. – Vol. 115, N 1. – P. 10-16.

168. Napier, R.J. Increased Radiographic Posterior Tibial Slope Is Associated With Subsequent Injury Following Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / R.J. Napier, E. Garcia, B.M. Devitt [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2019. – Vol. 7, N 11. – P. 2325967119879373. doi: 10.1177/2325967119879373.

169. Naqvi, U. Medial Collateral Ligament Knee Injuries / U. Naqvi, A.L. Sherman // *StatPearls* [Internet]. Treasure Island, StatPearls Publishing . 2021 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK431095/>. Updated 2022 Jan 2.

170. Nielsen, T.G. Single- or two-stage revision after failed ACL reconstruction: No differences in re-revision rates and clinical outcomes / T.G. Nielsen, O.G. Sørensen, M. Lind // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2024. – Vol. 32, N 1. – P. 89-94. doi: 10.1002/

171. Nissen, K.A. Allograft Use Results in Higher Re-Revision Rate for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / K.A. Nissen, N.H. Eysturoy, T.G. Nielsen [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2018. – Vol. 6, N 6. – P. 2325967118775381. doi: 10.1177/2325967118775381.

172. Novaretti, J.V. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Internal Brace Augmentation Results in Fewer Reruptures Compared to Reconstruction without Augmentation / J.V. Novaretti, C.P.P. Dias Junior, L.S. Lima [et al.] // *Rev. Bras. Ortop. (Sao Paulo)*. – 2024. – Vol. 59, N 6. – P. e868-e875. doi: 10.1055/s-0044-1785663.

173. Noyes, F.R. Lateral extra-articular reconstructions with anterior cruciate ligament surgery: are these operative procedures supported by in vitro biomechanical studies? / F.R. Noyes // *Arthroscopy*. – 2016. – Vol. 32, N 12. – P. 2612-2615.

174. Owens, B.D. Incidence of anterior cruciate ligament injury among active duty U.S. military servicemen and servicewomen / B.D. Owens, S.B. Mountcastle, W.R. Dunn [et al.] // *Mil. Med.* – 2007. – Vol. 172, N 1-2. – P. 90-91.

175. Pansard, E. How accurate are anatomic landmarks for femoral tunnel positioning in anterior cruciate ligament reconstruction? An in vivo imaging analysis comparing both anteromedial portal and outside-in techniques / E. Pansard, S. Klouche,

G. Vardi [et al.] // *Arthroscopy*. – 2015. – Vol. 31, N 5. – P. 882-889. doi: 10.1016/j.arthro.2014.11.038.

176. Park, J.Y. Comparative effectiveness of peroneus longus tendon (PLT) autografts versus hamstring tendon (HT) autografts in anterior cruciate ligament reconstruction: a comprehensive systematic review and meta analysis / J.Y. Park, A. Fernandes, S.Y. Park [et al.] // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2024. – Vol. 34, N 5. – P. 2691-2699. doi: 10.1007/s00590-024-03984-w.

177. Patel, A.D. Does sex affect second ACL injury risk? A systematic review with meta-analysis / A.D. Patel, G.S. Bullock, J. Wrigley [et al.] // *Br. J. Sports Med.* – 2021. – Vol. 55, N 15. – P. 873-882. doi: 10.1136/bjsports-2020-103408.

178. Peltier, A. The role of meniscotibial ligament in posteromedial rotational knee stability / A. Peltier, T. Lording, L. Maubisson [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2015. – Vol. 23, N 10. – P. 2967-2973.

179. Peress, R. Comparison of Intra- and Postoperative Complications between Bilateral Simultaneous and Staged Tibial Plateau Levelling Osteotomy with Arthroscopy in 176 Cases / R. Peress, S. Mejia, M. Unis [et al.] // *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* – 2021. – Vol. 34, N 2. – P. 91-98. doi: 10.1055/s-0040-1716682.

180. Perry, A.K. Lateral meniscus posterior root repair in the setting of anterior cruciate ligament reconstruction restores joint mechanics to the intact state and improves clinical function: a systematic review of biomechanical and clinical outcomes / A.K. Perry D.M. Knapik, B. Maheshwer [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2023. – Vol. 31, N 10. – P. 4474-4484. doi: 10.1007/s00167-023-07461-5.

