

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
И.М. СЕЧЕНОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи



Тарабарко Иван Николаевич

**Хирургическое лечение пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии
надколенника**

3.1.8. Травматология и ортопедия

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Калинский Евгений Борисович

Москва – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ЛАТЕРАЛЬНАЯ ГИПЕРПРЕССИЯ НАДКОЛЕННИКА КАК ПРОБЛЕМА ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	13
1.1. Анатомо-физиологические особенности пателлофemorального сустава	14
1.2. Биомеханические особенности пателлофemorального сустава	20
1.3. Диагностика	26
1.4. Лечение	30
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	41
2.1. Дизайн исследования	41
2.2. Общая характеристика пациентов	44
2.3. Методы обследования	46
2.4. Методики лечения	59
2.5. Методы статистической обработки	63
ГЛАВА 3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЛЕННОГО СУСТАВА	65
ГЛАВА 4. ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ	74
4.1. Ретроспективная группа (n = 48)	74
4.2. Алгоритм выбора лечебной тактики	79
4.3. Проспективная группа (n = 30)	82
4.4. Сравнительная оценка полученных результатов	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
ВЫВОДЫ	110
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	111
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	113
ПРИЛОЖЕНИЕ А	147
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	148

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В структуре травм и заболеваний крупных суставов патология коленного сустава занимает лидирующие позиции как по частоте, так и по масштабам нарушений трудоспособности у физически и социально активной группы населения [6, 8]. В ряду проблем, связанных с заболеваниями и последствиями повреждений коленного сустава, особое место занимает патология пателлофemorального сочленения (ПФС). ПФС испытывает постоянные высокие биомеханические нагрузки, вследствие чего частота его поражений составляет от 20 до 40% от всех заболеваний коленного сустава, особенно у лиц, активно занимающихся спортом. В процессе артроскопической ревизии коленного сустава хондропатию надколенника различной степени выявляют в 45-60% случаев [24, 127, 165, 252].

Являясь сесамовидной костью, надколенник имеет много вариаций в отношении как своего анатомического строения (дисплазии, фрагментация, взаимоотношения медиальной и латеральной фасеток), так и расположения (высокое – patella alta или низкое – patella baja). В сочетании с вариабельностью строения другой суставной поверхности – мыщелков бедренной кости – это приводит к значительному многообразию биомеханических взаимоотношений в ПФС, которые только на первый взгляд кажутся достаточно простыми и предсказуемыми. На самом же деле каждый пациент имеет в этом отношении свои индивидуальные особенности [37, 100, 131, 143, 170].

Вместе с тем любые отклонения анатомических взаимоотношений от абсолютной нормы (хотя для ПФС понятие нормы является достаточно условным ввиду частоты и вариабельности этих отклонений) приводят к биомеханическим нарушениям, вызывающим патологические изменения в суставе, сопровождающиеся болью и дисфункцией.

Отмечают много различных признаков, определяющих наличие и степень нарушений нормальных взаимоотношений в ПФС, которые авторы публикаций основывают прежде всего на данных лучевой диагностики.

Особое внимание в комплексе нарушений, связанных с патологическими изменениями ПФС, уделяют изменениям, связанным с латеропозицией надколенника, и приводящим к развитию синдрома его латеральной гиперпрессии. Это сопровождается формированием стойкого болевого синдрома, прогрессирующей хондропатией и хондромалицией надколенника, развитием остеоартрита, а в конечном результате приводит к выраженной дисфункции всего коленного сустава [42, 90, 159, 178, 246, 252, 253, 254].

Степень разработанности темы исследования

Несмотря на распространенность латеральной гиперпрессии надколенника, в диагностике и лечении этой патологии остается много нерешенных вопросов, касающихся всех этапов общения врача с пациентом.

В ряде случаев при возникновении боли в области коленного сустава ее объясняют проявлениями остеоартроза, патологии менисков, энтезопатиями, упуская изменение позиционирования надколенника как главную причину формирования каскада нарушений в суставе. Диагностика латеральной гиперпрессии надколенника достаточно проста, однако отсутствие настороженности врачей в этом отношении порой приводит к запоздалому или к ошибочному диагнозу, когда следствие нарушенных взаимоотношений в ПФС принимают за причину суставной патологии [3, 25, 101, 118, 149].

При определении хирургической тактики предпочтение всегда пытаются отдавать малоинвазивным методикам. В случаях синдрома латеральной гиперпрессии надколенника «золотым стандартом» является артроскопический релиз латерального удерживателя надколенника [144, 145, 224], однако эта операция решает только одну из трех задач, стоящих перед врачом при лечении пациентов – ослабление латеральной фиксации надколенника. В ряде случаев этого бывает достаточно, однако

существуют и другие задачи – усиление фиксации со стороны медиальной группы и стабилизация надколенника. При тяжелых стадиях патологии эти задачи приходится решать в комплексе, применяя и другие, в том числе открытые хирургические техники – латеральную фасетэктомию, реконструкцию медиального удерживателя надколенника, медиализацию бугристости большеберцовой кости и даже эндопротезирование надколенника [22, 52, 54, 65, 70, 114, 123, 147, 177, 187]. Однако четких общепризнанных показаний к выбору хирургической тактики до сих пор не сформировано. К тому же, большинство публикаций, посвященных этим оперативным вмешательствам, относятся к лечению пациентов с привычными вывихами надколенника, тогда как синдром его латеральной гиперпрессии имеет свои особенности как по характеру патологических изменений, так и по принципам их коррекции. В связи с этим выполненные хирургические вмешательства у данного контингента пациентов порой являются или недостаточными, или избыточными, что отражается на эффективности лечения, снижая достигнутые результаты.

Важным моментом является и неизбежно развивающаяся при синдроме латеральной гиперпрессии надколенника патология суставного хряща в зоне усиленного контакта поверхностей ПФС. Сама по себе нормализация положения надколенника, возвращая благоприятные условия для функционирования суставных поверхностей, при уже развившейся достаточно выраженной хондромалиции не может обеспечить восстановление суставного хряща. В таких случаях требуются дополнительные хирургические манипуляции – от дебридмента до хондропластики, которые в ряде случаев или вообще не выполняют, или выполняют без четкого понимания их адекватности степени поражения суставного хряща [2, 12, 38, 81, 68, 83, 117, 167].

Таким образом, синдром латеральной гиперпрессии надколенника является распространенной патологией, в том числе у лиц с высокой физической активностью. Однако до сих пор нет эффективного диагностического протокола, обеспечивающего своевременную диагностику. Необходимо создание единого алгоритма выбора оптимальной лечебной тактики, позволяющего эффективно использовать

существующие хирургические методики в рамках персонализированного подхода. Эти обстоятельства обусловили актуальность предпринятого исследования.

Цель и задачи исследования

Цель исследования:

Улучшить результаты лечения пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника за счет оптимизации выбора хирургической тактики.

Задачи исследования:

1. Определить на основе созданной математической модели коленного сустава недостатки диагностики трекинга надколенника при движениях в коленном суставе и возможность вмешательства на боковых связочных комплексах для обеспечения коррекции положения надколенника у пациентов с синдромом его латеральной гиперпрессии.

2. Разработать методику уточненной диагностики для пациентов с болями в области пателлофemorального сустава с использованием функциональной МСКТ.

3. Разработать алгоритм определения оптимальной лечебной тактики для пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника на основе персонализированного комплексного подхода.

4. Обосновать преимущества созданной комплексной методики лечения пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника, использующей разработанный алгоритм, и сформулировать рекомендации для практического здравоохранения.

Научная новизна

1. Впервые для пациентов с болями в области пателлофemorального сустава создан диагностический протокол, включающий применение функциональной МСКТ при синдроме локальной гиперпрессии надколенника.

2. Впервые разработана математическая модель коленного сустава, на основе которой определены оптимальные зоны и характер необходимой хирургической коррекции положения надколенника у пациентов с синдромом его латеральной гиперпрессии.

3. Впервые разработан алгоритм выбора оптимальной тактики в лечении пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника с учетом развившейся патологии суставного хряща.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Включение в диагностический протокол функциональной МСКТ повысило точность диагностики степени дислокаций в пателлофemorальном суставе при синдроме латеральной гиперпрессии надколенника. Определяемые при этом параметры легли в основу алгоритма выбора персонализированной лечебной тактики, разработанного с учетом исследования математической модели коленного сустава.

2. Разработанный алгоритм выбора лечебной тактики позволил у пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника увеличить долю малоинвазивных вмешательств, исключить случаи рецидивов дислокации надколенника, добиться лучших функциональных результатов, чем при традиционном подходе и повысить удовлетворенность пациентов результатами лечения на 13,4%.

Методология и методы исследования

Диссертационное исследование проведено в 4 этапа.

На первом этапе (ретроспективное исследование) были изучены результаты ранее проведенного в клинике ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) лечения 48 пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника, для чего была изучена медицинская

документация, проведено их очное обследование и анкетирование в сроки от 1 до 1,5 лет с момента операции. Проведен анализ осложнений, рецидивов, степени удовлетворенности пациентов проведенным лечением.

На втором этапе разработана математическая модель коленного сустава, позволившая выявить факторы, препятствующие у пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника нормализации биомеханических взаимоотношений в пателлофemorальном суставе. На этой основе обоснована целесообразность разработки методики уточненной МСКТ-диагностики трекинга надколенника при движениях в коленном суставе, определены числовые параметры положения надколенника, определяющие зоны и характер необходимой хирургической коррекции.

На третьем этапе разработана методика функциональной МСКТ, данные которой были использованы при разработке алгоритма выбора оптимальной хирургической тактики в лечении пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника.

На четвертом этапе (проспективное исследование) разработанный алгоритм внедрен в клиническую практику. Проведено скрининговое обследование 156 пациентов, предъявлявших жалобы на боли в области пателло-фemorального сустава, в результате чего определены 30 пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника, которым в соответствии с рекомендациями разработанного алгоритма было показано хирургическое вмешательство. Это вмешательство было выполнено в Клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов Университетской клинической больницы № 1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Послеоперационную реабилитацию пациентов провели по разработанному уточненному протоколу. В ходе сравнительного анализа полученных через 1 год результатов доказано преимущество предложенной системы лечения и сформулированы рекомендации для практического здравоохранения.

Для определения цели, задач и дизайна исследования, а также обследования пациентов и контроля полученных результатов применили методы: литературно-

архивный, математического моделирования, клинический, инструментальный (в том числе – рентгенографию и функциональную МСКТ), лабораторный, фотометрический, анкетирование, структурно-функциональный анализ, статистический. Выполнены проспективное и ретроспективное когортные исследования.

Общее число пациентов, включенных в исследование, составило 204, из них в 78 случаях выполнено оперативное вмешательство по поводу латеральной гиперпрессии надколенника.

Личный вклад автора

Диссертационное исследование выполнено при непосредственном участии автора в отборе, обследовании и хирургическом лечении пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника. Автор осуществил выбор темы исследования на основании изучения отечественных и зарубежных источников литературы, а также личного опыта. Им были сформулированы цель и задачи, разработан план и дизайн выполнения исследования, определены методологические подходы к реализации научной работы, осуществлён отбор пациентов, сформированы группы наблюдения, разработаны протокол уточненной диагностики и алгоритм выбора оптимальной хирургической тактики. Автор лично выполнил свыше 75% проанализированных в работе операций, провел послеоперационное наблюдение пациентов, сбор данных, анализ статистически обработанных материалов, сформулировал положения, выводы и практические рекомендации.

Положения, выносимые на защиту

1. При синдроме латеральной гиперпрессии надколенника избираемая тактика должна являться комплексной и решать задачи как ослабления латеральной фиксации надколенника, так и в некоторых случаях усиления его медиальной фиксации. В ходе

хирургической коррекции взаимоотношений в пателлофemorальном суставе эти задачи нужно решать или одновременно в комплексе, или, при легкой степени тяжести нарушений, ограничиться латеральным артроскопическим релизом. Конкретная тактика должна определяться персонализированно для каждого пациента на основе уточненной диагностики с помощью функциональной МСКТ и применения разработанного алгоритма.

2. Латеральная гиперпрессия надколенника сопровождается патологическими изменениями суставного хряща в пателлофemorальном суставе. В ходе выполнения артроскопического латерального релиза в зависимости от степени хондропатии необходимо при наличии показаний применять методики хондропластики.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия, пунктам 1, 3, 4 направлений исследований: пункт 1 «Изучение этиологии, патогенеза и распространенности врожденных и приобретенных заболеваний опорно-двигательной системы (позвоночника, грудной клетки, таза и конечностей)»; пункт 3 «Разработка, усовершенствование и внедрение в клиническую практику методов диагностики, профилактики и диспансеризации при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательной системы, а также их последствиях»; пункт 4 «Экспериментальная и клиническая разработка и совершенствование методов лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы, их последствий, а также предупреждение, диагностика и лечение возможных осложнений».

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов диссертационного исследования определяется достаточным количеством наблюдений – результатов обследования

156 и хирургического лечения 78 пациентов. Все данные обработаны с помощью соответствующих методов статистического анализа и проанализированы.

Основные положения работы доложены на: III Конгрессе травматологов и ортопедов «Травматология и ортопедия столицы. Время перемен». Москва 05.02.2016; Конференции «Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики. Саратов 26.04.2017; Международной конференции «Артромост», Москва 02.12.2017; XI всероссийском съезде травматологов-ортопедов. Москва 11.04.2018.

Основные научные положения, выводы и практические рекомендации внедрены в практическую деятельность Клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов Университетской клинической больницы № 1 Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), а также в учебный процесс кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Апробация работы состоялась на совместном заседании коллектива кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины имени Н. В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (протокол № 7/2026 от 16 февраля 2026 года).

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования автором опубликовано 4 работы, в том числе 3 научные статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) / Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 1 иная публикация по результатам исследования.

Структура и объём диссертации

Диссертация изложена на 148 страницах стандартного компьютерного текста и состоит из введения, главы обзора литературы, 3 глав результатов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, а также списка литературы, включающего 271 источник (82 отечественных и 189 иностранных), и 2 приложения. Иллюстративный материал представлен 17 таблицами и 52 рисунками.

ГЛАВА 1. ЛАТЕРАЛЬНАЯ ГИПЕРПРЕССИЯ НАДКОЛЕННИКА КАК ПРОБЛЕМА ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Коленный сустав играет важнейшую роль в биомеханике человеческого организма. Многочисленные функции, которые он призван выполнять как при повседневной жизни, так и при повышенных физических нагрузках (в том числе – при занятиях спортом), обусловили его сложное строение, частоту получаемых повреждений и распространенность остеоартрита [8, 89].

Любые, даже минимальные нарушения функции коленного сустава неизбежно влекут за собой изменения походки, вынужденное ограничение нагрузки и в конечном итоге как минимум снижение качества жизни (особенно у физически активных людей), а как максимум – инвалидность [15, 102, 267].

Коленному суставу посвящено множество исследований, предметами внимания которых являются детали его анатомического строения, повреждения, заболевания и пути восстановления нормальной функции. В ряду таких исследований вопросы патологии пателлофemorального сустава (ПФС) остаются изученными в меньшей степени и до сих пор являются предметом дискуссий в отношении как диагностики, так и методов лечения [200].

В то же время, повреждения и заболевания ПФС встречаются в основном у людей молодого и среднего трудоспособного возраста, ведущих активный образ жизни, что имеет большое социально-экономическое значение [4, 24, 99, 100, 127].

ПФС в процессе движений в коленном суставе должен противостоять и компрессии, и растяжению, в связи с чем он довольно часто бывает вовлечен в патологический процесс. На долю патологии ПФС приходится 20-40% от всех заболеваний и повреждений коленного сустава, особенно у людей, активно занимающихся спортом, а хондропатия надколенника составляет 9,5-19,4% случаев дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава [6, 150, 165, 184, 252, 269].

Развитие синдрома латеральной гиперпрессии надколенника считают зависимым от индивидуальных особенностей анатомического строения коленного сустава [20]. Ввиду того, что долгое время этой патологии уделяли недостаточно внимания, данные о ее распространенности весьма разноречивы.

Трудности диагностики патологии ПФС и недостаточно эффективные методы лечения более чем в 55% случаев приводят к развитию хронической нестабильности надколенника, развитию деформирующего артроза ПФС и как следствие, к снижению трудоспособности, а в ряде случаев, к стойкой инвалидизации больных [21, 218, 219, 246, 260].

1.1. Анатомо-физиологические особенности пателлофemorального сустава

Пателлофemorальный сустав (ПФС), образованный, как это видно из его названия, суставной поверхностью надколенника и бедренной костью, является частью коленного сустава со сложной биомеханикой движения. Надколенник, являющийся самой крупной сесамовидной костью человеческого организма, является ключевой структурой в разгибательном аппарате коленного сустава и в связи с этим испытывает значительные нагрузки. Как биомеханическое плечо рычага, он увеличивает момент силы четырехглавой мышцы бедра, а также объединяет разнонаправленные силы, возникающие при ее сокращении, и передает суммарное усилие на связку надколенника. Кроме того, надколенник выполняет и защитную функцию, являясь костным «щитом» для коленного сустава [5, 39, 131, 143].

Существует несколько вариантов анатомической нормы строения как надколенника, так и суставной поверхности мыщелков бедра. Индивидуальные особенности анатомического строения компонентов, формирующих ПФС, обусловили появление ряда отражающих это многообразие классификаций, а аномалии строения служат причиной большинства заболеваний и патологических состояний коленного сустава [37, 100, 131, 170, 211].

Надколенник

Надколенник является весьма подвижной сесамовидной костью и имеет форму перевернутого треугольника, сообщаясь с трохлеарной бороздой бедренной кости. Суставная поверхность надколенника состоит из медиальной и латеральной фасеток, разделенных центральным гребнем, и занимает проксимальные две трети задней поверхности кости. Медиальная фасетка расположена по отношению к фронтальной плоскости под углом $40-45^\circ$, латеральная – под углом $28-35^\circ$. Каждая из этих фасеток имеет медиальную, среднюю и латеральную части. Верхние фасетки испытывают наибольшую нагрузку при полном разгибании голени и при начальных углах сгибания, средние – при амплитуде сгибания $30-60^\circ$, нижние – при амплитуде 90° и более. Значительные нагрузки, которые испытывает надколенник, обусловили большую толщину суставного хряща, которая в этой области может достигать до 7 мм [77, 178, 252].

Дистальный полюс надколенника, к которому прикрепляется связка надколенника, расположен экстраартикулярно. При сгибании в коленном суставе медиальные и латеральные фасетки надколенника контактируют с суставным хрящом трохлеарной борозды. Нечетные фасетки медиальной части контактируют с медиальной частью межмыщелковой борозды бедра только при сгибании коленного сустава более чем на 90° за счет ротации надколенника.

G. Wiberg [265] ввел классификацию форм суставных поверхностей надколенника на основе сравнения морфологии медиальных и латеральных фасеток надколенника. I типу (встречается в 10% случаев) соответствует вогнутая конфигурация медиальных и латеральных фасеток практически одинакового размера. II тип по Wiberg – это плоская или слегка выпуклая медиальная фасетка надколенника вкупе с латеральной фасеткой сравнительно небольшого размера. Это наиболее частый вариант морфологии (65%). III типу (встречается в 25% случаев), как и II типу, соответствует выпуклая медиальная фасетка, но она меньше, чем латеральная (Рисунок 1.1).

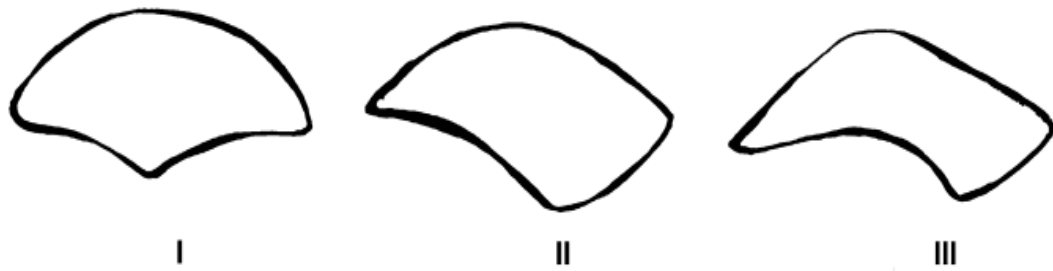


Рисунок 1.1 – Типы строения надколенника по Wiberg

Помимо вариантов нормы, описан ряд вариантов патологического строения надколенника аномалии включают в себя маленький и гигантский надколенник. Такие аномалии как деформации по типу «шляпа охотника», шагреновидный или полулунный надколенник также не являются исключительными находками. Описан вариант III типа строения надколенника по Wiberg со значительно выступающей медиальной фасеткой. Следует отметить, что доказательной корреляции между анатомией надколенника и хондропатией его суставной поверхности не выявлено. Наиболее частыми вариантами дисплазии надколенника являются: гипоплазия, аплазия, дольчатый (p.bipartite) или многокомпонентный (p.tripartite и т.д.) надколенник, его фрагментация и дублирование [9, 91, 266].

Мыщелки бедренной кости

Мыщелки бедренной кости как часть пателлофemorального сустава состоят из латеральной и медиальной фасеток межмыщелковой борозды. Хрящевая поверхность межмыщелковой борозды является суставной поверхностью, обеспечивающей скольжение надколенника при сгибании коленного сустава. Борозда углубляется в дистальном направлении.

При укладке по Merchant (сгибание коленного сустава до 45° и установка трубки рентген-аппарата сверху вниз под углом 30° по отношению к горизонтальной плоскости; кассета расположена на расстоянии 30 см от коленного сустава) на рентгенограммах ПФС угол бедренной борозды варьирует в диапазоне $138 \pm 6^\circ$ [193, 214, 229]. При такой укладке наилучшим образом визуализируется

верхняя часть блока, а угол борозды более 144° будет свидетельствовать о диспластическом уплощении (Рисунок 1.2).

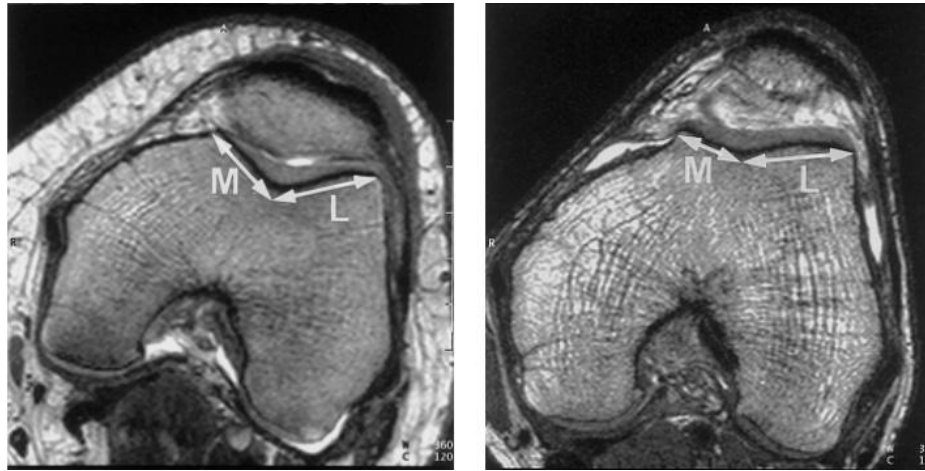


Рисунок 1.2 – КТ пателлофemorального сустава: А – нормальная форма мыщелков бедренной кости; Б – дисплазия

Суставные поверхности

Н.У. Stäubli и соавт. [92] обнаружили, что поверхность ретропателлярного суставного хряща и соответствующий контур кости надколенника неконгруэнтны по отношению друг к другу. Также отмечено явное несоответствие конфигурации субхондральной поверхности кости надколенника и костной поверхности борозды блока бедренной кости. Авторы предположили, что традиционные рентгенограммы и КТ не позволяют определить истинное взаимоотношение суставной поверхности хряща надколенника и подлежащей субхондральной кости. То есть, видимый контур костных структур пателлофemorального сустава на рентгенограммах по Merchant и КТ может дать ложное представление о морфологии сустава. Только серия проекций и МРТ позволяют получить данные о фактической конгруэнтности хрящевых поверхностей надколенника и межмыщелковой борозды. Однако этот вывод справедлив только в случае нормальной анатомии или незначительной дисплазии.

В оценке положения надколенника применяют различные параметры, из которых наиболее используемый – индекс Катона. Для измерения этого индекса

требуется боковой снимок, произведенный при сгибании коленного сустава на 30° . Индекс Катона является соотношением расстояния от нижнего края надколенника до передне-верхнего угла большеберцовой кости к длине суставной поверхности надколенника. В норме это соотношение обычно равно $1 \pm 0,3$.

Кроме индекса Катона, для диагностики бедренно-надколенниковой нестабильности используют пателлярный (надколенниковый) индекс. На боковом снимке профиль надколенника имеет две задние линии. Одна из них соответствует гребню надколенника, другая, более плотная, соответствует его наружному краю.

Расстояние между этими двумя линиями и является надколенниковым индексом, который в норме составляет 5 мм. Значения ниже или равные 2 мм говорят в пользу нестабильности, которая, однако, может быть транзиторной, исчезающей при более сильном сгибании, чем на 15 или 30° .

Измерение трохлеарного индекса производят в 1 см от верхнего края межмышцелковой поверхности, что соответствует зоне внедрения надколенника в самом начале сгибания. В норме он должен равняться 1 см. Индекс ниже 1 см свидетельствует о дисплазии надколенника, которая часто сочетается с недостаточным развитием его суставной поверхности. При бóльших значениях индекса следует думать об излишней глубине устья межмышцелковой борозды, что увеличивает риск развития хондропатии.