181. Petersen, W. A systematic review about long-term results after meniscus repair / W. Petersen, Karpinski, S. Bierke [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2022. – Vol. 142, N 5. – P. 835-844. doi: 10.1007/s00402-021-03906-z.

182. Phatama, K.Y. Tensile strength comparison between hamstring tendon, patellar tendon, quadriceps tendon and peroneus longus tendon: a cadaver research / K.Y. Phatama, M. Hidayat, E. Mustamsir [et al.] // *J. Arthrosc Jt. Surg.* – 2019. – Vol. 6. – P. 114-116. doi: 10.1016/j.jajs.2019.02.003.

183. Pineda, T. No impact of graft size or time to surgery on anterior tibial translation under weight-bearing following ACL reconstruction / T. Pineda, N. Cance, M.J. Dan [et al.] // J. Exp. Orthop. – 2025. – Vol. 12, N 1. – P. e70130. doi: 10.1002/jeo2.70130.

184. Pioger, C. Secondary Meniscectomy Rates and Risk Factors for Failed Repair of Ramp Lesions Performed at the Time of Primary ACL Reconstruction: An Analysis of 1037 Patients From the SANTI Study Group / C. Pioger, M. Ayata, F. Pettinari [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2024. – Vol. 52, N 8. – P. 1944-1951. doi: 10.1177/03635465241253841.

185. Plaweski, S. Morphometric analysis and functional correlation of tibial and femoral footprints in anatomical and single bundle reconstructions of the anterior cruciate ligament of the knee / S. Plaweski, D. Petek, D. Saragaglia // Orthop. Traumatol. Surg. Res. – 2011. – Vol. 97, N 6 Suppl. – P. S75-79. doi: 10.1016/j.otsr.2011.07.004.

186. Pullen, W.M. Predictors of Revision Surgery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / W.M. Pullen, B. Bryant, T. Gaskill [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2016. – Vol. 44, N 12. – P. 3140-3145. doi: 10.1177/0363546516660062.

187. Punnoose, D.J. Peroneus Longus Tendon Autografts have Better Graft Diameter, Less Morbidity, and Enhanced Muscle Recuperation than Hamstring Tendon in ACL Reconstruction / D.J. Punnoose, J. Varghese, B. Theruvil, A.B. Thomas // Indian J. Orthop. – 2024. – Vol. 58, N 7. – P. 979-986. doi: 10.1007/s43465-024-01185-5.

188. Putnis, S.E. Adjustable suspension versus hybrid fixation in hamstring autograft anterior cruciate ligament reconstruction / S.E. Putnis, T. Oshima, A. Klasan [et al.] // Knee. – 2021. – Vol. 28. – P. 1-8. doi: 10.1016/j.knee.2020.10.014.

189. Rahardja, R. Higher Rate of Return to Preinjury Activity Levels After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With a Bone-Patellar Tendon-Bone Versus Hamstring Tendon Autograft in High-Activity Patients: Results From the New Zealand ACL Registry / R. Rahardja, H. Love, M.G. Clatworthy [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2021. – Vol. 49, N 13. – P. 3488-3494. doi: 10.1177/03635465211044142.