На рентгенограммах наблюдается выраженная взаимосвязь между толщиной суставного хряща надколенника и степенью сужения суставной щели при артрозе. Эта связь более очевидна при выполнении аксиальных рентгенограмм согнутого коленного сустава (до 45°), чем при выполнении боковых снимков [108, 193].

Стабилизаторы надколенника

Стабильное положение надколенника в межмышцелковой борозде обусловлено не только конфигурацией костных фрагментов, но и системой медиальных и латеральных соединительнотканых элементов, важнейшими из которых, помимо четырехглавой мышцы бедра и связки надколенника, являются

комплексы медиальных и латеральных удерживателей [107, 110, 129, 133, 163, 168, 197, 211, 258, 259, 263].

Считается, что *retinaculum medialis* состоит из четырех структур, увеличивающих стабильность надколенника:

- *ligamentum patellofemoralis medialis*;
- *retinaculum parapatellaris medialis*;
- *ligamentum patellomeniscal medialis*;
- *ligamentum patellotibialis medialis*.

Ligamentum patellofemoralis medialis (MPFL) лежит под нижней поверхностью широкой медиальной косой мышцы бедра. Т. Conlan и соавт. (1993) и S.M. Desio и соавт. (1998) исследовали функцию медиальной бедренно-надколенниковой связки на трупах и обнаружили, что она является главным медиальным мягкотканым ограничителем и обеспечивает 53-60% от общей медиальной силы, удерживающей надколенник [93, 128].

Комплекс *ligamentum patellomeniscal medialis* (MPML) + *ligamentum patellotibialis medialis* (MPTL) в медиальной стабилизации надколенника играет вспомогательную роль после MPFL [192].

С латеральной стороны расположен *retunaculum lateralis* (RL), который также стабилизирует надколенник и обеспечивает 10% его стабильности. RL состоит из поверхностного слоя (с косым направлением волокон) и глубокого слоя (с преимущественно поперечным направлением волокон). Глубокий поперечный слой состоит из трех основных частей:

- поперечная бедренно-надколенниковая связка (прикрепляется к верхнелатеральному краю надколенника);
- непосредственно поперечный ретинакулум, соединяющий *tractus iliotibialis* и среднюю треть латерального края надколенника;
- большеберцово-надколенниковая связка (прикрепляется к нижнелатеральному краю надколенника).

Доказано, что при взаимодействии с неповрежденными медиальными стабилизирующими структурами *retunaculum lateralis* обеспечивает плотный

контакт надколенника с межмышцелковой бороздой, препятствуя его медиальному и латеральному смещению [128, 168].

1.2. Биомеханические особенности пателлофemorального сустава

Исследования последних лет подтвердили, что, несмотря на многофакторность развития пателлофemorального артроза, ведущей причиной в большинстве случаев является биомеханическая дисфункция ПФС, к которой приводят дисконгруэнтность суставных поверхностей и нестабильность фиксации надколенника [42, 76, 109, 178, 265, 271].

Движения надколенника при сгибании в коленном суставе

Контактное давление на суставные поверхности ПФС постепенно возрастает по мере сгибания в коленном суставе (Рисунок 1.3) [108, 266].

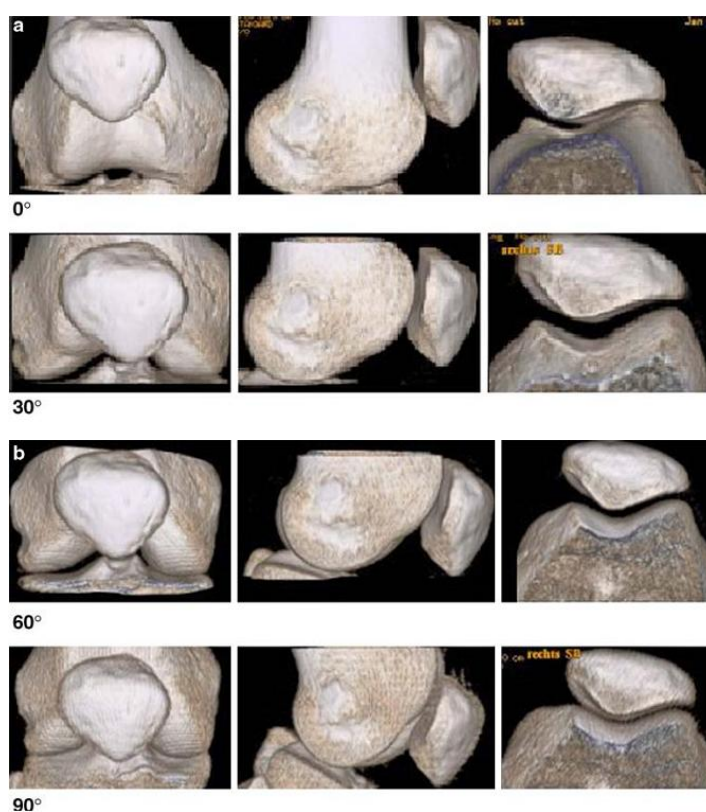


Рисунок 1.3 – Изменение положения надколенника при сгибании в коленном суставе – трехмерная КТ-реконструкция [108]

Т. Morooka и соавт. *in vivo* исследовали движение надколенника при сгибании голени, измеряя его смещение по горизонтали и переднезаднюю трансляцию. Согласно полученным результатам, по мере сгибания в коленном суставе надколенник смещается медиально [214]. Однако другие исследования указывают на смещение надколенника в латеральном направлении при сгибании колена до 90° [175, 215]. До сих пор не существует единого стандарта оценки смещения надколенника при сгибании в коленном суставе, поэтому описанное расхождение данных может являться следствием использования разных методик.

Patella alta

Повторяющиеся подвывихи и вывихи надколенника часто происходят при его избыточно высоком расположении (*patella alta*) [87, 175, 229, 270]. В этом положении надколенник не соприкасается с межмышцелковой бороздой на ранних этапах сгибания в коленном суставе, что является фактором риска вывиха надколенника, а также приводит к перегрузкам дистальных отделов его суставной поверхности. Высоко расположенный надколенник часто сочетается с такими аномалиями как маленький надколенник, избыточно подвижный надколенник, дисплазия мышц бедра, дисплазия межмышцелковой борозды, синдром дисплазии соединительной ткани. Все названные факторы также увеличивают риск подвывиха и вывиха надколенника [82, 135, 244].

Положение надколенника в вертикальной плоскости может быть оценено с помощью боковых рентгенограмм. Среди всех методов индекс Insall–Salvati [78, 158] считают наиболее надежным и широко применяемым. Этот индекс основан на соотношении длины связки надколенника с длиной его наибольшей диагонали. В норме это соотношение равно примерно единице, а для высоко расположенного надколенника превышает 1,2. Среди других применяемых методик следует отметить модифицированное соотношение Insall-Salvati, индекс Blackburne-Peel, соотношение Caton-Dtschamps и соотношение de Carvalho. Во всех упомянутых методиках как ориентир используют нижний край суставной

поверхности надколенника, что позволяет избежать получения ложноположительного и ложноотрицательного результатов при использовании индекса Insall-Salvati в случае аномального строения дистальной фасетки надколенника (Рисунок 1.4) [78, 152].

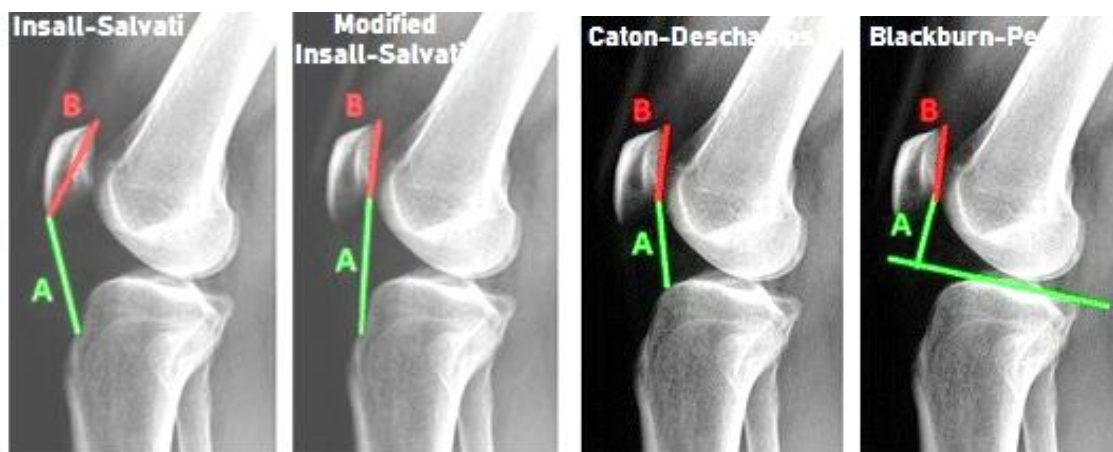


Рисунок 1.4 – Индексы, определяющие положение надколенника

Patella baja

Одной из причин хронического болевого пателлофemorального синдрома является низко расположенный надколенник (*Patella baja*), когда индекс Insall-Salvati меньше 0,8 [160, 230, 266].

Существует несколько врожденных заболеваний, сопровождающихся *Patella baja*. Часто такое положение надколенника возникает в результате уменьшения силы натяжения четырехглавой мышцы бедра вследствие ее разрыва, послеоперационного осложнения или поражения мышцы при полиомиелите. К значительному укорочению связки надколенника приводит симпатическая рефлексорная дистрофия. *Patella baja* является обратимой патологией, если выявлено на ранней стадии, и соответствующее лечение начато своевременно. Хирургическое лечение заключается в рассечении всех спаек, иссечении фиброзных тканей в жировом теле Гоффа, латеральном и медиальном релизе, проксимальной транспозиции бугристости большеберцовой кости после ее остеотомии. Удлинение связки надколенника рекомендовано, если индекс Insall-Salvati менее 0,6 [98].

Дисплазия мыщелков бедренной кости

Одной из основных причин нестабильности надколенника является дисплазия мыщелков бедренной кости – состояние, когда угол межмыщелковой борозды превышает 150° . Межмыщелковая борозда может и полностью отсутствовать, а в некоторых случаях на ее месте находится даже возвышение [264].

Н. Dejour и соавт. выделяют четыре фактора нестабильности со статистическими пределами: дисплазия мыщелков, увеличенное медиолатеральное расстояние между межмыщелковой бороздой и бугристостью большеберцовой кости, высоко расположенный надколенник и чрезмерная боковая подвижность надколенника. Н. Dejour описал так называемый «признак перекреста» (креста) – рентгенологический признак дисплазии мыщелков, выявляемый на латеральных рентгенограммах. О наличии признака говорят в случае, если проекция дна межмыщелковой борозды пересекает переднюю границу мыщелков бедра. По данным Dejour и соавт. [126, 139], этот признак выявляют у 96% пациентов с объективными признаками нестабильности надколенника (Рисунок 1.5).

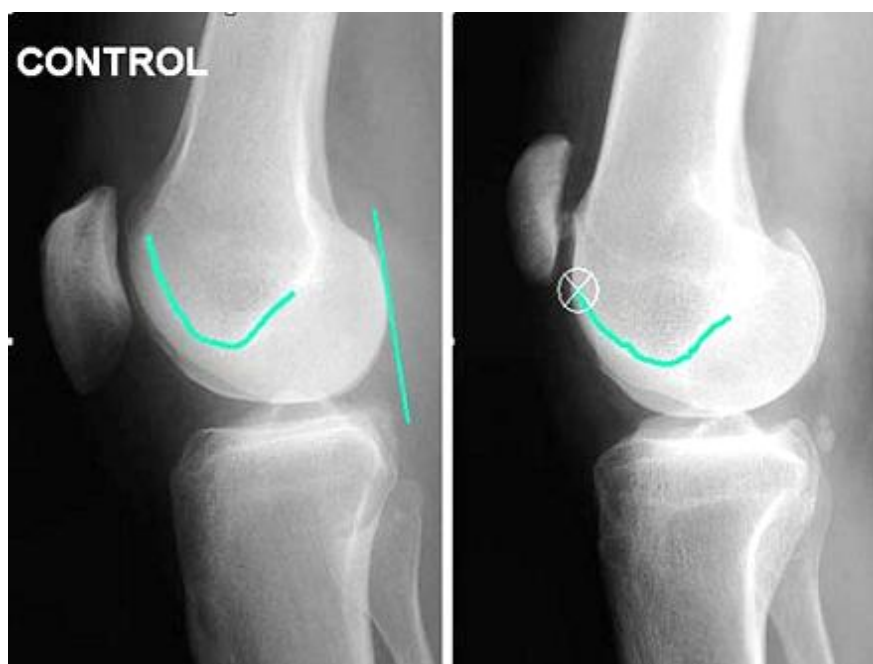


Рисунок 1.5 – Признак перекреста на боковых рентгенограммах по Н. Dejour

В классификации Н. Dejour описано четыре степени дисплазии.

Степень А – мыщелки имеются, но межмыщелковая борозда неглубокая.

Степень В – блок имеет плоскую или выпуклую конфигурацию, имеется надмыщелковая шпора, формирующая плато.

Степени С и D характеризуются ассиметричными фасетками мыщелков с выпуклой и гипопластичной медиальной фасеткой. При степени D, также называемой «отвесная скала», на медиальной мыщелковой фасетке имеется латеральная шпора больших размеров.

Признак перекреста присутствует при любой степени дисплазии [139, 236] (Рисунок 1.6).

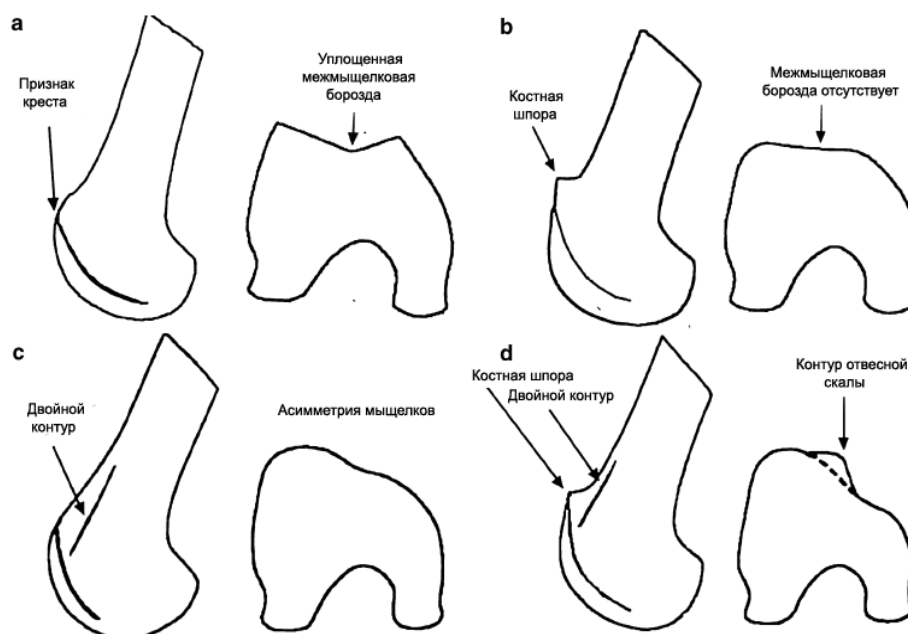


Рисунок 1.6 – Классификация дисплазии мыщелков бедра по Dejour:

- а) степень А – признак креста и сглаженный блок;
- б) степень В: признак креста, надмыщелковая шпора, уплощенный блок;
- с) степень С: признак креста, двойной контур, асимметрия мыщелков;
- д) степень D: асимметрия мыщелков и контур «отвесной скалы»

Механические свойства связок надколенника

При латеральной нестабильности надколенника после попыток консервативного лечения широко применяют пластику медиальной

пателлофemorальной связки (MPFL) [250]. Анатомические свойства медиальных пателлотибиальной (MPTL) и пателломенисковой (MPML) связок описаны сравнительно недавно, и их оценки и роли в стабилизации надколенника еще нуждаются в уточнении.

LaPrade и соавт. после проведения механических тестов на медиальном стабилизирующем комплексе надколенника на трупном материале установили, что прочностные характеристики (прочность, усилие разрыва, напряжение разрыва) MPFL и MPTL практически одинаковые. Также было установлено, что механические свойства MPML, хотя и уступают двух вышеназванным связкам, но также относительно высокие. На этом основании авторы делают вывод, что все три связки вносят ощутимый вклад в стабилизацию надколенника, как в статике, так и в динамике. Особо авторы отмечают, что значимых отличий в усилии разрыва между MPTL и MPML выявлено не было, однако эти отличия были выявлены в напряжении разрыва. Это позволяет предположить, что размер связок не является определяющим фактором их прочности [107].

Ряд исследований о роли связок при медиально расположенном надколеннике указывает на MPFL как причину такого положения [14, 20, 23, 111, 128, 202, 251, 255], однако другие работы отмечают роль и MPTL, и MPML [110, 111, 133, 189, 191, 235]. Исследование влияния медиальных связок на траекторию надколенника при сгибании от 0 до 90°, проведенное на трупном материале [255], показало, что MPFL является основным медиальным стабилизатором в диапазоне от 0 до 30°, а ограничивающая роль комплекса MPTL-MPML на латеральную трансляцию, ротацию и наклон надколенника проявляется только на больших углах сгибания. Следует отметить, что методы визуализации выявляют повреждение MPTL в большинстве случаев латерального вывиха надколенника, что еще раз подчеркивает потенциальную клиническую важность комплекса MPTL-MPML [14, 43, 60, 85].

При изучении роли связок медиального стабилизирующего комплекса часто моделируют латеральный вывих надколенника по механизму латеральной трансляции [182, 191]. При этом игнорируют силы, направленные вверх и

латерально вверх, действующие *in vivo*. Фактически, анатомическое положение комплекса MPFL-MPML предполагает противодействие силам, действующим сверху. Вдобавок, относительно низкая прочность медиально расположенных связок предполагает наличие определенной эластичной деформации, предшествующей разрыву. Однако, дисплазия пателлофemorального сустава обычно ассоциирована с латеральным вывихом надколенника. В этом случае оптимальным будет придание восстановленной связке более высокой прочности, чем природная. В исследовании LaPrade и соавт. усилие разрыва MPFL и MPFL составило 178 Н и 147 Н, соответственно [107]. В то же время, для разрыва сухожилия полусухожильной мышцы необходимо усилие в 1216 Н, а для разрыва тонкой мышцы – 838 Н. Оба трансплантата имеют большую прочность, однако для восстановления MPFL или MPFL следует выбрать сухожилие тонкой мышцы благодаря своим механическим свойствам и доступности. В любом случае, хирург должен избегать ограничения подвижности надколенника и увеличения контактного пателлофemorального давления, потому что это может стать причиной боли и неудовлетворительного результата лечения.

1.3. Диагностика

Повреждения и заболевания ПФС встречаются в основном у людей молодого и среднего трудоспособного возраста, ведущих активный образ жизни, что имеет большое социально-экономическое значение [6].

Трудности диагностики повреждений ПФС и недостаточно эффективные методы лечения более чем в 55% случаев приводят к развитию хронической нестабильности надколенника, развитию деформирующего артроза ПФС и как следствие, к снижению трудоспособности, а в ряде случаев, к стойкой инвалидизации больных [36, 39, 118].

Несмотря на актуальность проблемы, до сих пор нет четкого понимания происхождения болей в области ПФС. Синдром компрессии латеральной фасетки в структуре заболеваний коленного сустава встречается довольно часто, однако

многие авторы роль данного синдрома обычно недооценивают. Между тем, именно компрессия суставных поверхностей служит причиной ускоренного разрушения и истончения суставного хряща, что в свою очередь приводит к развитию и затем быстрому прогрессированию пателлофemorального артроза. Синдром компрессии латеральной фасетки надколенника в обязательном порядке присутствует при его латеропозиции и нестабильности. В последнем случае дополнительно может развиваться синдромом компрессии и медиальной фасетки [3, 25, 101, 116, 118, 149].

Так, у пациентов, не получавших лечение по поводу синдрома компрессии латеральной фасетки надколенника, включая латеропозицию надколенника, отмечают следующие изменения: фиброз парapatеллярно расположенных мягких тканей с латеральной стороны, натяжение медиального удерживателя надколенника с одновременным укорочением латеральной части удерживателя, компрессия и повреждение суставного хряща латеральной фасетки, воспалительные изменения. Как уже упоминалось, это ведет к быстрому появлению и прогрессированию пателлофemorального артроза. При клиническом осмотре можно обнаружить крепитацию, отрицательный симптом пассивного возвращения надколенника в межмышцелковую борозду, а при лучевом исследовании – признаки дегенеративных изменений ПФС [145, 146, 153, 162, 226].

В отношении диагностики синдрома компрессии есть как общие моменты, с которыми согласны практически все исследователи, так и спорные. Относительно сбора анамнеза царит полное единодушие – он должен быть собран как можно тщательнее с целью выявления факторов риска, возможных травматических повреждений, проведенного лечения, особенно оперативного. Обладание полной информацией позволит хирургу более обоснованно выбрать метод лечения и избежать внезапных интраоперационных находок, способных повлиять на ход запланированного вмешательства.

При клиническом обследовании часто можно выявить дистрофические изменения подкожно-жировой клетчатки с латеральной стороны надколенника, изменение цвета кожи, наличие уплотнений, узелков, шрамов и омовололости.

Однако следует помнить, что все вышеперечисленное также может являться результатом профессиональной деятельности [116, 118, 119].

Обязательными моментами осмотра являются оценка оси конечности в положении пациента стоя и оценка походки при ходьбе босиком. Ходьба босиком позволит выявить наличие функциональной недостаточности, например, избыточную пронацию подтаранного сустава [162].

Области ретинакулума и связки надколенника пронизаны многочисленными нервными окончаниями, поэтому пальпация этих областей может дать сведения о локальной денервации во время предыдущих оперативных вмешательств или, наоборот, образовании невромы в области артроскопического порта. Обязательным элементом обследования является попытка смещения надколенника с последующим расспросом пациента об испытываемых ощущениях. Дискомфорт при смещении надколенника кнаружи является прямым указанием на наличие патологического процесса в области латеральной фасетки [118, 215].

Диагностическую ценность имеет измерение угла Q (угла квадрицепса) – между линией, идущей от передней верхней подвздошной ости к центру надколенника, и линией, идущей от центра надколенника к бугристости большеберцовой кости [223]. J.P. Fulkerson указывает на необходимость выявления крепитации и точной локализации ее происхождения. Так, если при сгибании крепитация возникает при почти полностью разогнутом коленном суставе, то поражены дистальные фасетки надколенника, а если крепитация возникает позже, то проксимальные. Указывают также на необходимость выявления патологической складки синовиальной оболочки, наличие которой может свидетельствовать о нарушении оси сустава [135, 215].

Критерии нормального взаимоотношения костей при рентгенографии хорошо описаны [59, 86, 179, 193, 217, 229, 245]. Для визуализации ПФС обычно используют аксиальные рентгенограммы, выполненные при сгибании коленного сустава до 30 и 45°. Наиболее частой ошибкой при выполнении рентгенограмм является чрезмерное сгибание коленного сустава. В этом случае умеренная нестабильность может остаться незамеченной. Grelsamer и соавт. полагают, что для рентгенологического выявления

подвывиха надколенника наилучшим методом является следующий: провести линию от латерального края надколенника к медиальному и измерить угол между горизонтальной и проведенной линиями [151]. Некоторые авторы подчеркивают необходимость выполнения боковых рентгенограмм с целью выявления ротационного смещения надколенника [139]. Murray и соавт. сравнили чувствительность латеральных и аксиальных рентгенограмм при выявлении смещения надколенника. По их мнению, латеральная рентгенография является более чувствительным методом [199].

Более точным методом выявления компрессии фасеток надколенника является компьютерная томография (КТ) [18, 62, 121, 172]. Для выявления смещения надколенника необходимо выполнить КТ коленного сустава при выпрямленной в коленном суставе конечности, а также при сгибании 15° , 30° и 45° . Кроме того, необходимо получить поперечные срезы через середину надколенника. Преимуществом КТ является возможность получения поперечных срезов надколенника при любом угле сгибания коленного сустава. R.M. Biedert и соавт. полагают, что лучше выполнять КТ при расслабленной четырехглавой мышце бедра [106]. Есть сообщения об использовании КТ для определения угла Q в тех случаях, когда другие методы не дают достаточно информации [223]. В то же время, КТ-исследование, выполненное при заранее фиксированном положении голени, не учитывает вариативности индивидуальных особенностей пациента, вследствие чего не всегда позволяет судить о максимальном смещении надколенника и сужении щели ПФС при движениях в коленном суставе. В связи с этим появились предложения выполнять функциональное КТ-исследование, фиксируя положение надколенника во всем диапазоне выполнения сгибания в коленном суставе [10, 11, 18, 19, 58, 66, 72, 108, 166, 227].

В последнее время магнитно-резонансную томографию (МРТ) считают одним из основных методов выявления компрессии фасеток надколенника. Особенно метод актуален на начальных стадиях заболевания, когда еще нет изменений в подлежащей кости, а для правильной интерпретации рентгенограмм нужен достаточно большой опыт [104, 136, 267].

Ряд исследований указывает, что основным предиктором синдрома компрессии суставных фасеток надколенника является нарушение тонуса квадрицепса. В связи с этим значение МРТ существенно возрастает, ведь в этом случае повреждение хряща возникает не в результате статического смещения надколенника вследствие рельефа костных структур, а в результате многократных микросмещений, обусловленных тонусом мышц в данный момент конкретного паттерна движения. При этом другие рентгенологические методы зачастую не выявляют субстрат боли в коленном суставе. Однако следует помнить, что МРТ не исключает выполнения традиционной рентгенографии [208].

В некоторых случаях для диагностики боли в ПФС применяют радионуклидное сканирование. Так, Дуге и соавт. указывают на возможность использования метода для выявления костного ремоделирования субхондральной костной ткани надколенника, а также для констатации излечения [131].

1.4. Лечение

Коррекция положения надколенника

В настоящий момент нет единого мнения относительно тактики лечения синдрома компрессии латеральной фасетки надколенника.

Консервативное лечение включает соблюдение режима, коррекцию образа жизни пациента, механотерапию, ортезирование и тэйпирование, борьбу с избыточным весом и назначение медикаментозной терапии [32, 56, 74, 84, 112, 130, 155, 228].

При механотерапии основное внимание уделяют задаче увеличения силы мышц, а также проприоцептивным упражнениям. Известно, что медиальная головка четырехглавой мышцы бедра противодействует латеральному смещению надколенника. Однако, необходимость ее изолированной тренировки остается спорным вопросом, особенно, если учесть факт, что мышечная стабилизация

становится значимой лишь при сгибании коленного сустава более чем на 60° [115, 124, 249].

Ортезирование и тэйпирование как методы лечения синдрома латеральной фасетки надколенника достаточно распространены в спортивной реабилитации. Следует отметить, что ортезы не позволяют устранить развившуюся патологию, но позволяют пациентам оставаться на прежнем уровне физической активности без усугубления клинической картины. Консервативное лечение длительно, требует значительных усилий со стороны пациента, однако не всегда эффективно [84, 112, 124, 130, 148, 155, 221, 225].

Сторонники консервативного лечения сообщают, что до 75-80% пациентов могут быть излечены с помощью лечебной физкультуры, нестероидных противовоспалительных средств и ограничения физической активности, которая провоцирует появление болевого синдрома. Однако лечение остальных пациентов консервативными методами не приносит значимого облегчения, и им требуется хирургическое вмешательство [33, 220, 235].

Хирургические методики можно разделить на открытые, артроскопические и комбинированные [7, 27, 30, 31, 73, 105, 141, 174, 222, 239, 241]. Среди открытых методик, которых, по данным Marion и Barcat, уже в 1950 году насчитывалось около 100, наибольшее распространение получили следующие:

- по С. Roux – медиализация бугристости большеберцовой кости;
- по А. Krogius – с наружной стороны сустава параллельно надколеннику проводят разрез капсулы длиной около 15 см; с внутренней стороны – еще два параллельных разреза на расстоянии 3 см один от другого, которые образуют полосу, прикрепленную внизу к *tuberositas tibiae*, а сверху охватывающую часть волокон *m. vastus tibialis*; надколенник подтягивают кнутри, при этом открывается наружная щель, которую заполняют лоскутом капсулы сустава, транспонированного через надколенник с медиальной стороны;
- по Фридланду – мобилизация прямой мышцы бедра вместе со связкой надколенника, их перемещение в медиальном направлении с фиксацией к сухожилиям портняжной, большой приводящей и медиальной широкой мышц

бедра и ушиванием суставной капсулы с медиальной стороны в продольную складку.

Вариантов транспозиции бугристости большеберцовой кости предложено очень много – как отечественными, так и зарубежными авторами, однако при использовании этих методик необходимы протяженный широкий разрез кожи, длительная послеоперационная иммобилизация и реабилитация [51, 54, 65, 70, 94, 105, 114, 169, 177, 205, 238].

В 1972 году Chen и Ramanathan предложили для лечения синдрома компрессии латеральной фасетки надколенника следующую методику: после проведения предварительной диагностической артроскопии, через имеющиеся артроскопические доступы (нижне- и, при необходимости, верхнелатеральный) проводят изнутри коленного сустава релиз латеральной порции разгибательного аппарата. При использовании данной методики частота осложнений составляла менее 10% [42]. В 1995 году Henry и Pflum дополнили названную методику артроскопическим наложением швов на *retinaculum medialis* с целью создания его складки (рифинг) [154]. Иногда применялось сочетание артроскопического релиза и открытого рифинга – так называемая семиартроскопическая операция.

К настоящему времени в литературе описаны самые разные оперативные методики для лечения синдрома компрессии латеральной фасетки надколенника: артроскопия с перфорацией суставного хряща, латеральный релиз [97, 106, 215, 243], частичная фасетэктомия [181, 183, 220, 270], различные виды пластик [148, 153, 233, 248, 247], удаление надколенника, пателлофemorальное эндопротезирование [112, 242] и тотальное эндопротезирование коленного сустава с замещением суставной поверхности надколенника [257].

На трупном материале было выявлено, что при создании медиального парapatellarного артроскопического портала можно повредить медиальные пателлотибальную и пателломенисковую связки, и эта опасность возрастает при выполнении наружного поперечного доступа. Учитывая высокие механические характеристики этих связок и их не до конца выясненную роль в медиальной стабилизации надколенника, следует стараться не нарушить их целостность [107].

В 1983 г. McCarroll и соавт. опубликовали результаты использования латеральной фасетэктомии для лечения 57 пациентов с латеральной хондромалией надколенника; средний период наблюдения составил 3,9 лет. По их данным, в 75% случаев пациенты были субъективно удовлетворены результатом [183]. Martens и соавт. [181] при применении этой методики показали долю хороших результатов у 65% пациентов, а Paulos L.E. и соавт. – у 88% [220]. Yergan и соавт. сообщили, что после латеральной фасетэктомии на протяжении 8 лет отмечался регресс болевого синдрома, однако улучшения функции коленных суставов отмечено не было [269]. Тем не менее, вопрос об улучшении функционального результата после латеральной фасетэктомии остается недостаточно изученным. Одни авторы считают, что инцизия латеральной порции ретинакулума надколенника оказывает свой эффект в результате денервации области болевой импульсации. В связи с этим, они отмечают, что эффективность данного метода ограничена случаями выраженной болезненности в проекции самого ретинакулума. Однако опубликованные результаты применения только латерального релиза, при котором пересекаются нервные волокна, идущие к надколеннику, хуже, чем при выполнении латеральной фасетэктомии. Причиной этому может служить тот факт, что резекция фрагмента кости уменьшает контактное давление латерального мыщелка бедра на латеральную фасетку надколенника, что способствует снижению болевого синдрома [123].

Уже в начале 1980-х гг. релиз латеральной части ретинакулума использовали в качестве операции выбора при резистентном к консервативному лечению пателлофemorальному синдрому. В то время основным показанием к лечению была именно боль, а основным предметом дискуссий – необходимость шейвирования свободных фрагментов хряща надколенника и бедренной кости. В настоящий момент показания уточнены: это недостаточность связочного аппарата с медиальной стороны надколенника – в первую очередь медиальной пателлофemorальной связки при возможности выполнения пластики без увеличения нагрузки на поврежденную зону [176, 213, 224, 226].

Считается, что оптимальным контингентом для латерального релиза являются пациенты с ротационным смещением надколенника, когда имеется избыточная компрессия в проекции латеральной фасетки надколенника, первоначально описанная Ficat и соавт. [142]. Вначале операцию выполняли как «открытым» способом (артротомия), так и с помощью артроскопии, но по мере совершенствования артроскопического метода открытые вмешательства были практически полностью вытеснены [132, 144, 145, 207, 234]. Изолированное выполнение латерального релиза считают оправданным в случаях синдрома компрессии латеральной фасетки надколенника при условии, что надколенник стабилен [194]. Среди осложнений латерального релиза чаще всего фигурирует медиальный подвывих надколенника как следствие чрезмерного релиза [142]. Кроме того, в послеоперационном периоде в процессе рубцовых изменений латеральный ретинакулум может прижимать надколенник к мыщелку бедра еще сильнее, чем до операции [119, 194].

У большинства пациентов для достижения хорошего результата достаточно выполнения латерального релиза, но иногда его следует дополнить усилением медиальной группы стабилизаторов, в частности, пластикой медиальной пателлофemorальной связки с целью предотвращения латерального подвывиха [16, 53, 186]. В литературе широко описана пластика медиальной пателлофemorальной связки с использованием различных мягкотканых образований включая сухожилия *m.semitendinosus*, *m.gracilis*, *m.quadriceps*, *m.adductor magnus*, а также искусственную связку [49, 52, 88, 98, 117, 125, 138, 173, 187, 188, 196, 198, 202, 203, 231, 232, 247, 270].

Методы фиксации трансплантатов также отличаются большим разнообразием: костный блок, винты и шайбы, EndoButton™ и др. В настоящий момент авторы предлагают разные методики фиксации биодеградируемых винтов, однако обзор литературы не позволяет выделить преимущества какой-либо из них [194, 195]. Отмечено, что после пластики медиальной пателлофemorальной связки у пациентов чаще присутствует болевой синдром. В этой связи подчеркивается, что пластика медиальной пателлофemorальной связки должна восстанавливать

нормальную анатомию и ни в коем случае не смещать надколенник медиально [117, 140, 161, 198, 206, 209].

Так или иначе, в настоящее время отсутствуют четкие указания о том, насколько достаточным может быть выполнение латерального релиза и в какой степени его следует сочетать с укреплением медиальных отделов стабилизаторов надколенника. Ряд исследователей дополняют латеральный релиз и другими манипуляциями, в частности, хондропластикой при выявлении поражений суставного хряща в латеральных отделах [97, 220, 229, 243].

Чтобы избежать перегрузки медиальной фасетки надколенника, прибегают к операции Fulkerson – антеромедиализации большеберцового бугорка. После выполнения данной операции дистальный полюс надколенника смещается кпереди, и контакт суставных фасеток надколенника с мыщелками бедра при сгибании колена наступает позже. Это позволяет значительно уменьшить болевой синдром и замедлить прогрессирование пателлофemorального артроза [202, 267, 269]. Среди недостатков вмешательства А. Том и соавт. отмечают относительную травматичность, вероятность перелома большеберцовой кости, увеличение времени реабилитации, включая время исключения нагрузки на оперированную конечность [157].

Удаление надколенника, несмотря на удаление субстрата боли, не является эффективным методом лечения. Эту операцию иногда используют при выраженных дегенеративных изменениях латеральной фасетки надколенника, однако хорошие результаты удается достичь лишь в 50-55% случаев. Недостатком таких операций является резкое снижение силы разгибателей, которая в среднем оказывается на 60% ниже, чем на неоперированной конечности.

Результаты современных методик пателлофemorального эндопротезирования достаточно противоречивы. Частота хороших и отличных результатов колеблется в промежутке от 70 до 85% в периоде наблюдения от 2 до 5 лет. Причем вероятность развития болевого синдрома в послеоперационном периоде находится на достаточно высоком уровне и практически соответствует частоте этого осложнения после тотального эндопротезирования коленного

сустава. Более того, пациенты, перенесшие данную операцию, становятся претендентами на реэндопротезирование. Возможно, поэтому часть исследователей не склоняется к данному методу лечения [22, 90, 112, 220, 257].

Результаты применения тотального эндопротезирования коленного сустава зависят от возрастной группы пациентов и от периода наблюдения. Оптимальный результат можно ожидать у пожилых пациентов на протяжении нескольких лет после оперативного вмешательства [63]. Отмечено, что результаты эндопротезирования у пациентов с синдромом компрессии латеральной фасетки оказались лучше, чем у пациентов с тотальным гонартрозом.

Лечение патологии суставного хряща

Пораженный суставной хрящ практически не способен к самостоятельной регенерации, что обусловило ограниченное применение консервативных методик лечения в случаях выявления его существенных патологических изменений. Наиболее распространенной в настоящее время является классификация степени хондромалиции, предложенная ICRS (International Cartilage Repair Society), согласно которой в упрощенном варианте выделяют 4 степени – 1 (поверхностное поражение), 2 – поражение менее, чем на 50% глубины хряща, 3 – свыше 50% глубины, 4 – до субхондральной кости с ее обнажением. Хрящевые дефекты поддерживают каскад патологических изменений, определяющих прогрессирование остеоартроза [5].

Поскольку, по единодушному мнению большинства авторов, синдром латеральной гиперпрессии надколенника практически неизбежно вызывает поражение суставного хряща в области латеральных фасеток надколенника и в соответствующих зонах бедренной кости, при лечении таких пациентов данной патологии следует уделять неизменное внимание – в отношении как диагностики, так и дополнительных корректирующих манипуляций [13, 46, 79, 90, 95, 96, 116, 165, 171, 180, 201, 216, 219, 252, 253, 254].

Степень хондромалиции можно определить с помощью современных методик магнитно-резонансной томографии (МРТ) [210], однако наибольшую диагностическую ценность имеет артроскопия. Сегодня каждая артроскопическая операция, предпринимаемая по любому поводу, обязательно включает в себя начальный диагностический этап, в ходе которого уточняют предоперационный диагноз и при необходимости вносят коррективы в операционный план [71]. В отношении патологии ПФС при синдроме латеральной гиперпрессии диагностический этап артроскопии позволяет уточнить еще и трекинг надколенника при движениях в коленном суставе [164, 204, 263].

Консервативные методики, включающие охранительный режим, физиопроцедуры, прием хондропротекторов и внутрисуставные инъекции (гиалуроновая кислота, богатая тромбоцитами плазма) оправдывают себя лишь при относительно не тяжелых поражениях хряща – как по глубине, так и по площади. В остальных случаях требуется хирургическое вмешательство для замещения сформировавшего дефекта (различные варианты хондропластики) [2, 17, 26, 28, 35, 41, 44, 47, 61, 64, 67, 69, 80, 122, 134, 221, 225, 262].

Дебридмент с удалением нежизнеспособных участков суставного хряща можно выполнять с использованием механического воздействия (кусачки, шейвирование), однако более эффективным и щадящим является бесконтактный метод холодноплазменной абляции, позволяющий достигнуть высокой точности воздействия и хорошего эффекта дебридмента. В результате такой обработки структура коллагенового матрикса уплотняется, глубокие зоны хряща не повреждаются, и удается достигнуть идеально гладкой поверхности [38, 68, 167].

При глубоких поражениях хряща (3-4 степень), особенно в случаях обнажения и склерозирования субхондральной кости, необходимо уже восстановление хрящевых дефектов. Существует ряд методик хондропластики, включая мозаичную остеохондральную трансплантацию, однако большинство из таких вмешательств достаточно травматично и затратно, но вместе с тем не гарантирует получения хорошего результата [1, 12, 40, 50, 81, 117].

Самыми распространенными являются методики, предусматривающие перфорацию обнаженной склерозированной субхондральной кости с выходом на суставную поверхность полипотентных клеток из губчатого вещества. Такими методиками являются микрофрактурирование субхондральной кости с помощью микродолота, туннелизация при помощи спиц и абразия с применением артроскопических фрез. Достоинством таких методик является их доступность, а недостатком – слабая фиксация кровяного сгустка на суставной поверхности, что препятствует достижению положительного эффекта от манипуляции [2, 83, 240].

Для удержания сгустка предложено укрывать поверхность хрящевого дефекта после обработки специальными мембранами, что существенно усложняет операцию, однако также не гарантирует достижение желаемого результата. Тем более, что ткань, образующаяся на месте обработанного дефекта, никогда не бывает идентичной нативному суставному хрящу, уступая ему по ряду свойств.

Использование аутотрансплантатов не решает проблему нарушения микроциркуляции и капиллярного стаза в глубоких слоях субхондральной кости, увеличивая риск аваскулярного некроза и кистозной перестройки в области имплантации [41, 45].

Интенсивно развивающиеся технологии регенеративной медицины предусматривают трансплантацию в зону хрящевого дефекта специальных конструкторов, содержащих аутологичные хондроциты и способных стимулировать формирование нативного суставного хряща, однако эти разработки еще продолжаются, и протоколы применения таких методик пока еще окончательно не определены [48, 83, 103, 265].

При любом воздействии, стимулирующем восстановление суставного хряща, необходима длительная разгрузка суставных поверхностей, что применительно к коленному суставу вынуждает пациентов от 1,5 до 3 месяцев мириться с существенными ограничениями физической активности, а в ряде случаев и временной нетрудоспособностью. Не все пациенты оказываются к этому готовы, в связи с чем многие авторы отмечают, что перед выполнением хондропластики

необходимо подготовить пациента, убедиться в его комплаентности и детально разъяснить особенности проведения реабилитационного периода.

Таким образом, поиски идеального способа замещения дефектов суставной поверхности, гарантированно приводящего к формированию хрящевой ткани, до сих пор продолжаются. В литературе авторы приводят ряд доводов в пользу или против применения той или иной методики, однако все согласны в том, что в любом случае оставлять хрящевой дефект без какого-либо воздействия, направленного на стимуляцию регенерации хряща или его механическое замещение, нецелесообразно, так как это заведомо приводит к худшим результатам лечения.

Резюме

Синдром латеральной гиперпрессии надколенника — достаточно распространенная патология, однако она не во всех случаях диагностируется своевременно как из-за недостаточной настороженности врачей, так и вследствие многообразия симптомов, сопровождающих патологию коленного сустава, в массе которых не всегда удастся дифференцировать специфичные признаки. Данные лучевой диагностики, способные продемонстрировать объективную картину, также следует правильно интерпретировать, так как положение надколенника в значительной степени зависит от угла сгибания в коленном суставе, и укладка пациента при выполнении рентгенографии или компьютерной томографии имеет существенное значение.

Методики хирургической коррекции положения надколенника весьма разнообразны и варьируют в широком диапазоне от остеотомий с транспозицией костных фрагментов и фасетэктомий до щадящих вмешательств в виде изолированного релиза латерального удерживающего комплекса. До сих пор нет единого мнения о том, как избрать оптимальную методику в рамках персонализированного подхода к пациенту, решения о хирургической тактике часто принимаются эмпирически. Отсутствие общепризнанного алгоритма выбора

оптимальной тактики приводит к избыточному или, наоборот, недостаточному объему вмешательства и не может не отразиться на конечном результате.

Обязательно сопровождающая синдром латеральной гиперпрессии надколенника хондропатия в зоне усиленного контакта хрящевых поверхностей может принимать тяжелые формы вплоть до выраженной хондромалиции с обнажением участков субхондральной кости. В таких случаях коррекция положения надколенника не решает всех проблем, поскольку клинические проявления пателлофemorального артроза не позволят пациенту ощутить достаточного облегчения в результате проведенного лечения. Ряд авторов игнорируют эту проблему, считая, что нормализация положения надколенника в достаточной степени обеспечит успех последующего консервативного лечения пателлофemorального артроза, однако большинство признает, что хирургическое лечение должно быть комплексным, включая обработку патологически измененной хрящевой поверхности. В то же время, характер и объем дополнительного вмешательства, направленного на лечение пораженного суставного хряща, не имеет до сих пор четких показаний, что также требует уточнения и унификации.

Таким образом, перечисленные нерешенные вопросы в области диагностики и хирургической тактики лечения пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника, обусловили актуальность предпринятого исследования.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За период 2020-2025 гг. в Клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов Университетской клинической больницы № 1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) было прооперировано 78 пациентов с синдромом локальной гиперпрессии надколенника. Помимо этого, скрининговое исследование по поводу болей в области ПФС проведено еще 156 пациентам, которые по результатам обследования не были включены в основной этап исследования.

2.1. Дизайн исследования

На первом этапе проведено ретроспективное исследование пациентов ($n = 48$), которым ранее в нашей клинике были выполнены операции коррекции положения и стабилизации надколенника по поводу развившегося синдрома его латеральной гиперпрессии.

Критериями включения в эту группу были:

- возраст старше 18 лет (совершеннолетние);
- наличие в анамнезе операции хирургической коррекции положения надколенника (латеральный релиз, стабилизация медиального удерживателя), предпринятой по поводу синдрома его локальной гиперпрессии (давность от 1 до 2 лет);
- доступность и полноценность первичной медицинской документации, позволяющей сформировать исчерпывающее мнение о тяжести патологии, характере выполненного вмешательства и течении раннего послеоперационного периода;
- возможность очного обследования пациента в соответствии с разработанным протоколом в послеоперационном периоде;
- добровольное информированное письменное согласие пациента на участие в проведении исследования.

Критерии невключения:

- диспластические изменения компонентов ПФС, соответствующие типам С и D по классификации Dejour;
- гонартроз 3-4 степени по классификации Kellgren-Lowrence;
- внутрисуставные повреждения (травма менисков, разрывы крестообразных связок), требующие хирургической коррекции;
- привычный вывих надколенника с повреждением медиального поддерживающего комплекса;
- высокое (patella alta) или низкое (patella baja) положение надколенника;
- имевшиеся ранее или возникшие в послеоперационном периоде сопутствующие травмы, заболевания или патологические состояния со стороны опорно-двигательной системы и/или общесоматического статуса, оказывающие существенное влияние на способность пациента пользоваться оперированной конечностью;
- неспособность в силу психического или интеллектуального состояния к полноценному проведению анкетирования и выполнению рекомендаций.

Пациентам проводили клиническое обследование с определением амплитуды безболезненных движений в оперированном коленном суставе, анкетирование по шкалам ВАШ (боль), KSS и WOMAC, лучевые исследования (рентгенографию в трех проекциях – передней, задней и аксиальной по Merchant, а также МСКТ и МРТ).

На втором этапе разработана математическая модель коленного сустава, позволяющая определить трекинг надколенника при латеральном смещении и ключевые зоны его поддерживающего аппарата, обусловившие положение латеропозиции. Эта работа проведена совместно с сотрудниками кафедры высшей математики, механики и математического моделирования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и ФГБУН Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН.

На третьем этапе разработана методика исследования изменений положения надколенника при сгибании голени с помощью функциональной мультиспиральной компьютерной томографии (фМСКТ).

На основе результатов второго и третьего этапов исследования был создан алгоритм персонализированного выбора оптимальной тактики лечения пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника.

На четвертом этапе проведен скрининговый отбор пациентов с жалобами на боли в области ПФС. У 156 человек выполнили клиническое обследование, рентгенографию, фМСКТ и МРТ коленного сустава. По результатам скрининга показания к хирургической коррекции в связи с развившимся синдромом латеральной гиперпрессии надколенника определены у 30 человек, которым в клинике УКБ № 1 выполнены вмешательства в соответствии с разработанным алгоритмом. В зависимости от тяжести патологии и характера выполненных операций для данных пациентов был откорректирован реабилитационный протокол в отношении сроков восстановления полной функциональной нагрузки.

Критерии включения в исследование на четвертом этапе.

- возраст старше 18 лет (совершеннолетние);
- боль по 10-балльной ВАШ свыше 4,0 баллов;
- показания к хирургической коррекции положения надколенника в связи с верифицированным синдромом его латеральной гиперпрессии;
- возможность динамического наблюдения за пациентом в послеоперационном периоде в течение минимум 1 года;
- добровольное информированное письменное согласие пациента на выполнении предложенной операции и участие в проведении исследования;
- готовность и способность к конструктивному сотрудничеству, проведению анкетирования, выполнению предписанного режима и врачебных рекомендаций.

Критерии невключения:

- выявленные в ходе первичного обследования местные и/или общие противопоказания к выполнению запланированных операций;
- гонартроз 3-4 степени по классификации Kellgren-Lawrence;

- рецидивирующий вывих надколенника;
- диспластические изменения (типы C и D по классификации Dejour) или последствия травм, нарушающие форму мыщелков бедренной кости;
- наличие ортопедической и/или общесоматической сопутствующей патологии, препятствующей нормальной ходьбе и/или нарушающей функцию целевой нижней конечности.

Критерии исключения:

- отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании;
- грубое нарушение предписанного режима, существенно повлиявшее на проведение реабилитационного периода и конечный результат.

Пациентам проводили динамическое обследование через 1,5, 6 и 12 месяцев с момента операции, включающее те же позиции, что и у пациентов первого этапа (ретроспективной группы): клиническое обследование, анкетирование по шкалам ВАШ (боль), KSS и WOMAC, лучевые исследования (рентгенографию в трех проекциях – передней, задней и аксиальной по методу Merchant, МРТ и фМСКТ).

Результаты лечения пациентов ретроспективной и проспективной групп были подвергнуты статистической обработке и сравнительному анализу.

2.2. Общая характеристика пациентов

Ретроспективная группа ($n = 48$) включала в себя 34 мужчины (70,8%) и 14 женщин (29,2%), средний возраст составил $38,4 \pm 3,6$ лет (от 21 до 55). Индекс массы тела (ИМТ) варьировал от 20 до 28 кг/м^2 , в среднем $25,5 \text{ кг/м}^2$. Срок с момента первого появления жалоб составил от 6 до 19 месяцев (в среднем $8,6 \pm 1,3$ мес). Согласно Международному опроснику для определения физической активности – International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), высокий уровень физической активности до появления жалоб имели 44 пациента (91,7%), причем 10 человек являлись профессиональными спортсменами.

Для проспективного этапа было проведено скрининговое обследование 156 человек, имеющих по своим общим характеристикам показатели, находящиеся

в границах соответствующих диапазонов, установленных для ретроспективной группы: средний возраст составил 40,2 лет, средний ИМТ = 26,0 кг/м², средний срок с момента появления первых жалоб – 9,5 мес, высокий уровень физической активности – у 92,3%.