190. Raj, S. Quadriceps tendon versus hamstring tendon graft for primary anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis of randomised trials / S. Raj, A. Ridha, H.K.C. Searle [et al.] // *Knee*. – 2024. – Vol. 49. — P. 226-240. doi: 10.1016/j.knee.2024.07.002.
191. Reider, B. Slippery Slope / B. Reider // *Am. J. Sports Med.* – 2019. – Vol. 47, N 2. – P. 273-276. doi: 10.1177/0363546519825850. .
192. Riediger, M.D. ACL Reconstruction with Augmentation: a Scoping Review / S. Riediger, D. Tride, S.E. Coke [et al.] // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2019. – Vol. 12, N 2. – P. 166-172. doi: 10.1007/s12178-019-09548-4.
193. Rizer, M. Anterior cruciate ligament reconstruction tunnel size: causes of tunnel enlargement and implications for single versus two-stage revision reconstruction / M. Rizer, G.B. Foremny, A. Rush 3rd [et al.] // *Skeletal. Radiol.* – 2017. – Vol. 46, N 2. – P. 161-169.
194. Rodeo, S.A. Arthroscopic meniscal repair with use of the outside-in technique / S.A. Rodeo // *Instr. Course Lect.* – 2000. – Vol. 49. – P. 195-206.
195. Rodriguez, A.N. Combined Meniscus Repair and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / A.N. Rodriguez, R.F. LaPrade, A.G. Geeslin // *Arthroscopy*. – 2022. – Vol. 38, N 3. – P. 670-672. doi: 10.1016/j.arthro.2022.01.003. P
196. Romanini, E. Graft selection in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction / E. Romanini, F. D'Angelo, S. De Masi [et al.] // *J. Orthop. Traumatol.* – 2010. – Vol. 11, N 4. – P. 211-219. doi: 10.1007/s10195-010-0124-9.
197. Runer, A. Anterior Cruciate Ligament Reconstructions With Quadriceps Tendon Autograft Result in Lower Graft Rupture Rates but Similar Patient-Reported Outcomes as Compared With Hamstring Tendon Autograft: A Comparison of 875 Patients / A. Runer, R. Csapo, C. Hepperger [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2020. – Vol. 48, N 9. – P. 2195-2204. doi: 10.1177/0363546520931829.
198. Salem, H.S. Two-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Bone Graft Options for Tunnel Augmentation / H.S. Salem, D.P. Axibal, M.L. Wolcott [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2020. – Vol. 48, N 3. – P. 767-777. doi: 10.1177/0363546519841583.

199. Salmon, L.J. 20-year outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft: the catastrophic effect of age and posterior tibial slope / L.J. Salmon, E. Heath, H. Akrawi [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2018. – Vol. 46, N 3. – P. 531-543.

200. Sanders, T.L. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study / T.L. Sanders, H. Maradit Kremers, A.J. Bryan [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2016. – Vol. 44, N 6. – P. 1502-1507. doi: 10.1177/0363546516629944.

201. Saoji, A. There is a Minimal Difference in Ankle Functional Outcomes After Peroneus Longus Harvest: Systematic Review and Meta-analysis / A. Saoji, M. Arora, G. Jain, T. Shukla // *Indian J. Orthop.* – 2023. – Vol. 57, N 12. – P. 1993-1999. doi: 10.1007/s43465-023-00982-8.

202. Satora, W. Synthetic grafts in the treatment of ruptured anterior cruciate ligament of the knee joint / W. Satora, A. Królikowska, A. Czamara [et al.] // *Polim. Med.* – 2017. – Vol. 47, N 1. – P. 55-59.

203. Selcuk, H. Peroneus longus tendon autograft versus allograft in revision ACLR: A retrospective comparison / H. Selcuk, A.B. Baz, O.F. Egerci, O. Kose // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2024. – Vol. 110, N 4. – P. 103775. doi: 10.1016/j.otsr.2023.103775.

204. Song, G. Risk factors associated with grade 3 pivot shift after acute anterior cruciate ligament injuries / G. Song, H. Zhang, Q. Wang [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2016. – Vol. 44, N 2. – P. 362-369.

205. Sonnery-Cottet, B. Anterolateral ligament reconstruction is associated with significantly reduced ACL graft rupture rates at a minimum follow-up of 2 years: a prospective comparative study of 502 patients from the SANTI study group / B. Sonnery-Cottet, A. Saithna, M. Cavalier [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2017. – Vol. 45, N 7. – P. 1547-1557.

206. Sonnery-Cottet, B. Clinical outcomes of extra-articular tenodesis/anterolateral reconstruction in the ACL injured knee / B. Sonnery-Cottet,

N.C. Barbosa, T.D. Vieira [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2018. – Vol. 26, N 2. – P. 596-604. doi: 10.1007/s00167-017-4596-5.

207. Sonnery-Cottet, B. Hidden lesions of the posterior horn of the medial meniscus: a systematic arthroscopic exploration of the concealed portion of the knee / B. Sonnery-Cottet, J. Conteduca, M. Thaumat [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2014. – Vol. 42, N 4. – P. 921-926. doi: 10.1177/0363546514522394.

208. Sonnery-Cottet, B. Proximal Tibial Anterior Closing Wedge Osteotomy in Repeat Revision of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / B. Sonnery-Cottet, S. Mogos, M. Thaumat [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2014. – Vol. 42, N 8. – P. 1873-1880. doi: 10.1177/0363546514534938. .

209. Sonnery-Cottet, B. Long-term graft rupture rates after combined ACL and anterolateral ligament reconstruction versus isolated ACL reconstruction: a matched-pair analysis from the SANTI study group / B. Sonnery-Cottet, I. Haidar, J. Rayes [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2021. – Vol. 49, N 11. – P. 2889–2897.

210. Stephen, J.M. Posteromedial meniscocapsular lesions increase tibiofemoral joint laxity with anterior cruciate ligament deficiency, and their repair reduces laxity / J.M. Stephen, C. Halewood, C. Kittl [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2016. – Vol. 44. – P. 400–408. doi: 10.1177/0363546515617454.

211. Stolarz, M. Bone tunnel enlargement following hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a comprehensive review / M. Stolarz, K. Ficek, M. Binkowski, Z. Wróbel // *Phys. Sportsmed.* – 2017. – Vol. 45, N 1. – P. 31-40. doi: 10.1080/00913847.2017.1253429.

212. Stone, A.V. ACL Reconstruction Graft Angle and Outcomes: Transtibial vs Anteromedial Reconstruction / A.V. Stone, J. Chahla, B.J. Manderle [et al.] // *HSS J.* – 2020. – Vol. 16, N Suppl 2. – P. 256-263. doi: 10.1007/s11420-019-09707-w.

213. Stone, J.A. The role of anterolateral complex surgery and slope-reducing osteotomies in revision ACL reconstructions: a narrative review / J.A. Stone, L.V. Tollefson, E.P. Shoemaker [et al.] // *Ann. Jt.* – 2024. – Vol. 9. – P. 42. doi: 10.21037/aoj-24-30.

214. Streich, N.A. Long-term outcome of anterior cruciate ligament reconstruction with an autologous four-strand semitendinosus tendon autograft / N.A. Streich, S. Reichenbacher, A. Barié [et al.] // *Int. Orthop.* – 2013. – Vol. 37, N 2. – P. 279-284. – doi: 10.1007/s00264-012-1757-5.

215. Strobel, M.J. Combined anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament, and posterolateral corner reconstruction with autogenous hamstring grafts in chronic instabilities / M.J. Strobel, M.S. Schulz, W.J. Petersen, H.J. Eichhorn // *Arthroscopy.* – 2006. – Vol. 22, N 2. – P. 182-192. doi: 10.1016/j.arthro.2005.11.001

216. Sun, T.Y. Risk Factors Associated with Cartilage Defects after Anterior Cruciate Ligament Rupture in Military Draftees / T.Y. Sun, C.L. Hsu, W.C. Tseng [et al.] // *J. Pers. Med.* – 2022. – Vol. 12, N 7. – P. 1076. doi: 10.3390/jpm12071076.

217. Synovec, J. Current Practices in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in the U.S. Military: A Survey of the Society of Military Orthopaedic Surgeons / J. Synovec, K.A. Shaw, I.J. Antosh [et al.] // *Mil. Med.* – 2019. – Vol. 184, N 1-2. – P. e249-e255. doi: 10.1093/milmed/usy142.

218. Tanaka, Y. Rectangular bone-patellar tendon bone grafts reduce early graft failure in chronic ACL-Deficient knees / Y. Tanaka, Y. Tachibana, K. Kinugasa [et al.] // *J. Orthop. Sci.* – 2023. – Vol. 28, N 3. – P. 597-602. doi: 10.1016/j.jos.2022.02.006.

219. Tapasvi, S. Revision ACL Reconstruction: Principles and Practice / S. Tapasvi, A. Shekhar // *Indian J. Orthop.* – 2021. – Vol. 55, N 2. – P. 263-275. doi: 10.1007/s43465-020-00328-8.