Из этих 156 человек показания к оперативному вмешательству были определены у 30 пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника (проспективная группа) – 22 мужчины (73,3%) и 8 женщин (26,7%) среднего возраста $39,8 \pm 4,5$ лет (от 19 до 60). Индекс массы тела (ИМТ) варьировал от 21 до 30 кг/м², в среднем 26,8 кг/м². Срок с момента появления первых жалоб в проспективной группе составил от 4 до 18 месяцев (в среднем $8,4 \pm 2,2$ мес). Согласно опроснику IPAQ, высокий уровень физической активности до появления жалоб имели 27 пациентов (90,0%), причем 6 человек являлись профессиональными спортсменами.

Таким образом, по полу, возрасту, индексу массы тела и срокам с момента появления первых жалоб пациенты ретроспективной и проспективной групп были сопоставимы ($p > 0,05$) (Рисунок 2.1).

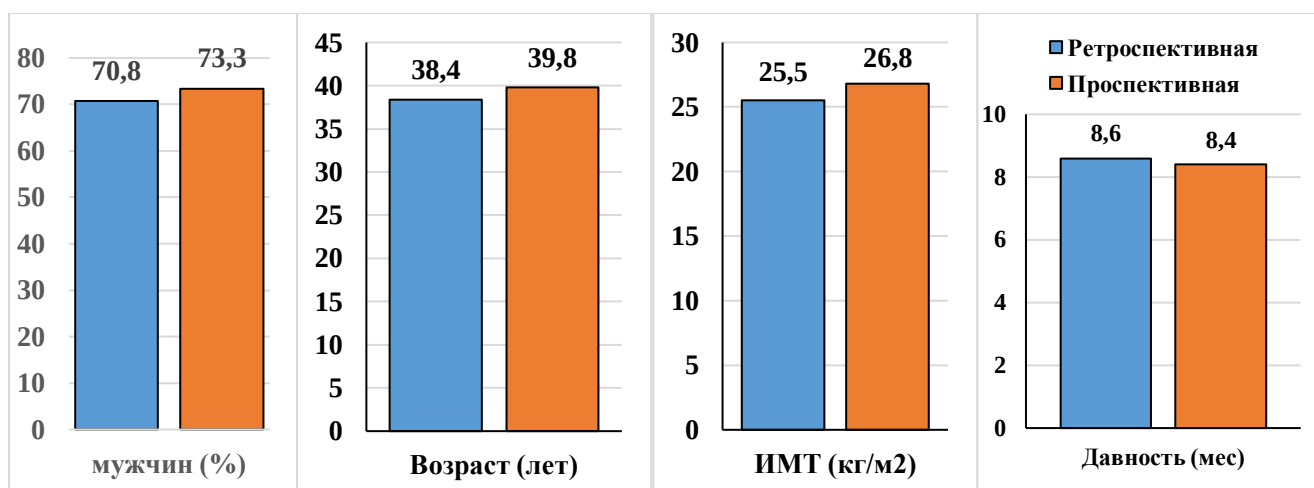


Рисунок 2.1 – Средние значения общих показателей в группах наблюдения

2.3. Методы обследования

Клиническое обследование

Все пациенты отмечали постоянную ноющую боль в области передних отделов коленного сустава, усиливающуюся при сгибании голени, а также хруст при движениях в суставе. Интенсивность боли оценивали по 10-балльной шкале ВАШ, согласно которой:

- 0-0,5 см (баллов) – нет боли;
- 0,5-3,9 см (баллов) – умеренная боль;
- 4,0-7,4 см (баллов) – выраженная боль;
- 7,5-10 см (баллов) – очень сильная боль.

При первичном обращении средний показатель болевого синдрома по ВАШ в ретроспективной группе составил 6,2 баллов, а в проспективной группе – 6,7 баллов, что находилось в оценочном диапазоне «выраженная боль»; при этом у 3 пациентов ретроспективной группы (6,3%) и 2 – проспективной группы (6,7%) показатели боли по ВАШ превысили значение 7,5 балла («очень сильная боль»). Таким образом, по средним показателям болевого синдрома группы не имели статистически значимых отличий ($p > 0,05$).

На чувство неустойчивости в коленном суставе при ходьбе жаловались 15 пациентов ретроспективной группы (31,3%) и 10 пациентов проспективной группы (33,3%).

Ограничение сгибания голени из-за боли («псевдоблокирование» коленного сустава) отмечено у 5 пациентов ретроспективной группы (10,4%) и 3 пациентов проспективной группы (10,0%).

Положительный симптом J-признака (латеральное смещение надколенника при сгибании голени) отмечен у 20 пациентов ретроспективной группы (41,6%) и 13 пациентов проспективной группы (43,3%).

У пациентов ретроспективной группы в 44 случаях (91,7%) было невозможно поднять латеральный край надколенника при выпрямленной нижней конечности, и

в 37 случаях (77,1%) отмечалась болезненность при попытке латерального смещения надколенника. У пациентов проспективной группы эти симптомы встречались соответственно у 28 (93,3%) и 23 (76,7%) человек (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Клинические симптомы латеральной гиперпрессии надколенника (в % от общего числа пациентов в группе)

	Ретроспективная группа	Проспективная группа	Разница
Чувство неустойчивости в суставе	31,2	33,3	2,1 ($p > 0,05$)
Ограничение амплитуды движений (псевдоблокирование)	10,4	10,0	0,4 ($p > 0,05$)
Положительный симптом J-признака	41,6	43,3	1,7 ($p > 0,05$)
Невозможность поднять латеральный край надколенника	91,7	93,3	1,6 ($p > 0,05$)
Болезненная попытка латерального смещения надколенника	77,1	76,7	0,4 ($p > 0,05$)

Учитывая то, что клинические симптомы латеральной гиперпрессии надколенника не являются специфическими, а в значительной степени обусловлены проявлением бедренно-пателлярного остеоартрита, основой объективной диагностики мы считали лучевые методики.

Рентгенография

Исследование выполняли в трех проекциях:

- передне-задней (в положении разогнутой голени);
- боковой (в положении лежа на боку при сгибании в коленном суставе 25°);
- косо-аксиальной по методу Merchant (при сгибании в коленном суставе 40-45° с направлением луча снизу вверх под углом 30° – Рисунок 2.2).

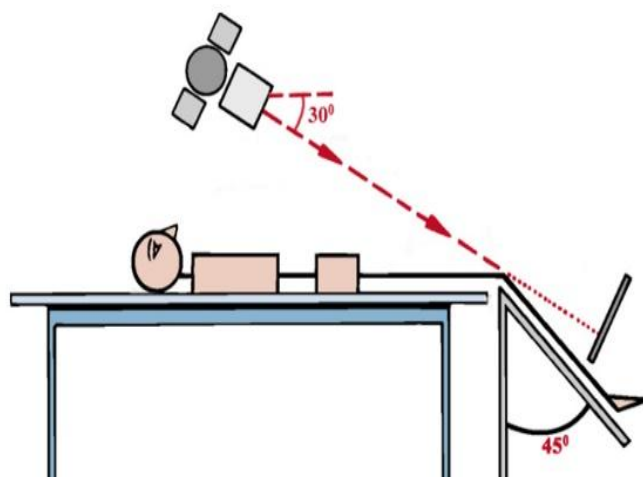


Рисунок 2.2 – Укладка пациента для выполнения косо-аксиальной рентгенограммы по методу Merchant

По результатам рентгенологического исследования оценивали особенности конфигурации костных структур ПФС – пациентов с выраженными признаками дисплазии не включали в исследование.

Определяли конфигурацию надколенника по классификации Wiberg (I-III типы), его расположение по высоте (индексы Caton-Deschamps, Insall-Salvati), состояние щели ПФС.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ)

Компьютерная томография позволяет в значительной степени уточнить данные, полученные при рентгенографии, а также получить дополнительные сведения, в частности, определить трохлеарный индекс (TG-TT): расстояние от бугристости большеберцовой кости до блоковой борозды позволяет оценить степень смещения надколенника относительно последней. На МСКТ можно определить и угол латерального наклона надколенника, увеличение которого свыше 15° считают одним из признаков клинически значимого смещения.

В то же время, МСКТ, выполненная в статичном режиме, не всегда способна показать объективную картину изменений в ПФС. Традиционно для определения величины смещения надколенника выполняют МСКТ в положении коленного сустава полностью выпрямленном, а также при заранее фиксированных углах

сгибания голени. Однако такой подход не учитывает индивидуальные особенности анатомии пациентов, у которых максимальное смещение может наступить при углах сгибания, отличающихся от заранее определенных. Применение фМСКТ, когда измерения происходят в процессе движения, во всем диапазоне сгибания в коленном суставе, позволяет выявить именно максимальное смещение, не ориентируясь на заранее заданные параметры выполнения исследования.

Методика фМСКТ коленного сустава разработана сотрудниками отделения лучевой диагностики № 2 и клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов Университетской клинической больницы № 1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Пациента укладывали на спину ногами в сторону апертуры гентри с коленом, согнутым до 60° , для чего под колено подкладывали специальную треугольную рентгенконтрастную подставку (Рисунок 2.3).



А

Б

Рисунок 2.3 – Укладка пациента для выполнения фМСКТ:
А – начальное положение; Б – полное разгибание конечности

После объяснения пациенту техники исследования и проведения соответствующей тренировки выполняли разметку области исследования по произведённым топограммам. Чтобы смещающийся при разгибании голени в краниальную сторону надколенник не вышел из зоны исследования, эту область определяли на 7 см выше его верхнего края (во фронтальной плоскости) и на 7,5 см

левее и 3 см выше верхненаружного края (в сагиттальной плоскости). Общая площадь зоны исследования составляла 160х160 мм (Рисунок 2.4).

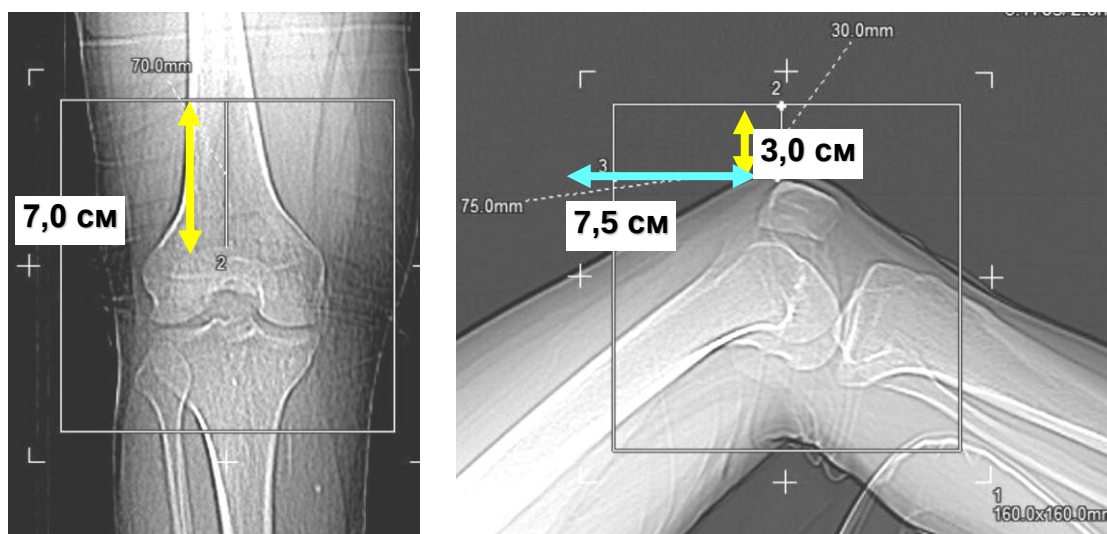


Рисунок 2.4 – Разметка области исследования на томограммах

Томографию выполняли в объемном режиме «Knee Volume» с толщиной среза 0,5 мм; в ходе исследования пациент плавно полностью разгибал ногу в коленном суставе в течение 8 секунд (Таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Протокол фМСКТ коленного сустава

Режим томографирования	объемный
Толщина среза	0,5 мм
Угол наклона гентри	0
Поле исследования	16 см
Напряжение	100 кВ
Сила тока	250 мА
Время одного оборота рентгеновской трубки	0.275 сек
Время исследования	9.3 сек
Тип реконструкции	костный, мягкотканый

По результатам исследования определяли следующие параметры, уточняя по некоторым позициям данные рентгенографии:

- конфигурацию надколенника по Wiberg (тип I, II, III) и особенности анатомии блока бедренной кости;
- индексы Катона-Дешампа и Инсалла-Сальватти (оценка высоты расположения надколенника) – пациентов с *patella alta* или *patella baja* не включали в исследование;
- индекс TT-TG – расстояние между перпендикулярами, проведенными к задней чрезмыщелковой линии через центр задней межмыщелковой ямки и через бугристость большеберцовой кости;
- величину щели ПФС;
- угол латерального наклона надколенника – образован линией, проведенной через наибольший поперечный размер надколенника, и линией, параллельной задней чрезмыщелковой линии, с вершиной в области латерального полюса надколенника;
- угол конгруэнтности надколенника – между биссектрисой угла бедренной борозды и линией, соединяющей самую нижнюю точку центрального гребня надколенника и самую нижнюю точку межмыщелковой борозды (Рисунок 2.5).

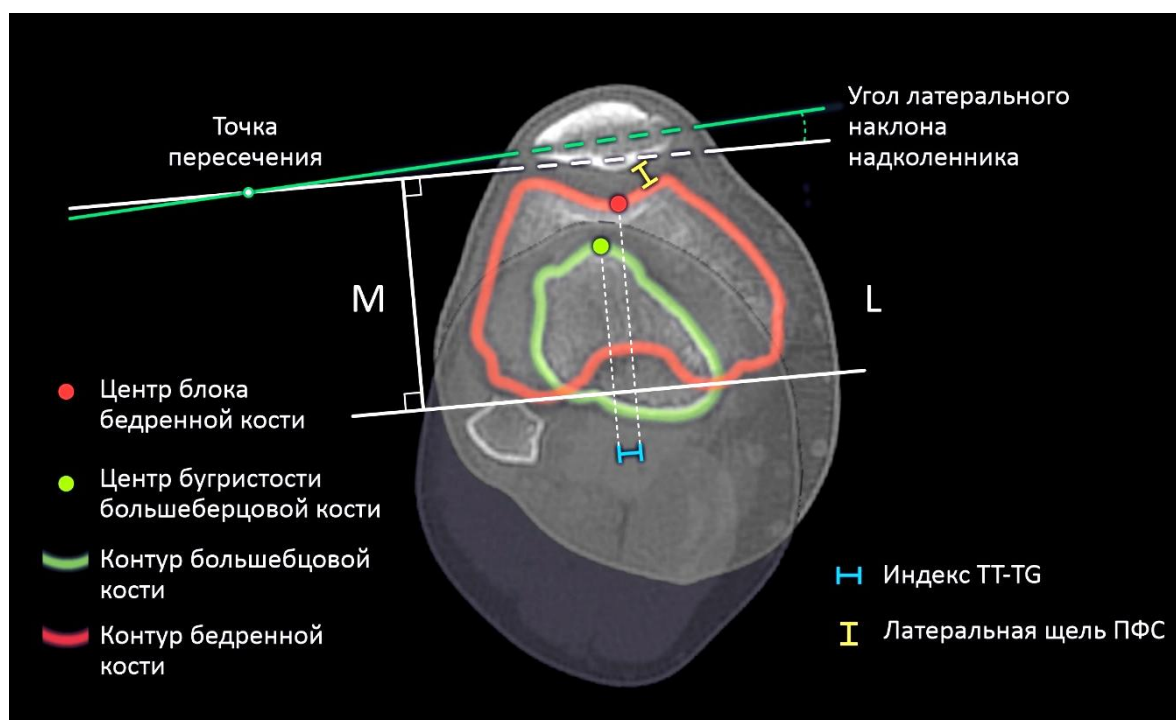


Рисунок 2.5 – Параметры положения надколенника на фМСКТ коленного сустава

После проведения лучевых исследований в группах наблюдения по конфигурации, согласно классификации Wiberg, наиболее часто встречался II тип (60,0% в проспективной группе и 55,8% в ретроспективной группе), наименее часто – I тип (соответственно 13,3% и 11,5%) (Рисунок 2.6); остальные показатели в группах наблюдения также не имели статистически значимых отличий (Таблица 2.3).

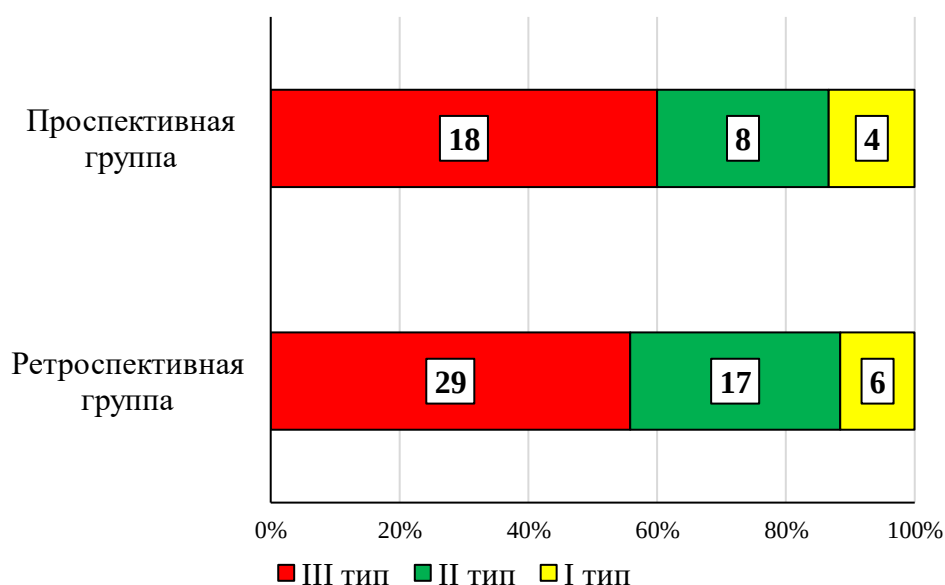


Рисунок 2.6 – Тип конфигурации надколенника по классификации Wiberg

Таблица 2.3 – Средние значения основных показателей лучевых исследований

	Норма	Ретроспективная группа (n = 48)	Проспективная группа (n = 30)	Разница
Индекс ТТ-TG	8-14 мм	12,1 мм	12,9 мм	0,8 мм (p > 0,05)
Угол латерального наклона надколенника	< 15°	18,4°	19,5°	1,1° (p > 0,05)
Величина латеральной щели ПФС	≥ 3 мм	1,1 мм	1,2 мм	0,1 мм (p > 0,05)
Угол конгруэнтности надколенника	≤ 5°	8,9°	8,7°	0,2° (p > 0,05)

Таким образом, по данным лучевой диагностики группы наблюдения также были сопоставимы.

Следует отметить, что если у пациентов ретроспективной группы МСКТ выполняли по традиционной методике в статичном режиме, то для пациентов проспективной группы применили методику фМСКТ, фиксируя показатели смещения надколенника как в стандартных положениях коленного сустава, так и максимальные значения смещений при плавном изменении положения голени. Учитывая возможные погрешности измерений углов сгибания, отличием считали те случаи, когда максимальные значения смещения надколенника определяли с отклонениями от стандартных положений голени не менее, чем на 2° (Рисунок 2.7).

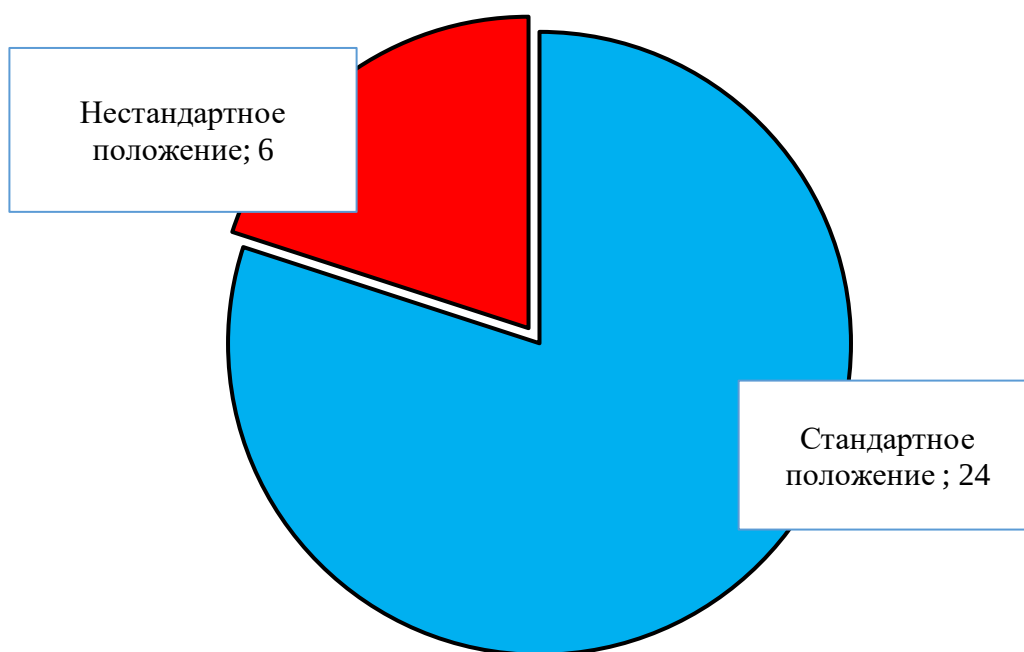


Рисунок 2.7 – Максимальные значения смещения надколенника, выявленные при нестандартных положениях сгибания голени (кол-во наблюдений)

Таким образом, применение фМСКТ позволило повысить точность диагностики в 20,0% наблюдений (6 случаев из 30).

Магнитно-резонансная томография

Данные МРТ оценивали прежде всего в отношении возможной патологии внутрисуставных структур коленного сустава (повреждение менисков, крестообразных связок и др.) – пациентов, нуждающихся в хирургической коррекции выявленных подобных нарушений, не включали в исследование. Важным результатом выполненной МРТ считали оценку состояния суставного хряща в области ПФС; степень выявленной хондропатии по классификации Yulish B.S. et al. (1987) являлась одним из факторов, который учитывали в нашем алгоритме выбора лечебной тактики (Таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Степень тяжести поражения суставного хряща на МРТ по классификации B.S.Yulish (фиксировали максимально тяжелое поражение)

	Ретроспективная группа	Проспективная группа	Разница
Нет изменений или 1 степень – изменения внутри хряща без нарушения его целостности	8,3%	10,0%	1,7%
2 степень – нарушение непрерывности хряща средней степени с локальными повреждениями до 50% глубины	56,3%	53,3%	3,0%
3 степень – тяжелое нарушение непрерывности хряща с локальными изменениями более чем на 50%	25,0%	26,7%	1,7%
4 степень – отсутствие суставного хряща, обнажение субхондральной кости	10,4%	10,0%	0,4%

Таким образом, на основании данных МРТ можно констатировать отсутствие статистически значимых отличий между группами наблюдения по степени тяжести поражения суставного хряща ($p > 0,05$).

Следует отметить, что в обеих группах наиболее выраженные изменения значительно чаще визуализировали в области латеральной фасетки надколенника

(91,7% в ретроспективной группе и 91,3% в проспективной группе), чем в области бедренного компонента сустава.

Артроскопия

Во всех случаях лечение пациентов включало в себя выполнение артроскопии. В начале этой операции осуществляли уточненную диагностику, важной задачей которой являлась верификация степени поражения суставного хряща, предварительно установленная по данным МРТ. Использовали классификацию ICRS, согласно которой стадии хондропатии в целом совпадают с классификацией B.S.Yulish:

- 0 степень (норма): хрящ без макроскопически заметных дефектов;
- 1 степень (почти норма): поверхностное поражение хряща;
- 2 степень (патология): повреждение распространяется глубже, но менее, чем на 50% глубины хряща;
- 3 степень (тяжелая патология): дефект проникает более, чем на 50% глубины хряща, но не проникает в субхондральную кость;
- 4 степень (тяжелая патология): полнослойные остеохондральные поражения (дефект распространяется на субхондральную пластинку или проникает в подлежащую кость) (Таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Степень тяжести поражения суставного хряща по классификации ICRS (данные артроскопии)

	Ретроспективная группа	Проспективная группа	Разница
1 степень	4,2%	3,3%	0,9%
2 степень	58,3%	56,7%	1,6%
3 степень	27,1%	30,0%	2,9%
4 степень	10,4%	10,0%	0,4%

Таким образом, результаты артроскопической ревизии сустава показали, что реальное состояние суставного хряща следует оценивать как более тяжелое, чем это определяли по данным МРТ (Рисунок 2.8).