220. Tibor, L. Surgical technique trends in primare ACL reconstruction from 2007 to 2014 / L. Tibor, P.H. Chan, T.T. Funahashi [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2016. – Vol. 98, N 13. – P. 1079-1089.

221. Tischer, T. Management of anterior cruciate ligament revision in adults: the 2022 ESSKA consensus part I-diagnostics and preoperative planning / T. Tischer, P. Beaufils, R. Becker [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2023. – Vol. 31, N 11. – P. 4642-4651. doi: 10.1007/s00167-022-07214-w.

222. Tollefson, L.V. Concomitant Opening-Wedge Distal Femoral Osteotomy and Anterior Closing-Wedge Proximal Tibial Osteotomy With Tunnel Bone Grafting

for the First Stage of a Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction / L.V. Tollefson, E.P. Shoemaker, E.L. Slette R.F. LaPrade // *Arthrosc. Tech.* – 2024. – Vol. 13, N 9. – P. 103054. doi: 10.1016/j.eats.2024.103054.

223. Tollefson, L.V. Slope-Reducing Proximal Tibial Osteotomy Improves Outcomes in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients With Elevated Posterior Tibial Slope, Especially Revisions and Posterior Tibial Slope $\geq 12^\circ$ / L.V. Tollefson, M.T. Rasmussen, G. Guerin [et al.] // *Arthroscopy.* – 2025. – Vol. 41, N 8. – P. 3184-3195. doi: 10.1016/j.arthro.2024.10.048.

224. Tramer, J.S. Anterolateral ligament reconstruction practice patterns across the United States / J.S. Tramer, M.F. Fidai, O. Kadri [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2018. – Vol. 6, N 12. – P. 2325967118811063.

225. Trasolini, N.A. Knee Extensor Mechanism Complications After Autograft Harvest in ACL Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis / N.A. Trasolini, R. Lan, I.K. Bolia [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2023. – Vol. 11, N 7. – P. 23259671231177665. doi: 10.1177/23259671231177665.

226. Tsukada, H. Anatomical analysis of the anterior cruciate ligament femoral and tibial footprints / H. Tsukada, Y. Ishibashi, E. Tsuda [et al.] // *J. Orthop. Sci.* – 2008. – Vol. 13, N 2. – P. 122-129. doi: 10.1007/s00776-007-1203-5.

227. Vaishya, R. Current Trends in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Review / R. Vaishya, A.K. Agarwal, S. Ingole, V. Vijay // *Cureus.* – 2015. – Vol. 7, N 11. – P. e378. doi: 10.7759/cureus.378.

228. Vap, A.R. Re-revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: An Evaluation From the Norwegian Knee Ligament Registry / A.R. Vap, A. Persson, A.M. Fenstad [et al.] // *Arthroscopy.* – 2019. – Vol. 35, N 6. – P. 1695-1701.

229. Vesely, B. Early Mobility and Rehabilitation Protocol after Internal Brace Ankle Stabilization / B. Vesely, S. Challa, B. Moyer [et al.] // *Int. J. Sports Phys. Ther.* – 2025. – Vol. 20, N 1. – P. 107-112. doi: 10.26603/001c.127849. .

230. Vosoughi, F. Medial Collateral Ligament Injury of the Knee: A Review on Current Concept and Management / F. Vosoughi, R. Rezaei Dogahe, A. Nuri [et al.] // *Arch. Bone Jt. Surg.* – 2021. – Vol. 9, N 3. – P. 255-262.

231. Wasserstein, D. Risk factors for recurrent anterior cruciate ligament reconstruction: a population study in Ontario, Canada, with 5-year follow-up / D. Wasserstein, A. Khoshbin, T. Dwyer [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2013. – Vol. 41, N 9. – P. 2099–2107.

232. Webster, K.E. Anterior Cruciate Ligament Injuries in Australian Rules Football: Incidence, Prevention and Return to Play Outcomes / K.E. Webster, T.E. Hewett, J.A. Feller // *Open Access J. Sports Med.* – 2021. – Vol. 12. – P. 33-41. doi: 10.2147/OAJSM.S250414.

233. Webster, K.E. Expectation for return to preinjury sport before and after anterior cruciate ligament reconstruction / K.E. Webster, J.A. Feller // *Am. J. Sports Med.* – 2019. – Vol. 47, N 3. – P. 578-583.

234. Webster, K.E. Anterior Cruciate Ligament Injury and Knee Osteoarthritis: An Umbrella Systematic Review and Meta-analysis / K.E. Webster, T.E. Hewett // *Clin. J. Sport Med.* – 2022. – Vol. 32, N 2. – P. 145-152.

235. Weiler, A. Significant slope reduction in ACL deficiency can be achieved both by anterior closing-wedge and medial open-wedge high tibial osteotomies: early experiences in 76 cases / A. Weiler, C. Gwinner, M. Wagner [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2022. – Vol. 30, N 6. – P. 1967-1975. doi: 10.1007/s00167-022-06861-3.

236. Weiler, A. Primary versus single-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction using autologous hamstring tendon grafts: a prospective matched-group analysis / A. Weiler, A. Schmeling, I. Stohr [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2007. – Vol. 35, N 10. – P. 1643-1652.

237. West, R.V. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction / R.V. West, C.D. Harner // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* – 2005. – Vol. 13, N 3. – P. 197-207. – doi: 10.5435/00124635-200505000-00006.

238. Whittaker, J.L. Risk factors for knee osteoarthritis after traumatic knee injury: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials and cohort studies for the OPTIKNEE Consensus / J.L. Whittaker, J.M. Losciale, C.B. Juhl [et al.]

// Br. J. Sports Med. – 2022. – Vol. 56, N 24. – P. 1406-1421. doi: 10.1136/bjsports-2022-105496.

239. Wiggons, A.J. Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction / A.J. Wiggons, R.K. Grandhi, D.K. Schneider [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2016. – Vol. 44, N 7. – P. 1861-1876.

240. Winkler, P.W. A high tibial slope, allograft use, and poor patient-reported outcome scores are associated with multiple ACL graft failures / P.W. Winkler, N.N. Wagala, J.D. Hughes [et al.] // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. – 2022. – Vol. 30, N 1. – P. 139-148. doi: 10.1007/s00167-021-06460-8.

241. Winkler, P.W. Quadriceps tendon autograft is becoming increasingly popular in revision ACL reconstruction / P.W. Winkler, T. Vivacqua, S. Thomassen [et al.] // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. – 2022. – Vol. 30, N 1. – P. 149-160. doi: 10.1007/s00167-021-06478-y.

242. Wright, R.W. Outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review / R.W. Wright C.S. Gill, L. Chen [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2012. – Vol. 94, N 6. – P. 531-536.

243. Wright, R.W. Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Revision Study (MARS) cohort / R.W. Wright, L.J. Huston, K.P. Spindler [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2010. – Vol. 38, N 10. – P. 1979-1986. doi: 10.1177/0363546510378645.

244. Xiao, Y. Increased ACL direct insertion coverage provided more positive biomechanical effects on graft and bone tunnel during knee flexion: a simulation study / Y. Xiao, Z. Liang, S. Shen [et al.] // J. Exp. Orthop. – 2023. – Vol. 10, N 1. – P. 108. doi: 10.1186/s40634-023-00677-x.

245. Yahagi, Y. Femoral Tunnel Position in Anatomical Double-bundle ACL Reconstruction is not Affected by Blumensaat's Line Morphology / Y. Yahagi, T. Iriuchishima, G. Iwama [et al.] // J. Knee Surg. – 2024. – Vol. 37, N 9. – P. 674-679. doi: 10.1055/a-2265-9586.

246. Yaras, R.J. Lateral Collateral Ligament Knee Injury. 2024 Feb 27 / R.J. Yaras, N. O'Neill, A. Mabrouk [et al.] // StatPearls [Internet]. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2025.