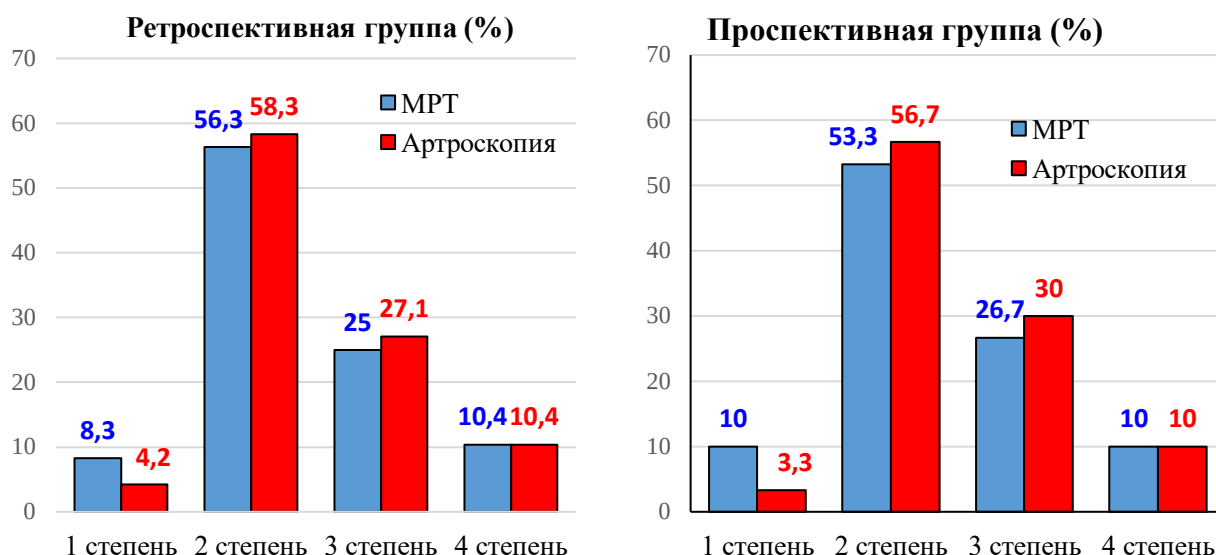


Рисунок 2.8 – Степени тяжести поражения суставного хряща по данным МРТ и артроскопии (в %)

Обращает внимание, что наибольшее расхождение между данными МРТ и артроскопии отмечено в отношении 1 и 2 степеней хондропатии – при артроскопической ревизии состояние суставного хряща определяли как более тяжелое. В общей сложности хондропатии 2-3 степени были констатированы в ретроспективной группе по данным МРТ в 81,3% наблюдений, а по данным артроскопии – в 85,4%, то есть на 4,1% чаще. Аналогичная картина отмечена и в проспективной группе – по данным МРТ хондропатия 2-3 степени выявлена у 80,0% пациентов, а по данным артроскопии – у 86,7%, то есть на 6,7% чаще.

Анкетирование

Для определения функционального состояния коленного сустава применили метод анкетирования. Пациенты ретроспективной группы заполняли анкеты KSS и WOMAC [31, 37, 111] до начала лечения и через 12 месяцев после выполненной

операции, а пациенты проспективной группы – в сроки 1,5, 6 и 12 месяцев. Кроме того, общую удовлетворенность пациентов результатами лечения оценивали по шкале вербальной оценки (ШВО).

Шкала KSS (Knee Society Score)

Шкала предусматривает оценку как непосредственно самого сустава, так и функциональные возможности пациентов в быту (Приложение А). Полученный результат 85-100 баллов трактовали как отличный, 70-84 баллов – хороший, 60-69 баллов – удовлетворительный, менее 60 баллов – неудовлетворительный.

Показатели шкалы KSS у всех пациентов не превышали 69 баллов, то есть находились в оценочных диапазонах «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Средний балл в ретроспективной группе составил 57,8 баллов («неудовлетворительно»), а в проспективной группе – 58,5 баллов («неудовлетворительно») что больше на 0,7 балла ($p > 0,05$) (Таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Оценка функции коленного сустава перед началом лечения по KSS (кол-во пациентов)

Оценочный диапазон	Ретроспективная группа	Проспективная группа
60-69 (удовлетворительно)	25 (52,1%)	17 (56,7%)
< 60 (неудовлетворительно)	23 (47,9%)	13 (43,3%)
Общее кол-во в группе	48	30
Средний балл	57,8	58,5

Шкала WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index)

Этот опросник является одним из наиболее широко употребляемых и предназначен для оценки боли, подвижности и функции коленного сустава (Приложение Б). Полученный результат 0-14 баллов трактовали как отличный, 15-

28 баллов как хороший, 29-38 баллов – удовлетворительный, свыше 38 баллов – неудовлетворительный.

Показатели шкалы WOMAC у всех пациентов были выше 28 баллов, то есть находились в оценочных диапазонах «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Средний балл в ретроспективной группе составил 37,1 баллов («удовлетворительно»), а в проспективной группе – 36,9 баллов («удовлетворительно») что больше на 0,2 балла ($p > 0,05$) (Таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Оценка функции коленного сустава перед началом лечения по WOMAC (кол-во пациентов)

Оценочный диапазон	Ретроспективная группа	Проспективная группа
29-38 (удовлетворительно)	28 (58,3%)	18 (56,7%)
> 38 (неудовлетворительно)	20 (41,7%)	12 (43,3%)
Общее кол-во в группе	48	30
Средний балл	37,1	36,9

Визуальная аналоговая шкала (ВАШ)

Эту шкалу мы применяли для дополнительной оценки болевого синдрома не только перед началом лечения, как это было сказано выше, но и при наблюдении за пациентами проспективной группы в динамике.

Изначально показатели шкалы ВАШ у всех пациентов были выше 4 баллов, то есть находились в оценочных диапазонах «выраженная» или «очень сильная» боль. Средний балл в ретроспективной группе составил 6,2 баллов («выраженная»), а в проспективной группе – 6,7 баллов («выраженная») что больше на 0,5 балла ($p > 0,05$) (Таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Оценка боли в области коленного сустава перед началом лечения по ВАШ (кол-во пациентов)

Оценочный диапазон	Ретроспективная группа	Проспективная группа
4,0-7,4 (выраженная)	45 (93,7%)	28 (93,3%)
7,5-10 (очень сильная)	3 (6,3%)	2 (6,7%)
Общее кол-во в группе	48	30
Средний балл	6,2	6,7

Шкала вербальной оценки (ШВО)

По этой шкале пациенты оценивали через 1 год общую удовлетворенность результатами лечения: 3 балла – отлично, 2 балла – хорошо, 1 балл – удовлетворительно, 0 баллов – неудовлетворительно.

2.4. Методики лечения

Операции на коленном суставе выполняли с наложением турникета на время основного этапа. Обезболивание – спинальная анестезия.

Латеральный релиз

Операцию артроскопического релиза латерального удерживателя надколенника сегодня считают «золотым стандартом» при лечении пациентов с латерализацией надколенника. Мы выполняли эту операцию всем пациентам по стандартной методике с использованием артроскопического оборудования Smith & Nephew.

Из стандартных артроскопических доступов выполняли в качестве первого этапа операции ревизию коленного сустава с уточнением наличия и характера изменений внутрисуставных структур – прежде всего, суставного хряща с

определением степени хондропатии надколенника и бедренного компонента ПФС. При необходимости осуществляли дебридмент. Далее с помощью коагулятора поэтапно дистальнее верхней суставной границы надколенника рассекали капсулу сустава и после этого в продольном направлении – латеральный удерживатель. Проверяли эффективность релиза, приподнимая под контролем артроскопа латеральный край надколенника с его выведением до горизонтального уровня. Осуществляли гемостаз, ушивали порты, накладывали давящую повязку на коленный сустав и на 2-4 часа обеспечивали локальную гипотермию (Рисунок 2.9).

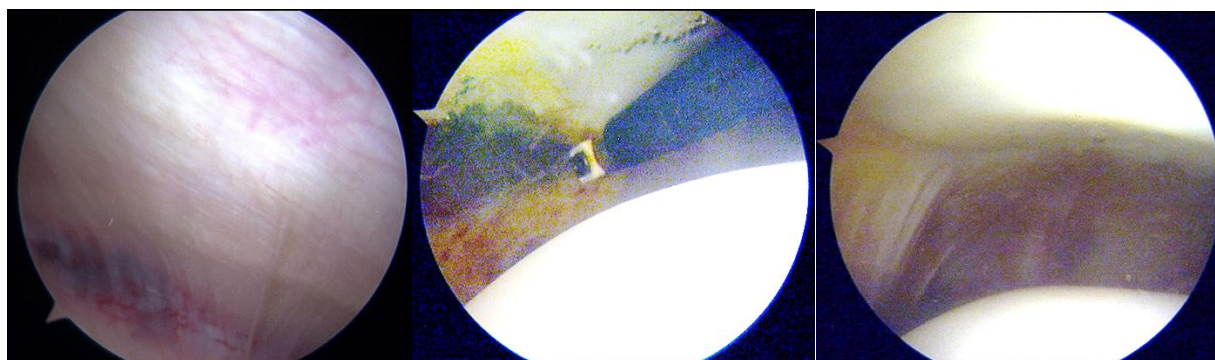


Рисунок 2.9 – Релиз латерального удерживателя надколенника (этапы)

В то же время, латеральный релиз не во всех случаях обеспечивает желаемую нормализацию положения надколенника, о чем свидетельствует как наш опыт, так и данные литературы. В связи с этим ряд пациентов нуждался в выполнении дополнительных вмешательств.

Пластика медиальной пателлофemorальной связки (MPFL)

Выполняли пластику с использованием в качестве ауто трансплантата сухожилия полусухожильной мышцы. После забора ауто трансплантата и его подготовки осуществляли доступы в области медиального края надколенника и в проекции медиального мыщелка бедренной кости. С помощью анкеров фиксировали трансплантат к надколеннику, проводили через мягкие ткани и сформированный в бедренной кости канал и фиксировали к бедренной кости с

помощью биокompозитного винта. После этого проверяли эффективность фиксации и ушивали раны (Рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Этапы операции: А – забор трансплантата;
 Б – введение анкерных фиксаторов в надколенник;
 В – введение трансплантата в бедренную кость;
 Г – фиксация трансплантата и проверка фиксации надколенника

Абляция

Мы использовали систему высокочастотной биполярной абляции VAPR VUE. компании DePuy Mitek. Система VAPR имеет режимы абляции (вапоризации, или «выпаривания») тканей, коагуляции и смешанный, позволяющий выполнять как абляцию, так и коагуляцию. В режиме абляции вapoризацию тканей можно осуществлять в трех вариантах – от наименее до наиболее агрессивного воздействия. Электроды с углом рабочей части в 50 и 90° обеспечивает легкий доступ в труднодоступные зоны.

Остеоперфоративная хондропластика

В основе этой группы методик лежит перфорация склерозированного слоя обнаженной субхондральной кости, что позволяет восстановить поступление из подлежащей губчатой кости на поверхность хрящевого дефекта крови вместе с содержащимися в ней полипотентными клетками, способными впоследствии трансформироваться в хондроциты. Показанием к выполнению таких операций считали полнослойный дефект суставного хряща (IV степень по ICRS). Перфорацию осуществляли с помощью спиц или острого шила (туннелизация) до появления «кровяной росы» и формирования из нее кровяного сгустка на обрабатываемой поверхности.

Реабилитационный период

В раннем послеоперационном периоде (до 2 недель) осуществляли фиксацию коленного сустава ортезом в положении полного разгибания, эластичное бинтование конечности, исключение опорной нагрузки, изометрические напряжения мышц. В период от 2 до 6 недель – постепенное восстановление движений до сгибания 90°, опорная нагрузка до 50% массы тела. Далее до 12 недель

– полное восстановление амплитуды движений и опорной нагрузки с ношением медиализирующего брейса (Рисунок 2.11).

Продолжительность периода разгрузки оперированного сустава варьировали в зависимости от состояния суставного хряща и выполненных в отношении обработки зоны хондропатии артроскопических хирургических манипуляций в соответствии с алгоритмом. Всем пациентам назначали пероральный курс хондропротекторов, а через 4 недели после операции внутрисуставно однократно вводили гиалуроновую кислоту (Ортолон 2,3% – 3,0).



Рисунок 2.11 – Медиализирующий брейс

2.5. Методы статистической обработки

Статистическую обработку и анализ клинических результатов выполняли с использованием методов описательной статистики, проводя анализ на персональном компьютере с использованием Microsoft Excel 2024 для Windows, а также онлайн-калькуляторов. Количественные показатели определяли в виде средних значений с указанием стандартного отклонения, качественные – в

процентах. Для сравнения качественных признаков применяли анализ таблиц сопряжённости с расчётом критерия χ^2 , при числе наблюдений 6 и менее – точный тест Фишера. Для сравнение количественных показателей, отличных от нормального, использовали U-критерий Манна–Уитни. С учётом множественности сравнений применяли поправку Бонферрони: уровень значимости составил $p = 0,05$.

ГЛАВА 3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Пластика медиальной пателлофemorальной связки (MPFL) является достаточно серьезным вмешательством, существенно меняющим биомеханические взаимоотношения в коленном суставе. В связи с этим показания к такой операции должны быть объективно обоснованы, а не зависеть от интуиции или предпочтений хирурга. Такое обоснование могла бы дать математическая модель, на основании которой можно было бы прогнозировать зависимость латерального смещения надколенника от степени недостаточности его фиксации с медиальной стороны. В то же время, существующие модели коленного сустава не включают в себя детальное описание его пателлофemorального компонента, так как при их создании авторы ставили другие задачи [Schmitz A.,2016; Rajagopal A.,2016; Bedo V.L.S,2020; Lee M.R. 2023; Adouni M. 2023]. Так, в частности, в этих моделях не всегда соблюдены соотношения размеров надколенника с другими компонентами коленного сустава; при сгибании голени надколенник не контактирует с бедренной костью (Рисунок 3.1), а некоторые связки и мышцы «пересекают» кости (Рисунок 3.1).

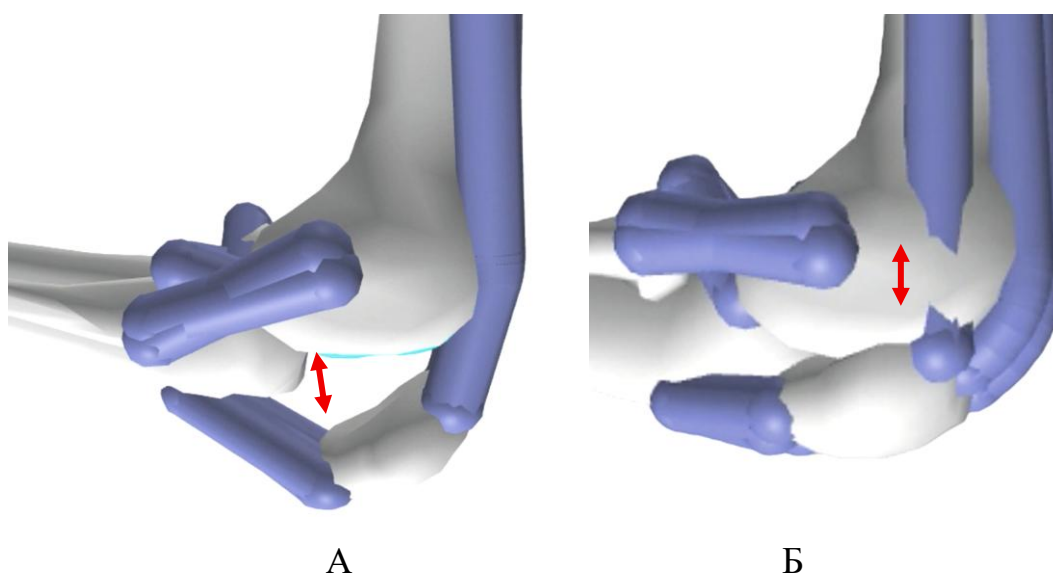


Рисунок 3.1 – Недостатки существующих моделей в отношении описания надколенника (по Schmitz A., 2016)

Поэтому на экспериментальном этапе нашего исследования мы поставили задачу создания такой модели, позволяющую изучить характер смещения надколенника при движениях в коленном суставе. Эта модель была создана совместно с сотрудниками кафедры высшей математики, механики и математического моделирования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и ФГБУН Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН.

Характеристика модели

За основу была взята модель с открытым исходным кодом, созданная на платформе OpenSim [Schmitz A., 2016; Seth A., 2018; Delp S.L, 2007]. В данной модели присутствуют 2 сустава – тибиальнофemorальный и пателлофemorальный. В базовую модель были внесены дополнительные возможные направления смещения надколенника при движениях в коленном суставе с учетом действия связок, мышц, а также контактных взаимодействий между суставными поверхностями (Рисунок 3.2).

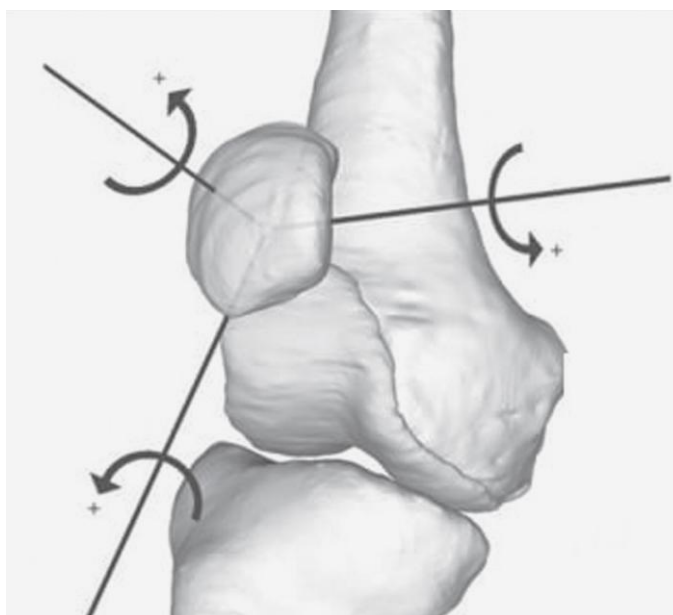


Рисунок 3.2 – Возможные направления смещения надколенника [14]

Дополнительно в «базовую» модель были включены такие критически важные для стабилизации надколенника структуры как медиальные пателлофemorальная и пателлотибиальная связки, а также латеральный ретинакулум (Рисунок 3.3).

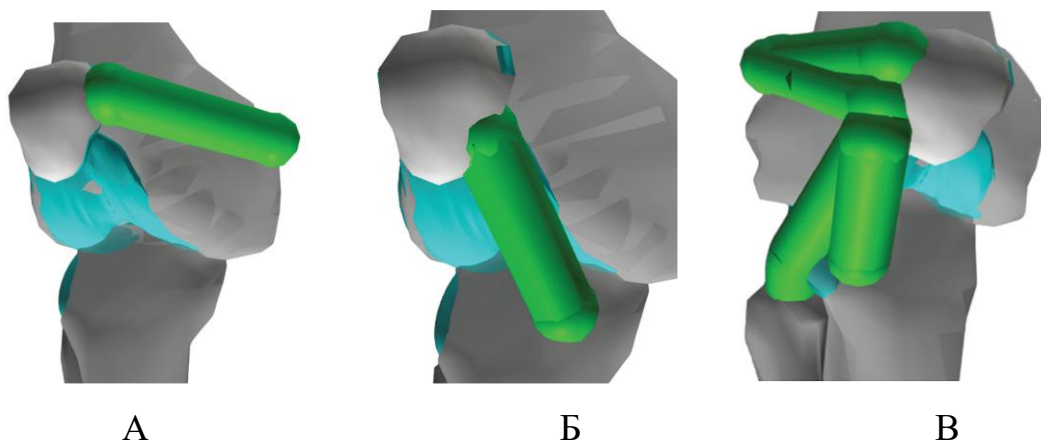


Рисунок 3.3 – Стабилизаторы надколенника, внесенные в новую модель:

А – медиальная пателлофemorальная связка;

Б – медиальная пателлотибиальная связка;

В – латеральный ретинакулум

Ввиду того, что при движениях в коленном суставе мышцы и даже связки меняют свою длину, это обстоятельство должно быть учтено в математической модели, чтобы предотвратить при сгибании голени «псевдопересечения» связки или мышцы с костью. Поэтому в нашу модель мы ввели ограничители, имеющие форму эллипсоидов (Рисунок 3.4).

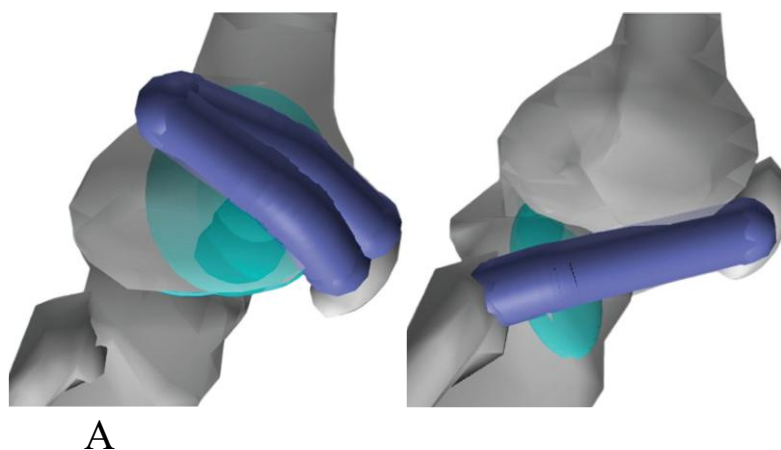


Рисунок 3.4 – Эллипсоиды, ограничивающие проникновение компонентов ретинакула в бедренную (А) и большеберцовую (Б) кости

Форму и размер ограничительных эллипсоидов настраивали с помощью графического интерфейса OpenSlim.

Чтобы привести в соответствие реальные размеры надколенника с размерами других компонентов коленного сустава, по каждой из осей применили масштабирующий коэффициент 0,65. Для построения модели контактной поверхности надколенника с бедренной костью использовали масштабированную мелкую сетку, разбив поверхность на треугольники (Рисунок 3.5).

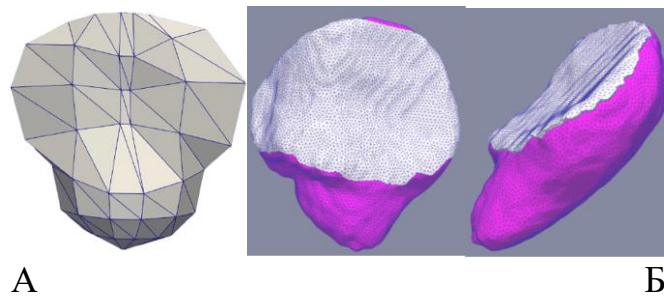


Рисунок 3.5 – Сетка на суставной поверхности надколенника:
А – исходная из библиотеки OpenSkin; Б – измельченная в нашей модели

Для изучения распределения нагрузки на отдельные участки суставной поверхности надколенника выделили 7 областей (фасеток): 3 медиальные (верхнюю, среднюю и нижнюю), 3 латеральные (верхнюю, среднюю и нижнюю) и центральную. Для каждой фасетки надколенника с помощью программ Paraview и Gmsh были сгенерированы и включены в биомеханическую модель поверхностные сетки (Рисунок 3.6).

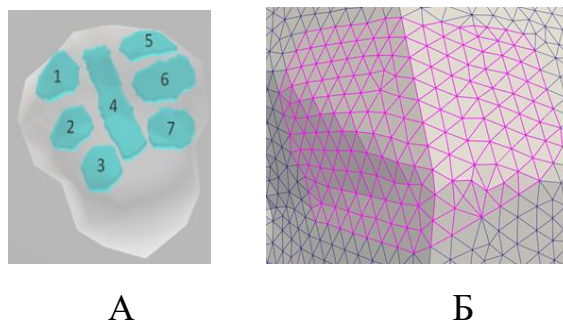


Рисунок 3.6 – Фасетки надколенника в нашей модели:
А – расположение фасеток; Б – треугольники, выделенные на фасетке с помощью программы Paraview

С помощью созданной модели провели серию экспериментов, перед которыми поставили 2 вопроса относительно:

- степени смещения надколенника в зависимости от угла сгибания в коленном суставе при несостоятельности боковых стабилизаторов и распределения нагрузки на фасетки надколенника;
- влияния состоятельности стабилизаторов надколенника на его положение.

Смещение надколенника и нагрузка на фасетки

Исследование математической модели показало, что при отключении (повреждении) медиальной пателлофemorальной связки (MPFL) латерально-медиальный наклон надколенника при выпрямленной конечности и незначительном сгибании в коленном суставе статистически значимо меньше нормальных значений при сохранном стабилизирующем аппарате, уравнивается с нормой при сгибании около 26° и при дальнейшем сгибании до $30-35^\circ$ продолжает быстро расти (Рисунок 3.7).

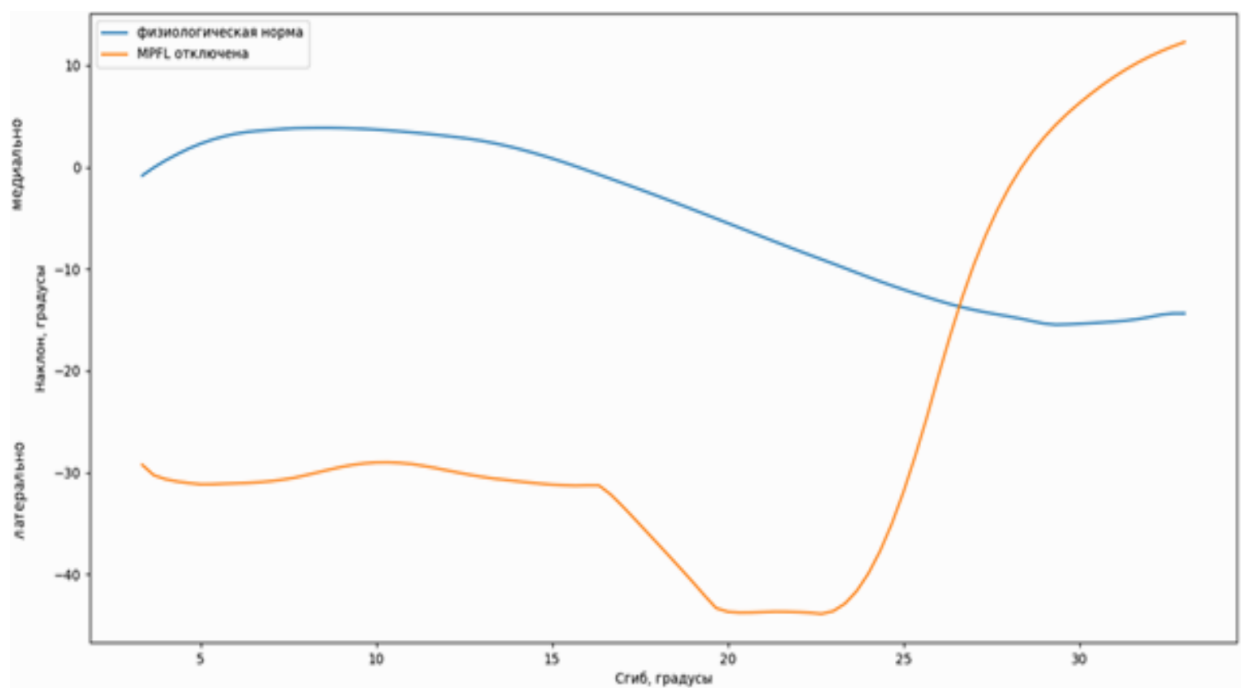


Рисунок 3.7 – Латерально-медиальный наклон надколенника (в градусах) при сгибании голени (в градусах) в норме и на фоне отключения MPFL

Латеральное смещение надколенника в случае отключения MPFL при любом положении конечности, в том числе и при полном разгибании, превышает нормальные показатели. Начиная от 16° сгибания это отличие начинает увеличиваться и достигает максимума при сгибании голени 25° (Рисунок 3.8).