247. Yoo, S.H. Comparison of clinical outcomes and second-look arthroscopic findings after ACL reconstruction using a hamstring autograft or a tibialis allograft / S.H. Yoo, E.K. Song, Y.R. Shin [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2017. – Vol. 25, N 4. – P. 1290-1297.

248. Zbrojkiewicz, D. Increasing rates of anterior cruciate ligament reconstruction in young Australians, 2000-2015 / D. Zbrojkiewicz, C. Vertullo, J.E. Grayson // *Med. J. Aust.* – 2018. – Vol. 208, N 8. – P. 354-358.

249. Zhang, L. Anatomic femoral tunnel and satisfactory clinical outcomes achieved with the modified transtibial technique in anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis / L. Zhang, J. Xu, Y. Luo [et al.] // *Heliyon.* – 2024. – Vol. 10, N 16. – N e35824. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e35824.

250. Zhang, L. Optimal tibial tunnel angulation for anatomical anterior cruciate ligament reconstruction using transtibial technique / L. Zhang, J. Xu, C. Wang [et al.] // *Med. Eng. Phys.* – 2024. – Vol. 129. – N 104190.

251. Zhang, S. The Efficacy of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Peroneus Longus Tendon and its Impact on Ankle Joint Function / S. Zhang, G. Cai, Z. Ge // *Orthop. Surg.* – 2024. – Vol. 16, N 6. – P. 1317-1326. doi: 10.1111/os.14060.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ШКАЛА ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА IKDC 2000

Количество баллов:

ФИО:	_____ / _____ / _____
-------------	-----------------------

Вопрос № 1. Какой самый максимальный уровень физической нагрузки Вы можете сделать без выраженной боли в коленном суставе? (укажите один ответ)

Ответ	Балл	Варианты
	4Б	Очень трудная, напряженная деятельность (прыжки, повороты как в баскетболе или футболе)
	3Б	Напряженная деятельность (тяжелый физический труд, лыжи, теннис)
	2Б	Умеренно-активная деятельность (умеренный физический труд, равномерный бег)
	1Б	Легкая активная деятельность (ходьба, работа по дому или во дворе)
	0Б	Не способен (на) заниматься ни одним из вышеперечисленных видов деятельности из-за боли в коленном суставе

Вопрос № 2. Как часто за прошедшие 4 недели или с момента травмы появляется боль в коленном суставе? (укажите один вариант ответа от 0 до 10, где 0 – это постоянная боль, 10 – боли нет никогда)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Никогда
Постоянно												

Вопрос № 3. Если у Вас есть боль в коленном суставе, то насколько она интенсивная (укажите один вариант ответа от 0 до 10, где 0 – это нестерпимая боль, 10 – боли нет)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Никогда
Нестерпимая боль												

Вопрос № 4. Какова степень отека и тугоподвижности коленного сустава за последние 4 недели или с момента травмы?

Ответ	Балл	Вариант
	4Б	Нет
	3Б	Легкая
	2Б	Умеренная
	1Б	Выраженная
	0Б	Очень выраженная

Вопрос № 5. Какой Вы можете позволить себе самый высокий уровень физической активности, который не вызовет значительных отеков коленного сустава?

Ответ	Балл	Вариант
	4Б	Очень трудная, напряженная деятельность (прыжки, повороты как в баскетболе или футболе)
	3Б	Напряженная деятельность (тяжелый физический труд, лыжи, теннис)
	2Б	Умеренно-активная деятельность (умеренный физический труд, равномерный бег)
	1Б	Легкая активная деятельность (ходьба, работа по дому или во дворе)
	0Б	Не способен (на) заниматься ни одним из вышеперечисленных видов деятельности из-за боли в коленном суставе

Вопрос № 6. Было ли у Вас чувство заклинивания в коленном суставе за последние 4 недели?

Ответ	Балл	Вариант
	1Б	Нет
	0Б	Да

Вопрос № 7. Какой Вы можете себе позволить самый высокий уровень активной деятельности, чтобы не нанести существенный урон состоянию коленного сустава?

Ответ	Балл	Вариант
	4Б	Очень трудная, напряженная деятельность (прыжки, повороты как в баскетболе или футболе)
	3Б	Напряженная деятельность (тяжелый физический труд, лыжи, теннис)
	2Б	Умеренно-активная деятельность (умеренный физический труд, равномерный бег)
	1Б	Легкая активная деятельность (ходьба, работа по дому или во дворе)
	0Б	Не способен (на) заниматься ни одним из вышеперечисленных видов деятельности из-за болей в коленном суставе

Вопрос № 8. Какой у Вас самый высокий уровень активной деятельности, в котором Вы заняты на постоянной основе?

Ответ	Балл	Вариант
	4Б	Очень трудная, напряженная деятельность (прыжки, повороты как в баскетболе или футболе)
	3Б	Напряженная деятельность (тяжелый физический труд, лыжи, теннис)
	2Б	Умеренно-активная деятельность (умеренный физический труд, равномерный бег)
	1Б	Легкая активная деятельность (ходьба, работа по дому или во дворе)
	0Б	Не способен (на) заниматься ни одним из вышеперечисленных видов деятельности из-за болей в коленном суставе

Вопрос № 9. Как состояние Вашего коленного сустава сказывается на способности выполнять следующие действия? Укажите ответ в квадратике под соответствующей буквой, где: А – нет затруднений; Б – минимальные затруднения; В - умеренные затруднения;

Г – выраженные затруднения; Д – невозможно выполнить.

4Б	3Б	2Б	1Б	0Б	Действия
А	Б	В	Г	Д	
					а) подниматься по лестнице
					б) спускаться по лестнице
					в) встать на колено
					г) присесть на корточки
					д) сидеть с согнутыми коленями
					е) встать со стула
					ж) бег по прямой
					з) прыгнуть и встать на больную ногу
					и) остановиться и быстро начать движение

Вопрос № 10. Как Вы оцениваете функцию Вашего коленного сустава по десятибалльной шкале?

А) Функцию коленного сустава до заболевания (травмы)

[illegible]

Б) Функцию коленного сустава на текущий момент

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ШКАЛА ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА (LYSHOLM - GILQUIST, 1982)

ФИО:	
Баллы	

№ 1. Хромота

Ответ	Балл	Вариант
	5Б	Нет
	3Б	Незначительная или периодическая
	0Б	Значительная и постоянная

№ 2. Опора

Ответ	Балл	Вариант
	5Б	Нет ограничений
	2Б	Палочка или костыли
	0Б	Нагрузка на ногу невозможна

№ 3. Блокада (заклинивание) сустава

Ответ	Балл	Вариант
	15Б	Нет блокад и ощущения препятствия (зацепления)
	10Б	Ощущение препятствия, но без блокад
	6Б	Блокада редкая
	2Б	Блокада частая
	0Б	Блокада при осмотре

№ 4. Нестабильность (неустойчивость, нога «выскакивает», подворачивается в суставе)

Ответ	Балл	Вариант
	25Б	Нет неустойчивости
	20Б	Редко при занятиях спортом или другой тяжелой нагрузке
	15Б	Часто при занятиях спортом или другой тяжелой нагрузке
	10Б	Редко при ежедневной деятельности
	5Б	Часто при повседневной деятельности
	0Б	При обычной ходьбе

№ 5. Боль

Ответ	Балл	Вариант
	25Б	Нет
	20Б	Непостоянная и легкая при тяжелой нагрузке
	15Б	Заметная при тяжелой нагрузке
	10Б	Заметная при или после ходьбы более 2 км
	5Б	Заметная при или после ходьбы менее 2 км
	0Б	Постоянная

№ 6. Опухоль (припухлость)

Ответ	Балл	Вариант
	10Б	Нет
	6Б	При тяжелой нагрузке
	2Б	При обычной нагрузке
	0Б	Постоянная

№ 7. Подъем по лестнице (ступенькам)

Ответ	Балл	Вариант
	10Б	Нет проблем
	6Б	Несколько затруднено
	2Б	Один (каждый) шаг затруднен
	0Б	Невозможно

№ 8. Приседание (на корточках)

Ответ	Балл	Вариант
	5Б	Нет проблем
	4Б	Несколько затруднено
	2Б	Не более 90 градусов
	0Б	Невозможно