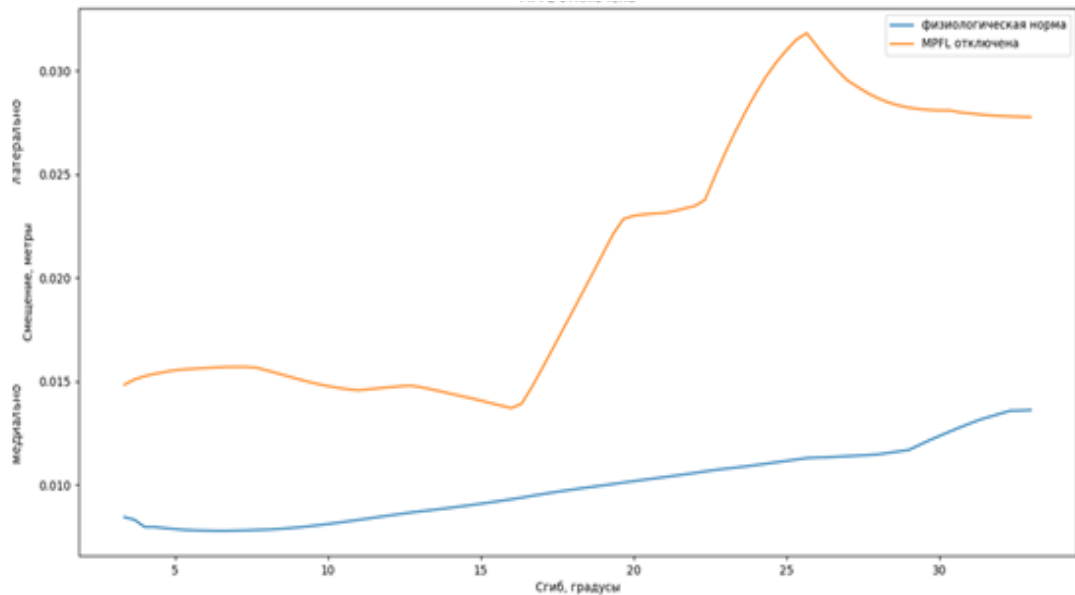


Рисунок 3.8 – Латеральное смещение надколенника (в метрах) при сгибании голени (в градусах) в норме и на фоне отключения MPFL

Таким образом, в соответствии с моделью, максимальные отклонения от нормы в отношении латерального смещения надколенника при недостаточности стабилизаторов должны наступать при сгибании в коленном суставе не в 30°, как это обычно считают, а в 25-26° (в случаях «отключения» MPFL). При комбинированном же дефиците стабилизирующего аппарата надколенника эти значения могут также изменяться, что требует персонализированного подхода к выявлению соответствующих нарушений и их оценке. С помощью математической модели было показано, что измерения положения надколенника в «стандартных» статичных положениях голени, используя методики лучевой диагностики, не могут отразить истинной картины смещений надколенника при движениях, и требуется применение фМСКТ, когда при плавном изменении положения голени можно будет определить необходимые параметры в их максимальном и минимальном значении.

Распределение нагрузки на суставные поверхности ПФС является основным патологическим фактором, провоцирующим прогрессирующее поражение суставного хряща. Эксперимент с использованием созданной математической модели показал, что при сгибании голени нагрузка резко возрастает на переднюю и среднюю латеральные фасетки поверхности надколенника, тогда как нагрузка на медиальные и центральную фасетки остается неизменной (Рисунок 3.9).

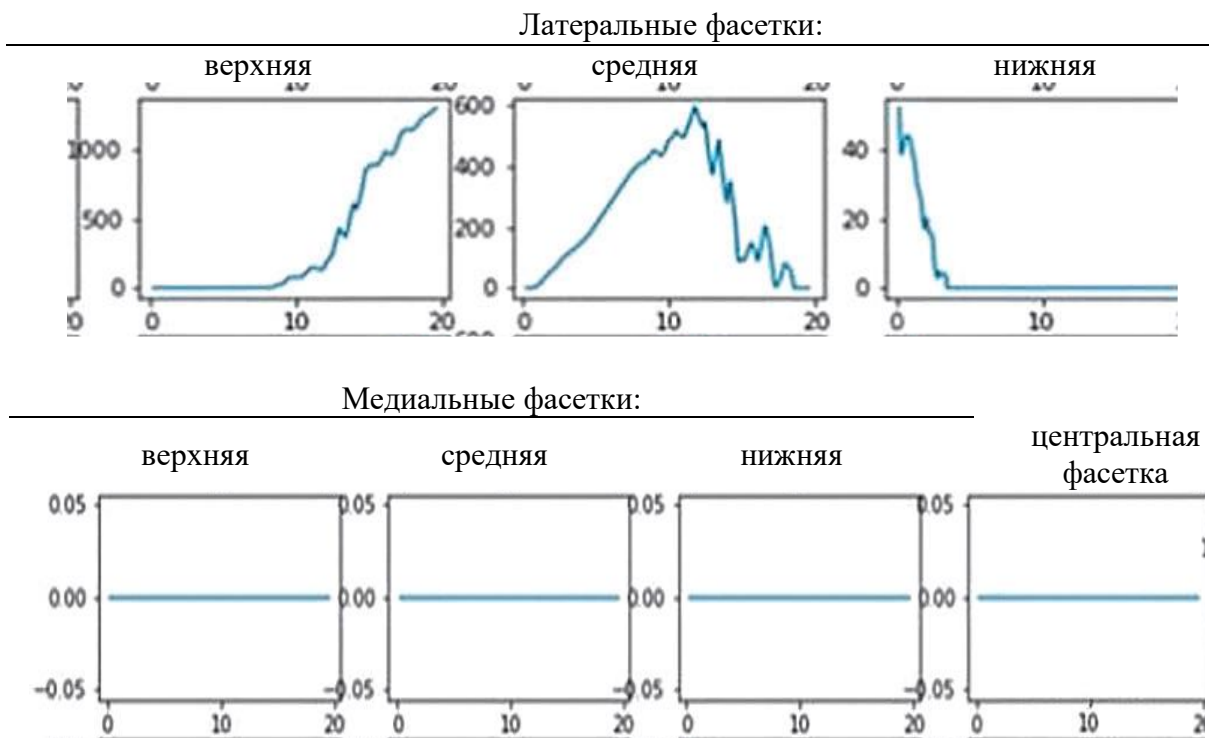


Рисунок 3.9 – Распределение нагрузки (в Н) на фасетки суставной поверхности надколенника при сгибании голени

В связи с этим можно заключить, что при проведении артроскопической ревизии коленного сустава у пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника наибольшее внимание следует уделять обследованию состояния суставного хряща именно в области латеральных фасеток суставной поверхности надколенника, как области наибольшего риска формирования хрящевых дефектов.

Положение надколенника

В ходе виртуального эксперимента было смоделировано 4 гипотетических ситуации:

- 1) состоятельны и MPFL, и латеральный удерживатель;
- 2) MPFL состоятельна, латеральный удерживатель отключен;
- 3) латеральный удерживатель состоятелен, MPFL отключена;
- 4) отключены и латеральный удерживатель, и MPFL.

Определяли параметры, характеризующие положение надколенника при его латеральном смещении: индекс угол латерального наклона и величину латеральной щели (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Прогнозируемые показатели положения надколенника в зависимости от состояния его боковых стабилизаторов

	Стабилизаторы состоятельны (норма)	Отключена MPFL, латеральный удерживатель состоятелен	Отключены и латеральный удерживатель, и MPFL	Отключен латеральный удерживатель, MPFL состоятельна
Угол латерального наклона надколенника	12°	18°	14°	10°
Величина латеральной щели ПФС	3,5 мм	1,0 мм	3,0 мм	4,0 мм

На основе проведенных расчетов можно заключить, что при сохраненном латеральном удерживателе и несостоятельности MPFL возникают наибольшие смещения надколенника, выходящие за рамки нормы и обуславливающие развитие синдрома латеральной гиперпрессии. Если на этом фоне отключить латеральный удерживатель с сохранением несостоятельности медиального удерживающего комплекса, то ожидаемая коррекция положения надколенника по исследованным

параметрам составит около 4° угла латерального наклона надколенника и 2 мм величины латеральной щели ПФС.

Для того, чтобы повысить степень коррекции исследованных показателей, необходимо дополнительное вмешательство, направленное на усиление медиального удерживающего комплекса. При выполнении усиления MPFL и отключенном латеральном удерживателе можно прогнозировать более существенную коррекцию (угла латерального наклона надколенника на 8° , величины латеральной щели ПФС на 3 мм), что позволит привести данные показатели в границы описанной в литературе нормы.

Таким образом, характер корректирующих вмешательств на боковых поддерживающих комплексах надколенника может быть определен степенью отклонения исследованных параметров от нормы – при относительно небольшом отклонении (угол латерального наклона надколенника до 4° , величина латеральной щели до 2 мм) коррекция может быть ограничена выполнением релиза латерального удерживателя, а при показателях, превышающих эти значения, вмешательство должно быть дополнено пластикой MPFL.

ГЛАВА 4. ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

4.1. Ретроспективная группа (n = 48)

Пациентов ретроспективной группы обследовали через 1-1,5 года после выполнения операции ($14,5 \pm 1,4$ мес), проводя клиническое и лучевое обследование, а также анкетирование. В группе преобладали мужчины (70,8%) со средним ИМТ $25,5 \text{ кг/м}^2$. Диагноз латеральной гиперпрессии надколенника был поставлен на основании жалоб, данных клинического и лучевого обследований; при этом МСКТ выполняли в статичном режиме. Степень поражения суставного хряща определяли на основании данных МРТ и впоследствии уточняли в ходе диагностического этапа артроскопии. Результаты этих исследований приведены в главе 2.

Хирургическую коррекцию положения надколенника выполнили у всех 48 пациентов, при этом в 19 случаях (39,6%) ограничились латеральным релизом, а у 29 пациентов (60,4%) дополнили его пластикой MPFL. После артроскопического уточнения тяжести поражения суставного хряща в ПФС 1 степень по классификации ICRS верифицирована у 2 пациентов (4,2%), 2-3 степень – у 41 (85,4%), и 4 степень – у 5 (10,4%). В связи с этим дополнительно выполнены следующие артроскопические манипуляции в зонах хондропатии: холодноплазменная абляция – 35 (72,9%) и перфоративная хондропластика (микрофрактурирование субхондральной кости) при поражении 4 степени – 3 (6,3%).

Во всех случаях хирургическую тактику определял хирург на основании своего опыта и полученных при обследовании объективных данных.

Пациенты были вызваны для контрольного обследования через 1-1,5 года после выполненной операции. В соответствии с медицинской документацией и сообщенными пациентами сведениями, все операции не имели осложнений, реабилитационный период проводили в амбулаторных условиях в соответствии с рекомендациями врача.

Данные лучевого обследования показали, что было достигнуто статистически значимое улучшение исследованных показателей с перемещением средних значений в диапазон признанной в литературе нормы (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Средние значения основных показателей лучевых исследований у пациентов ретроспективной группы

	Норма	До операции	Через 1-1,5 года после операции	Разница
Угол латерального наклона надколенника	$< 15^\circ$	$18,4^\circ$	$11,7^\circ$	$6,7^\circ$ ($p < 0,05$)
Величина латеральной щели ПФС	≥ 3 мм	1,1 мм	3,2 мм	2,1 мм ($p < 0,05$)
Угол конгруэнтности надколенника	$\leq 5^\circ$	$8,9^\circ$	$4,6^\circ$	$4,3^\circ$ ($p < 0,05$)

Оценку степени хондропатии после операции у пациентов не проводили, так как данные достаточно дорогостоящего МРТ-исследования, как показал опыт, нуждаются в уточнении и подвергаются коррекции после выполнения артроскопии. Выполнять же артроскопию исключительно с диагностической целью без четких хирургических показаний мы считали этически не оправданным.

Результат лечения оценивали на основании шкал-опросников, которые косвенно отражали и состояние суставного хряща, определяя, в том числе, клинические проявления остеоартрита ПФС.

По всем шкалам достигнуто статистически значимое улучшение средних показателей. Интенсивность боли снизилась в 2,2 раза, переместившись в оценочный диапазон «умеренная боль», а показатели шкал KSS и WOMAC переместились в оценочный диапазон «хорошо» (Таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Средние значения показателей анкетирования пациентов ретроспективной группы (в баллах)

	До операции	Через 1-1,5 года после операции	Разница
ВАШ (боль)	6,2 (выраженная)	2,8 (умеренная)	3,4 ($p < 0,05$)
KSS	57,8 (неудовлетв.)	75,6 (хорошо)	17,8 ($p < 0,05$)

Продолжение Таблицы 4.2

	До операции	Через 1-1,5 года после операции	Разница
WOMAC	31,7 (удовлетв.)	18,5 (хорошо)	13,2 ($p < 0,05$)

Важным, хотя и предельно субъективным, показателем мы считали удовлетворенность пациентов результатами лечения, так как в конечном итоге лечение проводится не столько для того, чтобы достичь объективно хороших показателей, сколько для того, чтобы пациент почувствовал облегчение и был удовлетворён результатом. Опрос проводили по шкале вербальной оценки (ШВО). На «отлично» оценили результат лечения 23 пациента (47,9%), на «хорошо» – 17 (35,4%), на «удовлетворительно» – 8 человек (16,7%); средний балл составил 2,3 (Рисунок 4.1).

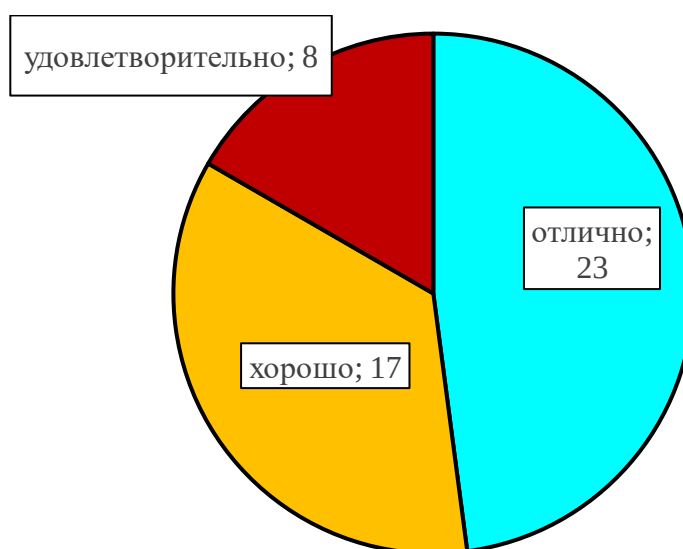


Рисунок 4.1 – Оценка пациентами ретроспективной группы результатов лечения по ШВО (в баллах)

Клинический пример № 1

Пациент Т, 42 лет, обратился с жалобами на боли в области передних отделов коленного сустава, усиливающуюся при сгибании голени (до 5,5 баллов по ВАШ), болезненность при попытках латерального смещения надколенника. Функция

сустава: KSS = 62 балла, WOMAC = 35 баллов. При лучевом обследовании (рентгенография, МСКТ в статичном режиме) выявлено латеральное смещение надколенника: угол латерального наклона надколенника = 16° , латеральная щель ПФС = 2 мм (Рисунок 4.2).

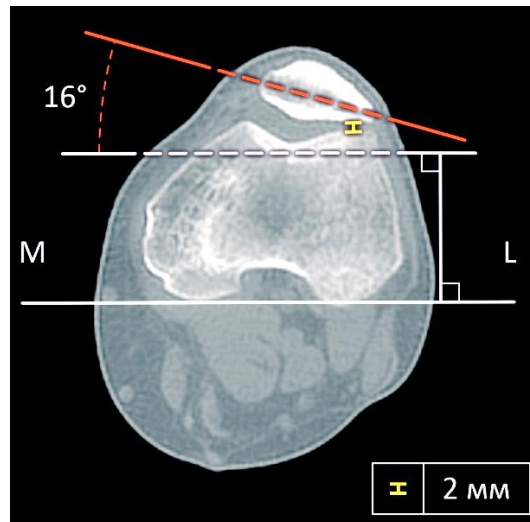


Рисунок 4.2 – Пациент Т., данные МСКТ до операции

На МРТ – патология суставного хряща II ст. по классификации Yulish. Выполнена операция: артроскопический релиз латерального удерживателя надколенника, пластика MPFL по методике, описанной в главе 2. При артроскопической ревизии сустава выявлена хондромалация надколенника 3 ст. по классификации ICRS (Рисунок 4.3); обработку этой области не проводили.

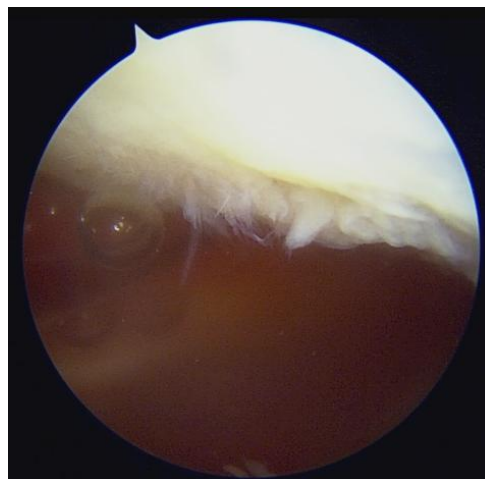


Рисунок 4.3 – Пациент Т., хондромалация латерального края надколенника

После операции положение надколенника улучшилось, исследованные показатели вернулись в границы нормы: угол латерального наклона надколенника = 10° , латеральная суставная щель ПФС = 4,5 мм (Рисунок 4.4).

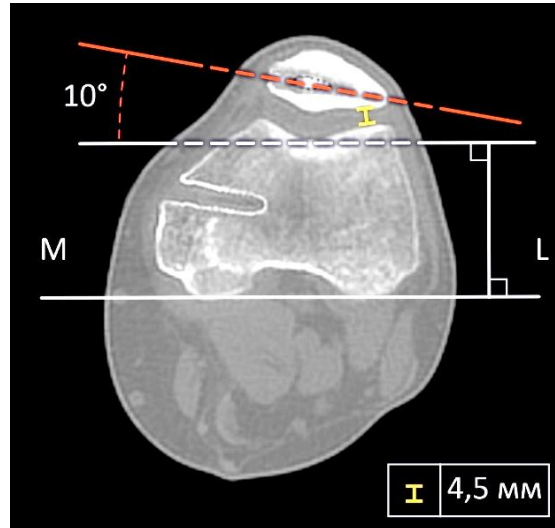


Рисунок 4.4 – Пациент Т., данные МСКТ после операции

Результат пациент расценивает как хороший. Боль существенно уменьшилась (1,5 балла по ВАШ), функция коленного сустава по KSS 78 баллов, по WOMAC 20 баллов.

Ретроспективно анализируя примененную в лечении данного пациента хирургическую тактику, можно констатировать, что она отличалась от рекомендованной разработанным впоследствии алгоритмом. Отличие показателей МСКТ, характеризующих положение надколенника, от нормы составило по углу латерального наклона надколенника 1° , по размеру суставной щели ПФС 1 мм. В соответствии с алгоритмом, при таких показателях можно было ограничиться только латеральным релизом, а пластика MPFL была избыточным вмешательством, повысившим травматичность и увеличившим время операции. Кроме того, не была обработана зона хондромалиции, что обусловило сохранение боли, хоть и незначительной, и не позволило добиться отличных результатов по функциональным шкалам-опросникам.

4.2. Алгоритм выбора лечебной тактики

При анализе результатов лечения пациентов ретроспективной группы мы пришли к выводу, что при выборе в их отношении лечебной тактики не был продемонстрирован единый подход, основанный на четких рекомендациях, сформулированных, в свою очередь, на данных объективного обследования пациентов. Решения принимал хирург, руководствуясь собственными предпочтениями и опытом. Это привело к тому, что при одинаковых параметрах клинического и лучевого обследования избирали разную хирургическую тактику – как в отношении коррекции положения надколенника (латеральный релиз или латеральный релиз в сочетании с пластикой MPFL), так и в отношении артроскопических манипуляций при выявленной хондропатии (отказ от обработки зоны хондропатии, применение холодноплазменной абляции или перфоративной хондропластики). Более подробно особенности выбора хирургической тактики в ретроспективной группе будут представлены в разделе 4.4 «Сравнительный анализ полученных результатов».

Нацеленность на персонализированный подход к лечению пациентов обусловила необходимость объективизировать принимаемые решения в отношении хирургической тактики, плотно «привязав» их к данным объективного обследования. Такими данными для нашего контингента мы считали показатели лучевой диагностики, демонстрирующие положение надколенника (в том числе по результатам фМСКТ), а также оценку степени патологии суставного хряща по классификации ICRS, определенную в процессе предоперационной подготовки с помощью МРТ, и уточненной в ходе диагностического этапа артроскопии.

Таким образом, при разработке алгоритма выбора оптимальной лечебной тактики определяли три «развилки» в принятии решений:

1. Объем хирургического вмешательства с целью нормализации положения надколенника.

2. Необходимость и характер манипуляций на суставном хряще при выявлении зон хондропатии.

3. Особенности проведения реабилитационного периода в отношении продолжительности разгрузки оперированной конечности.

Коррекция положения надколенника

В соответствии с экспериментом, проведенном на основе созданной математической модели, были определены параметры, отклонения которых от нормальных показателей свидетельствуют о латеральном смещении надколенника, вызывают синдром его латеральной гиперпрессии и требуют хирургической коррекции. В ходе эксперимента были исследованы изменения двух таких показателей, определяемых с помощью методов лучевой диагностики. Эти показатели взаимосвязаны, однако объективное доказательство такой взаимосвязи с математическим расчетом вероятностей не входило в задачи нашей работы, да и не могло быть выполнено, базируясь на использованном в исследовании количестве наблюдений. Поэтому мы приняли правило, согласно которому значительное, заранее определенное при исследовании математической модели, отличие хотя бы одного параметра от нормы являлось показанием к тому, чтобы дополнить латеральный релиз пластикой MPFL (Таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Допустимые отклонения показателей положения надколенника от нормы

	Норма	Латеральный релиз	Латеральный релиз + пластика MPFL
Угол латерального наклона надколенника	$< 15^\circ$	$< 18^\circ$	$\geq 18^\circ$
Величина латеральной щели ПФС	≥ 3 мм	$> 1,5$ мм	$\leq 1,5$ мм

Обработка зон хондропатии

В отношении хондропатии мы ориентировались как на собственный опыт, так и на многочисленные публикации, содержащие соответствующие

рекомендации. 1 степень хондропатии по классификации ICRS не являлась показанием к выполнению дополнительных хирургических манипуляций, очаги хондропатии 2-3 степени обрабатывали с применением холодноплазменной абляции, а при 4 степени применяли туннелизацию оголенной склерозированной субхондральной кости. Следует отметить, что те несколько участков поражения суставного хряща 4 степени, которые были выявлены у наших пациентов, были локальными и имели небольшую площадь.

Реабилитационный период

Послеоперационную реабилитацию в отношении внешней фиксации и лечебной физкультуры проводили одинаково для всех пациентов за тем лишь исключением, что после микрофрактурирования существенно увеличивали период разгрузки оперированной конечности, продлевая ее вместо 6 недель до 12 недель.

Таким образом, был сформирован алгоритм выбора лечебной тактики, который мы применили у всех пациентов проспективной группы (Рисунок 4.5).

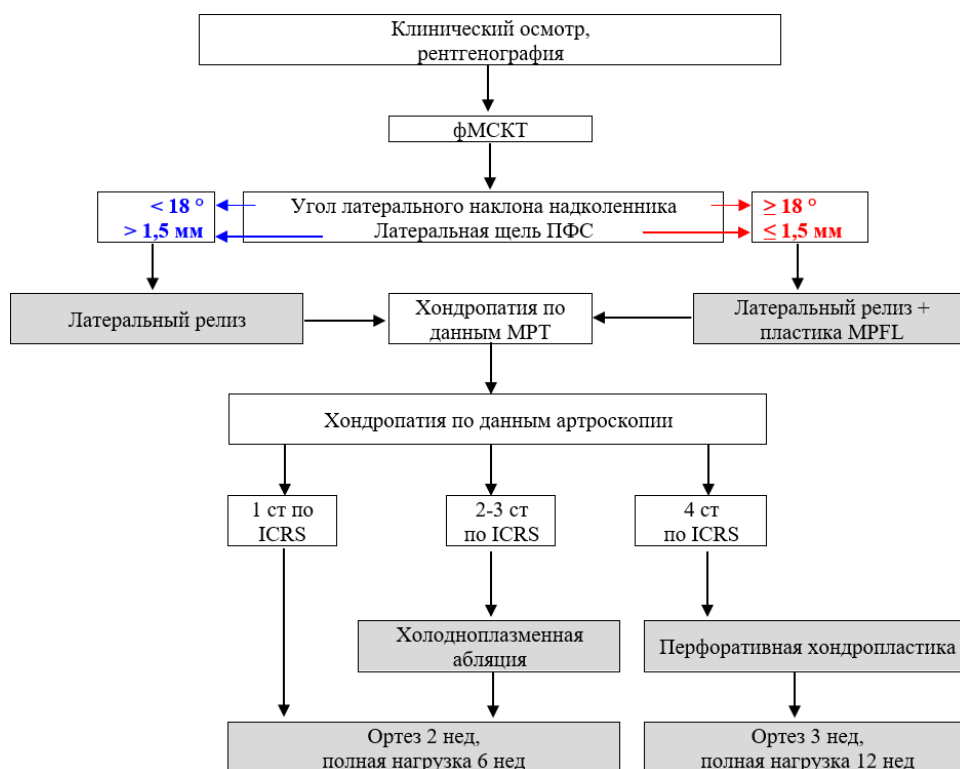


Рисунок 4.5 – Алгоритм выбора лечебной тактики

4.3. Проспективная группа (n = 30)

Пациентов проспективной группы обследовали через 1 год после выполнения операции ($12,1 \pm 1,1$ мес), проводя клиническое и лучевое обследование, а также анкетирование. В группе преобладали мужчины (73,3%) со средним ИМТ $26,8 \text{ кг/м}^2$. Диагноз латеральной гиперпрессии надколенника был поставлен на основании жалоб, данных клинического и лучевого обследований; при этом МСКТ выполняли в функциональном режиме (фМСКТ). Степень поражения суставного хряща определяли на основании данных МРТ и впоследствии уточняли в ходе диагностического этапа артроскопии. Результаты этих исследований приведены в главе 2.

Хирургическую коррекцию положения надколенника выполнили в соответствии с указаниями алгоритма у всех 30 пациентов, при этом в 17 случаях (56,7%) ограничились латеральным релизом, а у 13 пациентов (43,3%) дополнили его пластикой MPFL. После артроскопического уточнения тяжести поражения суставного хряща в ПФС 1 степени по классификации ICRS верифицированы только у одного пациента, 2-3-я степени – у 26 (86,7%), и 4 степени – у 3 (10,0%). В связи с этим в соответствии с разработанным алгоритмом дополнительно выполнены следующие артроскопические манипуляции в зонах хондропатии: холодноплазменная абляция – 26 (86,7%) и перфоративная хондропластика при поражении 4 степени – 3 (10,0%).

Во всех случаях хирургическую тактику определяли в строгом соответствии с разработанным алгоритмом.

Итоговый результат лечения фиксировали через 1 год после операции, однако в течение этого срока наблюдали за состоянием пациентов в динамике с интервалами, определенными дизайном исследования. Все операции не имели осложнений, реабилитационный период проводили в амбулаторных условиях в соответствии с рекомендациями алгоритма.

Данные лучевого обследования показали, что по всем исследованным показателям достигнуто статистически значимое улучшение с перемещением средних значений в диапазон признанной в литературе нормы (Таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Средние значения основных показателей лучевых исследований у пациентов проспективной группы

	Норма	До операции	Через 1-1,5 года после операции	Разница
Угол латерального наклона надколенника	$< 15^\circ$	$19,5^\circ$	$11,2^\circ$	$8,3^\circ$ ($p < 0,05$)
Величина латеральной щели ПФС	≥ 3 мм	1,2 мм	3,5 мм	2,3 мм ($p < 0,05$)
Угол конгруэнтности надколенника	$\leq 5^\circ$	$8,7^\circ$	$4,0^\circ$	$4,7^\circ$ ($p < 0,05$)

Результат лечения оценивали на основании шкал-опросников

По всем шкалам достигнуто статистически значимое улучшение средних показателей. Интенсивность боли снизилась в 7,4 раза, переместившись к нижней границе оценочного диапазона «умеренная боль», а показатели шкал KSS и WOMAC переместились в оценочный диапазон «отлично» (Таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Средние значения показателей анкетирования пациентов проспективной группы (в баллах)

	До операции	Через 1-1,5 года после операции	Разница
ВАШ	6,7 (выраженная боль)	0,9 (умеренная боль)	5,8 ($p < 0,05$)
KSS	58,5 (неудовлетв.)	88,9 (отлично)	30,4 ($p < 0,05$)
WOMAC	36,9 (удовлетв.)	8,8 (отлично)	28,1 ($p < 0,05$)

Удовлетворенность пациентов результатом лечения оценивали по ШВО. На «отлично» оценили результат лечения 19 пациентов (63,4%), на

«удовлетворительно» – только один человек (3,3%); средний балл составил 2,6 (Рисунок 4.6).

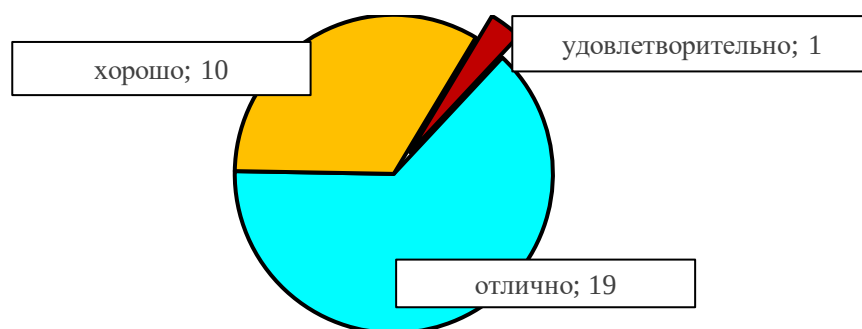


Рисунок 4.6 – Оценка пациентами проспективной группы результатов лечения по ШВО (в баллах)

Клинический пример № 2

Пациент Л, 39 лет, обратился с жалобами на боли в области передних отделов коленного сустава, усиливающуюся при сгибании голени (до 6 баллов по ВАШ), болезненность при попытках латерального смещения надколенника. Функция сустава: KSS = 55 баллов, WOMAC = 45 баллов. При лучевом обследовании (рентгенография, фМСКТ) выявлено латеральное смещение надколенника с максимальными показателями, определенными в процессе плавного сгибания голени: угол латерального наклона надколенника = 17° , латеральная щель ПФС = 2 мм (Рисунок 4.7). На МРТ – патология суставного хряща III ст. по классификации Yulish.

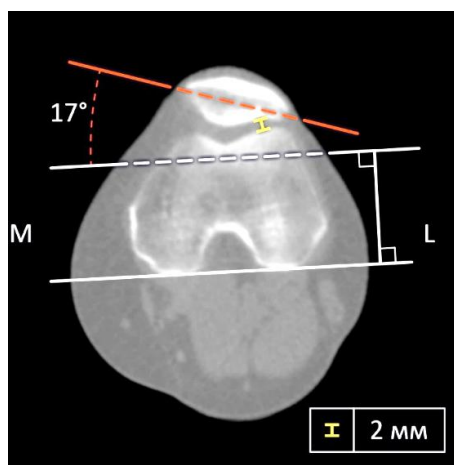


Рисунок 4.7 – Пациент Л., данные фМСКТ до операции

В соответствии с алгоритмом, выполнена операция: артроскопический релиз латерального удерживателя надколенника. При артроскопической ревизии сустава выявлена хондромалиция надколенника 3 ст. по классификации ICRS; выполнена холодноплазменная абляция (Рисунок 4.8).

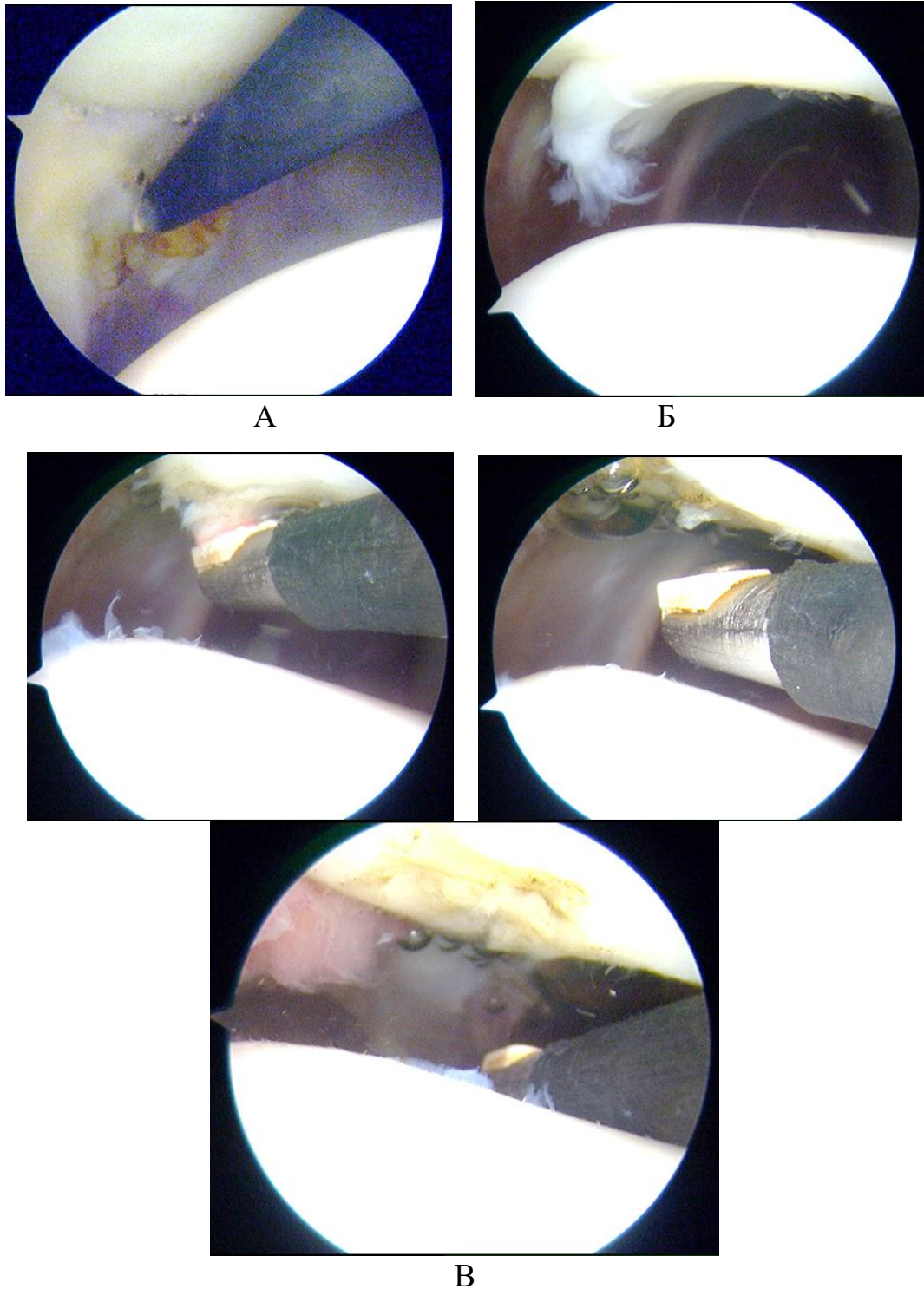


Рисунок 4.8 – Пациент Л., ход операции: А – латеральный релиз; Б – хондромалиция надколенника III ст; В – обработка зоны хондромалиции

После операции положение надколенника улучшилось, исследованные показатели вернулись в границы нормы: угол латерального наклона надколенника = 9° , латеральная суставная щель ПФС = 5 мм (Рисунок 4.9).

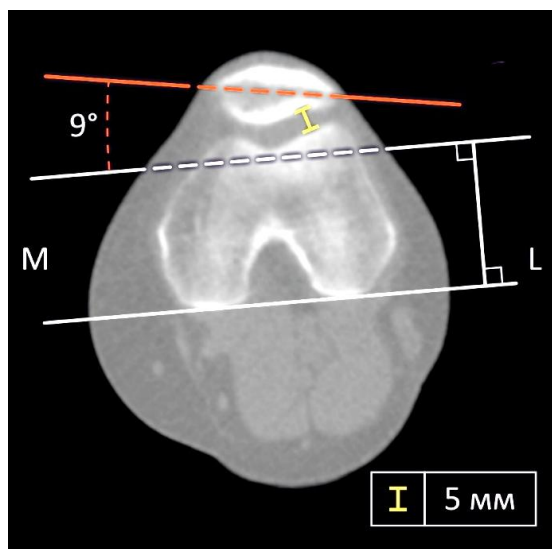


Рисунок 4.9 – Пациент Л., данные фМСКТ после операции

Через 1 год пациент расценивает результат как отличный. Боль существенно уменьшилась (0,5 балла по ВАШ), функция коленного сустава по KSS 91 балл, по WOMAC 8 баллов.

Из данного клинического примера видно, что при избрании лечебной тактики в соответствии с разработанным алгоритмом удалось достигнуть отличного результата, не прибегая к пластике MPFL.

4.4. Сравнительная оценка полученных результатов

Поскольку ретроспективная и проспективная группы были сопоставимы по всем исследованным параметрам, мы провели сравнительный анализ полученных в результате проведенного лечения результатов. Единственное отличие состояло в том, что в проспективной группе был использован разработанный алгоритм выбора оптимальной тактики.

Базируясь на данных медицинской документации, мы определили для пациентов ретроспективной группы оптимальную лечебную тактику, рекомендованную разработанным алгоритмом, и сравнили ее с фактически проведенным лечением.

Хирургическая коррекция положения надколенника

Ретроспективный анализ хирургической тактики, примененной у пациентов ретроспективной группы, показал, что в соответствии с рекомендациями алгоритма выполнение латерального релиза было показано в 27 случаях (56,3% от общего числа пациентов этой группы). Это почти полностью совпадает с долей пациентов проспективной группы (56,7%), которым была показана такая же операция ($p > 0,05$). В остальных случаях (21 пациент ретроспективной группы) латеральный релиз следовало дополнить пластикой MPFL. Вместе с тем, реально выполненные операции в ретроспективной группе отличались от рекомендаций алгоритма (Таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Хирургические манипуляции по коррекции положения надколенника у пациентов ретроспективной группы

Выполнено	Рекомендовано алгоритмом	
	Латеральный релиз (n = 27)	Латеральный релиз + пластика MPFL (n = 21)
Латеральный релиз	18 по алгоритму	3 не по алгоритму (14,3%) (недостаточная тактика)
Латеральный релиз + пластика MPFL	9 не по алгоритму (33,3%) (избыточная тактика)	18 по алгоритму

В 9 случаях из 27 (33,3%) рекомендованный объем хирургического вмешательства был превышен, и латеральный релиз необоснованно (по рекомендациям алгоритма) был дополнен пластикой MPFL. С другой стороны, у трех пациентов, которым пластика MPFL была, наоборот, показана, это вмешательство не было выполнено (14,3%), что привело к недостаточной

коррекции и отразилось на конечных результатах лечения. Таким образом, у 48 пациентов ретроспективной группы в 12 случаях (25,0%) тактика хирургической коррекции положения надколенника была избрана с отступлением от рекомендаций алгоритма (Рисунок 4.10).

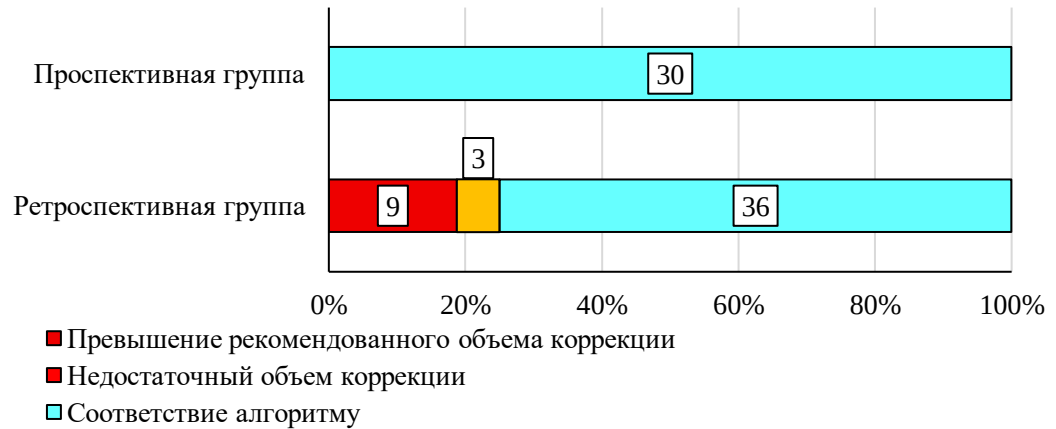


Рисунок 4.10 – Выполненная коррекция положения надколенника

Сравнительный анализ показал, что в полностью сопоставимых группах наблюдения, пациенты которых имели практически одинаковые показания к выбору хирургической тактики (латеральный релиз или латеральный релиз в сочетании с пластикой MPFL), применение алгоритма привело к снижению доли операций пластики MPFL в 1,4 раза, уменьшив объем, травматичность, продолжительность вмешательств и сократив трудозатраты на их выполнение (Рисунок 4.11).



Рисунок 4.11 – Характер выполненных операций по коррекции положения надколенника в группах наблюдения

Клинический пример № 3

Пациентка П, 42 года, обратилась с жалобами на боли в области передних отделов коленного сустава, усиливающуюся при сгибании голени (до 7 баллов по ВАШ), ограничение амплитуды движений в коленном суставе из-за боли, чувство неустойчивости при ходьбе, болезненность при попытках латерального смещения надколенника. Функция сустава: KSS = 55 баллов, WOMAC = 43 балла. При лучевом обследовании (рентгенография, МСКТ) выявлено латеральное смещение надколенника с показателями: угол латерального наклона надколенника = 19° , латеральная щель ПФС = 1,5 мм (Рисунок 4.12).

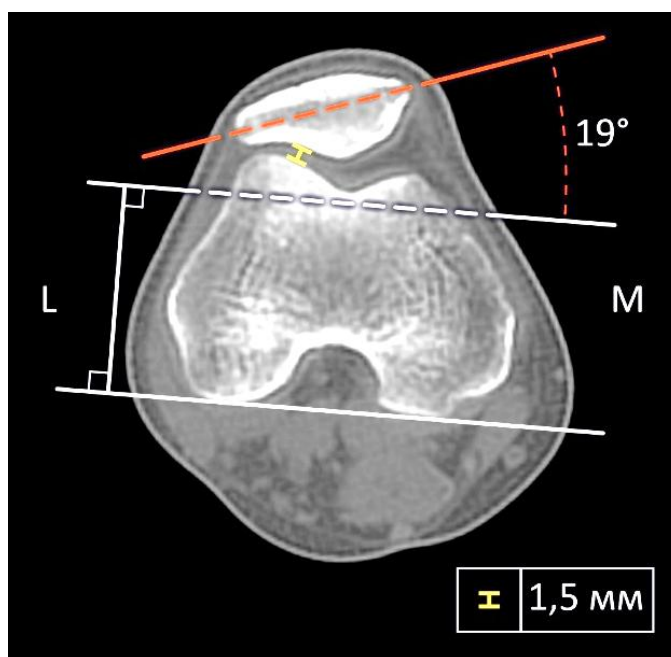


Рисунок 4.12 – Пациентка П., данные МСКТ до операции

Выполнен артроскопический релиз латерального удерживателя надколенника. При артроскопической ревизии сустава выявлена хондропатия надколенника 2 ст. по классификации ICRS (Рисунок 4.13).

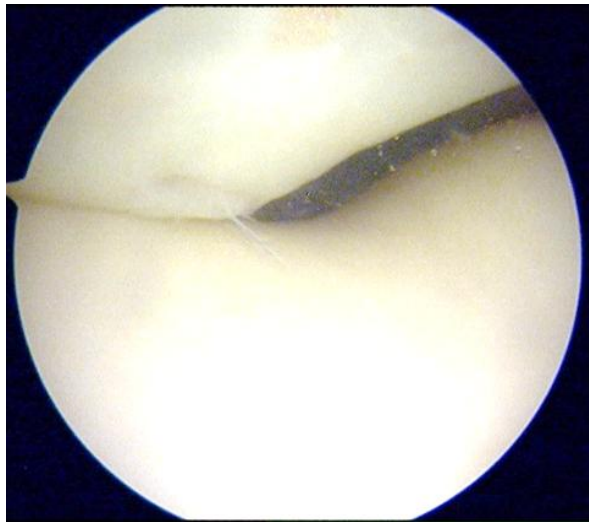


Рисунок 4.13 – Пациентка П., хондропатия надколенника

После операции положение надколенника улучшилось, однако исследованные показатели не вернулись в границы нормы: угол латерального наклона надколенника = 15° , латеральная суставная щель ПФС = 2,5 мм (Рисунок 4.14).

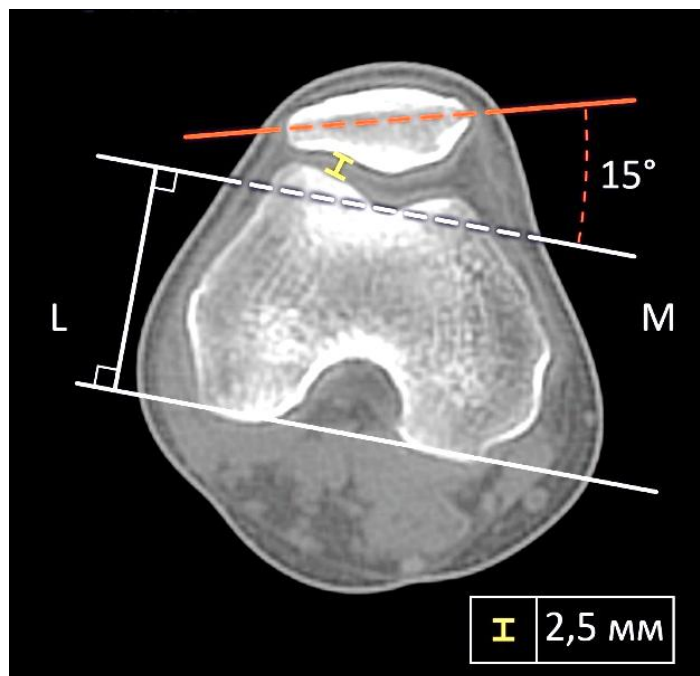


Рисунок 4.14 – Пациентка П., данные МСКТ после операции

Недостаточная коррекция положения надколенника привела к тому, что через 1 год пациентка расценивает результат лишь как удовлетворительный.

Несмотря на то, что начальные показатели статистически значимо улучшились, сохраняется боль 3 балла по ВАШ, функция коленного сустава по KSS 65 баллов, по WOMAC 30 баллов.

Анализируя примененную в лечении данной пациентки хирургическую тактику, можно констатировать, что она отличалась от рекомендованной разработанным алгоритмом. Отличие показателей МСКТ, характеризующих положение надколенника, от нормы составило по углу латерального наклона надколенника 4° , по размеру суставной щели ПФС 1,5 мм. В соответствии с алгоритмом, при таких показателях латеральный релиз нужно было дополнить пластикой MPFL, однако это не было выполнено.

Обработка зоны хондропатии

В соответствии с алгоритмом, выполнение абляции было показано 41 пациенту ретроспективной группы (2-3 степень хондропатии), но такая обработка хрящевой поверхности была выполнена только в 33 случаях (80,5%). У 5 пациентов с 4 степенью хондропатии предусмотренная алгоритмом остеоперфоративная хондропластика была выполнена в 3 случаях (60,0%), а у остальных ограничились обработкой хряща с применением холодноплазменной абляции (Таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Хирургические манипуляции по обработке зон хондропатии у пациентов ретроспективной группы

	1 степень	2 степень	3 степень	4 степень	ВСЕГО
Без обработки	2	2 (6,9%)	6 (46,2%)	--	10
Абляция	--	26	7	2 (40,0%)	35
Хондропластика	--	--	--	3	3
Всего	2 (100%)	28 (100%)	13 (100%)	5 (100%)	48 (100%)

Таким образом, в общей сложности у 10 пациентов из 48 (20,8%) в отношении обработки зон хондропатии отмечено отступление от рекомендаций алгоритма – избранная тактика была недостаточной (Рисунок 4.15).

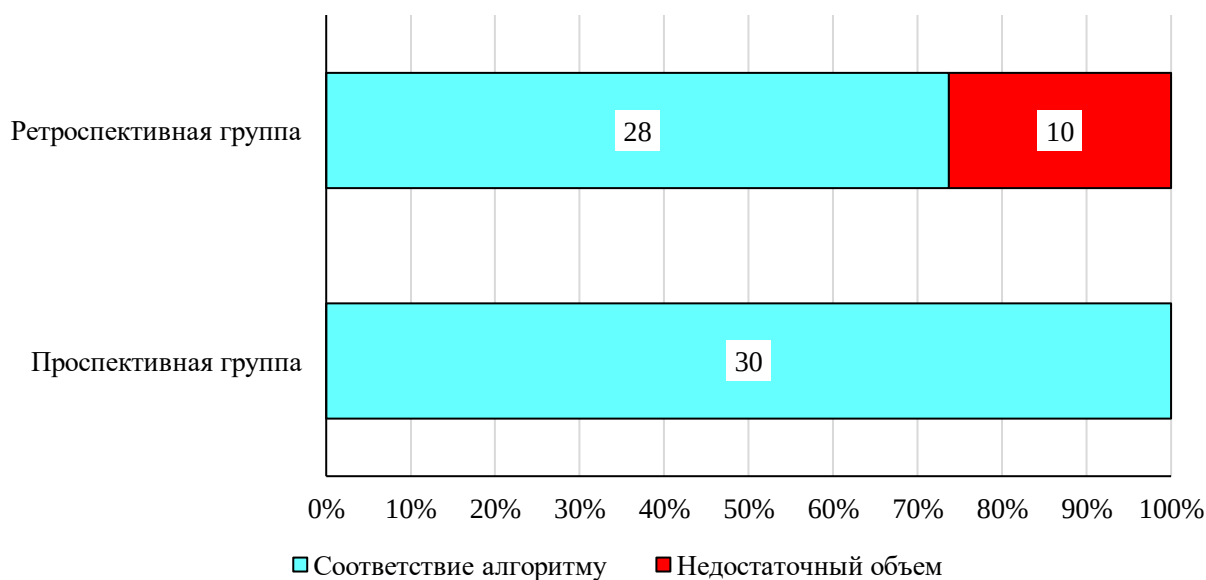


Рисунок 4.15 – Обработка зон хондропатии

Клинический пример № 4

Пациентка Г, 43 лет, обратилась с жалобами на боли в области передних отделов коленного сустава, усиливающуюся при сгибании голени (до 6 баллов по ВАШ), болезненность при попытках латерального смещения надколенника, периодически припухание сустава. Регулярно принимала нестероидные противовоспалительные препараты с временным эффектом. Функция сустава: KSS = 58 баллов, WOMAC = 60 баллов. При лучевом обследовании (рентгенография, фМСКТ) выявлено латеральное смещение надколенника с максимальными показателями, определенными в процессе плавного сгибания голени: угол латерального наклона надколенника = 16°, латеральная щель ПФС = 2 мм (Рисунок 4.16). На МРТ – патология суставного хряща 3 ст. по классификации Yulish.

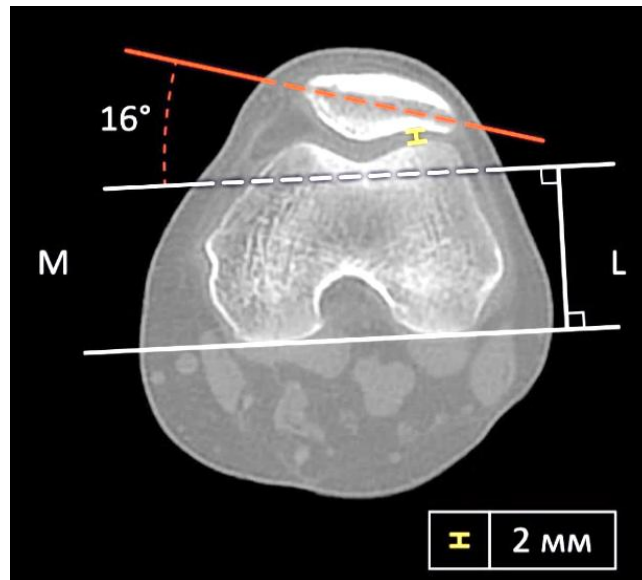


Рисунок 4.16 – Пациентка Г., данные фМСКТ до операции

В соответствии с алгоритмом, выполнена операция: артроскопический релиз латерального удерживателя надколенника. При артроскопической ревизии сустава выявлена хондромалиция надколенника 3 ст. (Рисунок 4.17), однако эта зона оставлена без обработки.

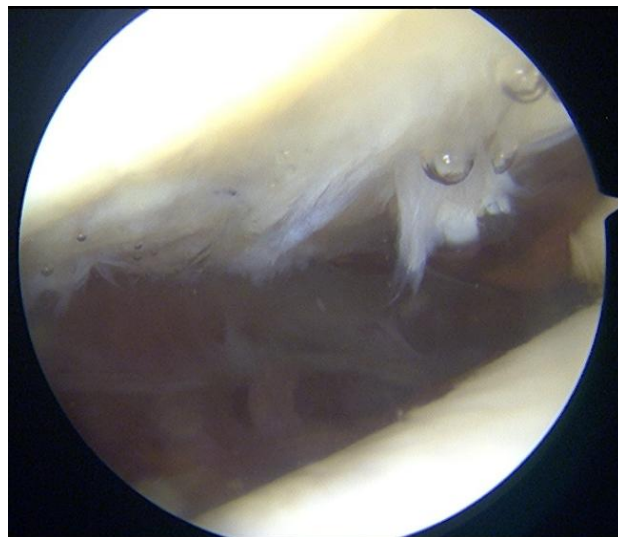


Рисунок 4.17 – Пациентка Г., хондромалиция надколенника III ст.

После операции положение надколенника улучшилось, исследованные показатели вернулись в границы нормы: угол латерального наклона надколенника = 10° , латеральная суставная щель ПФС = 4,5 мм (Рисунок 4.18).

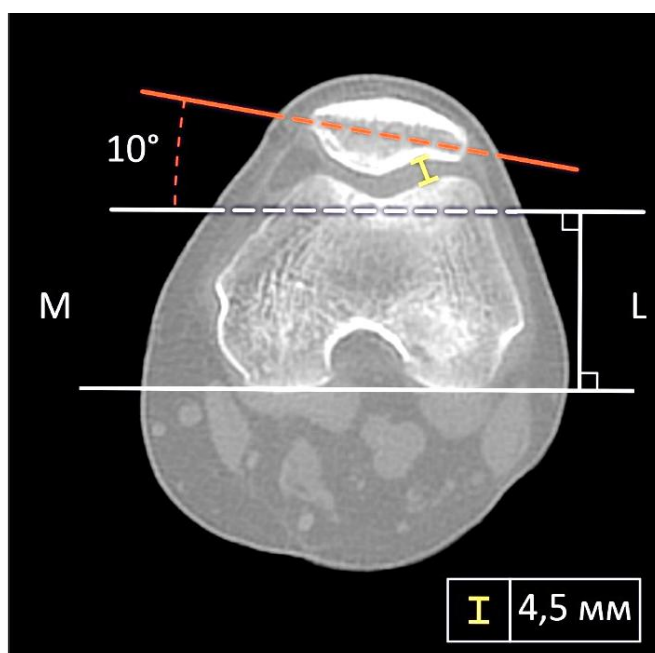


Рисунок 4.18 – Пациентка Г., данные фМСКТ после операции

Через 1 год, несмотря на нормализацию положения надколенника, пациентка расценивает результат лишь как удовлетворительный. Сохраняется боль до 3-3,5 балла по ВАШ, функция коленного сустава по KSS 75 баллов, по WOMAC 40 баллов.

Из данного клинического примера видно, что при избрании лечебной тактики недостаточно внимания уделили состоянию суставного хряща: зону хондромалиции при ее верификации в ходе диагностического этапа артроскопии необходимо было, в соответствии с рекомендациями алгоритма, обработать, что не было сделано. Поэтому, несмотря на устранение патологического фактора дислокации надколенника, сохранившаяся хондромалиция его латерального края поддерживала боль и дисфункцию.

Данные лучевой диагностики

Сравнительную оценку положения надколенника после операции проводили во время завершающего контрольного осмотра в обеих группах наблюдения (Рисунок 4.19).

Данные лучевой диагностики свидетельствуют о том, что средние показатели по всем исследованным параметрам в обеих группах в результате выполненных операций были приведены в границы описанной в литературе нормы и не имели между собой статистически значимых отличий (Таблица 4.8).

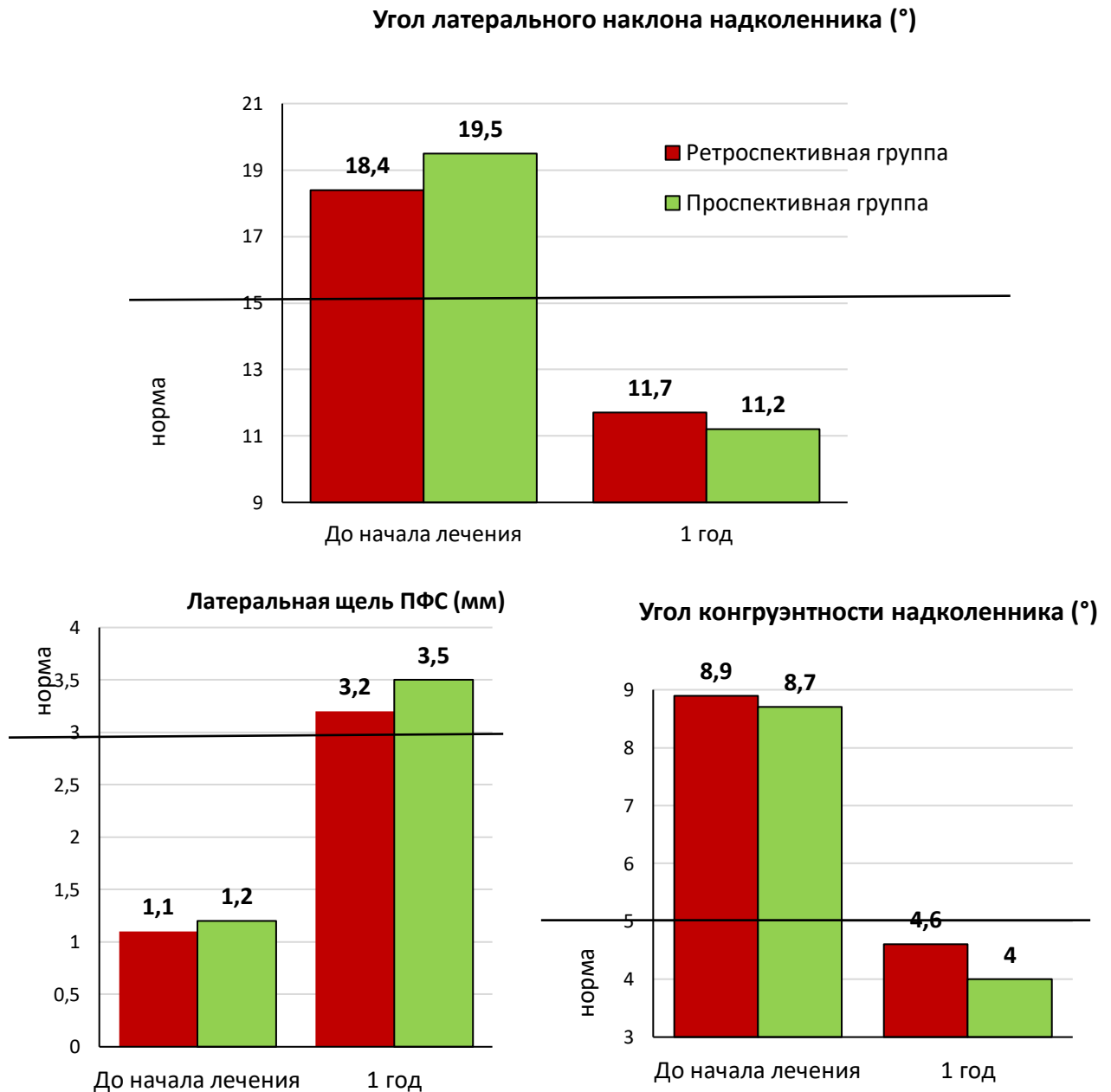


Рисунок 4.19 – Показатели лучевой диагностики

Таблица 4.8 – Средние значения данных лучевой диагностики к концу наблюдения

	Норма	Ретроспективная группа	Проспективная группа	Разница
Угол латерального наклона надколенника	$< 15^\circ$	$11,7^\circ$	$11,2^\circ$	$0,5^\circ$ $p > 0,05$
Величина латеральной щели ПФС	≥ 3 мм	3,2 мм	3,5 мм	0,3 мм $p > 0,05$
Угол конгруэнтности надколенника	$\leq 5^\circ$	$4,6^\circ$	$4,0^\circ$	$0,6^\circ$ $p > 0,05$

Вместе с тем, несмотря на отсутствие статистически значимых отличий средних итоговых показателей, в ретроспективной группе они были все-таки немного хуже. Это можно объяснить тремя случаями недостаточной хирургической коррекции в ретроспективной группе, в которых не удалось добиться желаемого результата.

Шкалы-опросники

Пациентов проспективной группы наблюдали в динамике в течение всего года послеоперационного периода в соответствии со сроками, определенными дизайном исследования. В отношении пациентов ретроспективной группы такой возможности не было, поэтому у них мы получали данные только на момент контрольного осмотра (1-1,5 года).

Оценка болевого синдрома (ВАШ)

В проспективной группе уже через 1,5 месяца с момента операции средние значения показателя боли снизились в 2,9 раза, перейдя в оценочный диапазон «умеренная боль» и продолжали снижаться, достигнув к 1 году нижней границы этого диапазона и показав отличие от начального показателя в 7,4 раза ($p < 0,05$) (Рисунок 4.20).

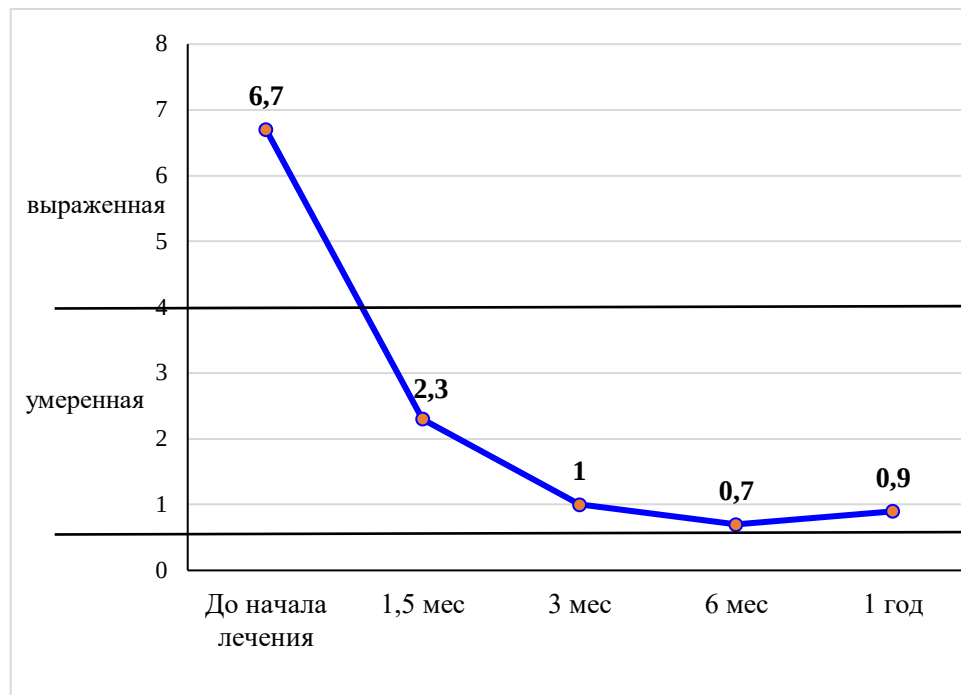


Рисунок 4.20 – Динамика средних показателей болевого синдрома у пациентов проспективной группы (в баллах по ВАШ)

В ретроспективной группе к моменту контрольного осмотра средний показатель уровня боли снизился по сравнению с начальным значением в 2,2 раза. Это снижение в 3,4 раза меньше, чем в проспективной группе ($p < 0,05$) (Рисунок 4.21).

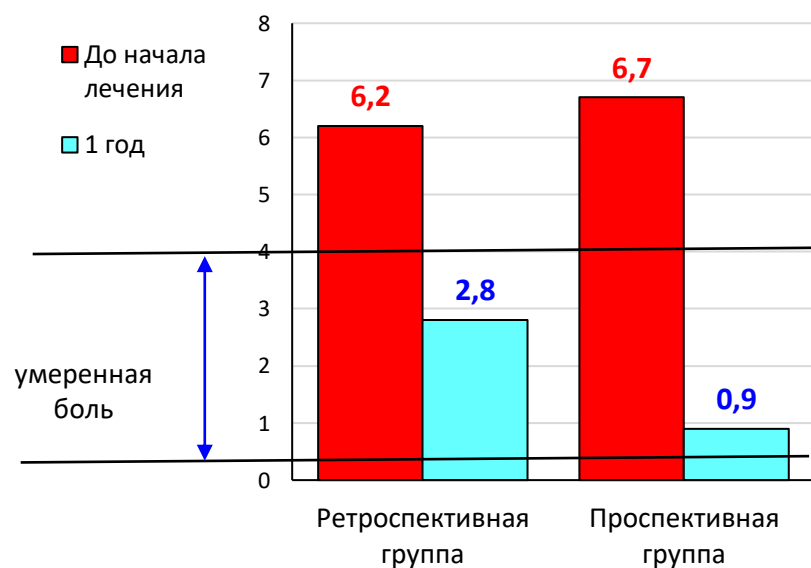


Рисунок 4.21 – Средние значения болевого синдрома в группах наблюдения (в баллах по ВАШ)

Оценка функции сустава по KSS

В проспективной группе уже через 1,5 месяца с момента операции средние значения по KSS выросли на 14 баллов, перейдя в оценочный диапазон «хорошо» и продолжали улучшаться, достигнув к 1 году оценки «отлично» и показав разницу с начальным показателем 30,4 балла ($p < 0,05$) (Рисунок 4.22).

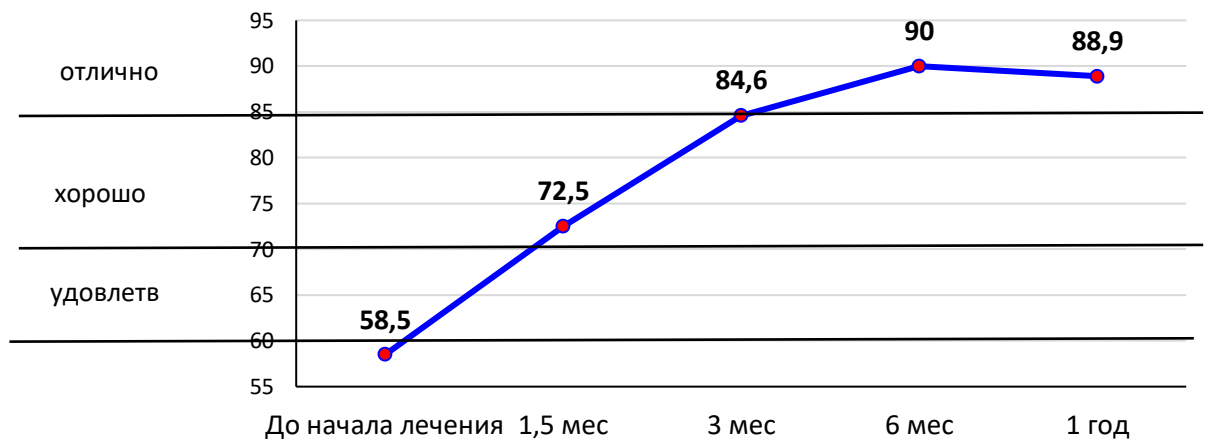


Рисунок 4.22 – Динамика средних показателей KSS у пациентов проспективной группы (в баллах)

В ретроспективной группе к моменту контрольного осмотра средний показатель KSS улучшился по сравнению с начальным значением на 17,8 балла и остался в оценочном диапазоне «хорошо». Это улучшение в 1,7 раза меньше, чем в проспективной группе ($p < 0,05$) (Рисунок 4.23).

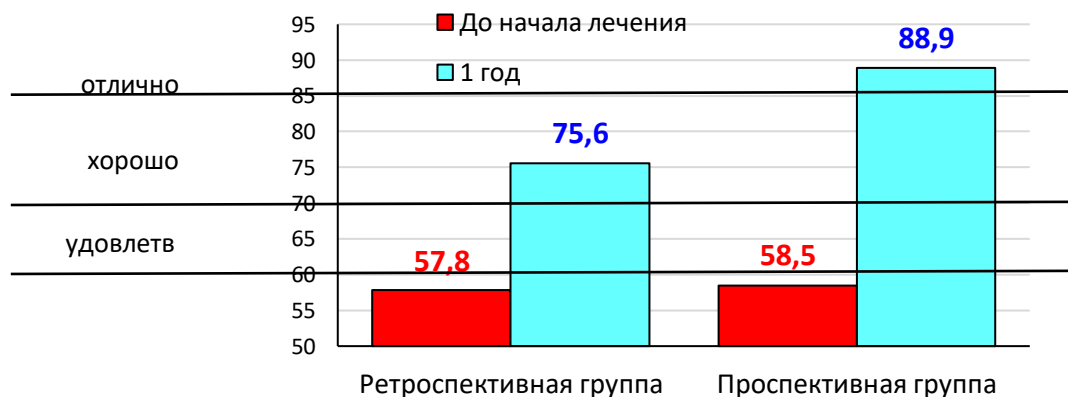


Рисунок 4.23 – Средние значения KSS в группах наблюдения (в баллах)

Оценка функции сустава по WOMAC

В проспективной группе уже через 1,5 месяца с момента операции средние значения по WOMAC улучшились на 17,6 баллов, перейдя в оценочный диапазон «хорошо» и продолжали улучшаться, достигнув к 1 году оценки «отлично» и показав разницу с начальным показателем 28,1 балла ($p < 0,05$) (Рисунок 4.24).

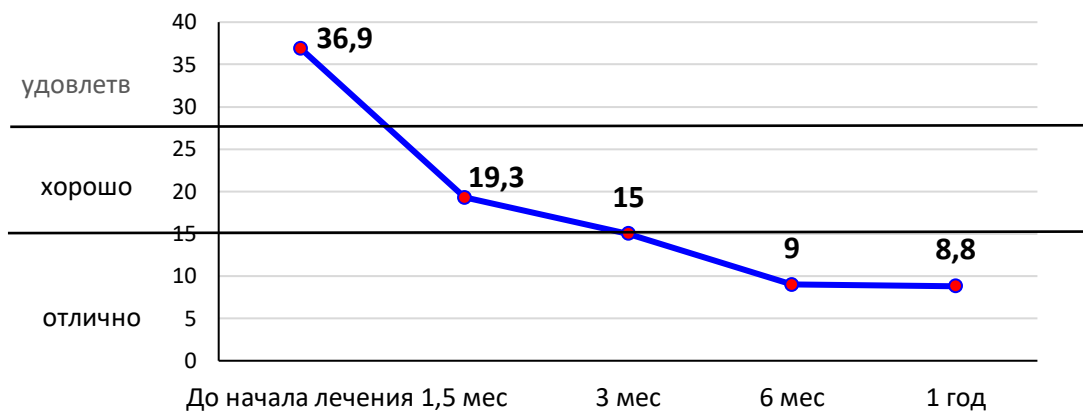


Рисунок 4.24 – Динамика средних показателей WOMAC у пациентов проспективной группы (в баллах)

В ретроспективной группе к моменту контрольного осмотра средний показатель WOMAC улучшился по сравнению с начальным значением на 18,6 балла и остался в оценочном диапазоне «хорошо». Это улучшение в 1,5 раза меньше, чем в проспективной группе ($p < 0,05$) (Рисунок 4.25).

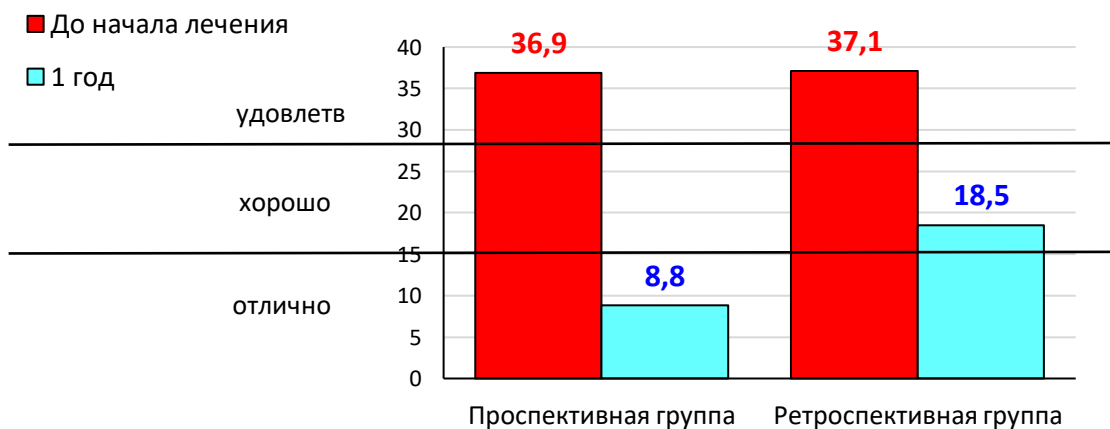


Рисунок 4.25 – Средние значения WOMAC в группах наблюдения (в баллах)

Оценка пациентами результата лечения по ШВО

В проспективной группе результат проведенного лечения оценили на «отлично» и «хорошо» в совокупности 29 человек из 30 (96,7%), тогда как в ретроспективной группе доля таких пациентов составила 83,3%. Пациентов, оценивших результат лечения только на «удовлетворительно», в ретроспективной группе было больше в 5,1 раза (16,7% против 3,3%) ($p < 0,05$). Соответственно, среднее значение показателя ШВО в проспективной группе оказалось выше на 0,3 балла (Рисунок 4.26).

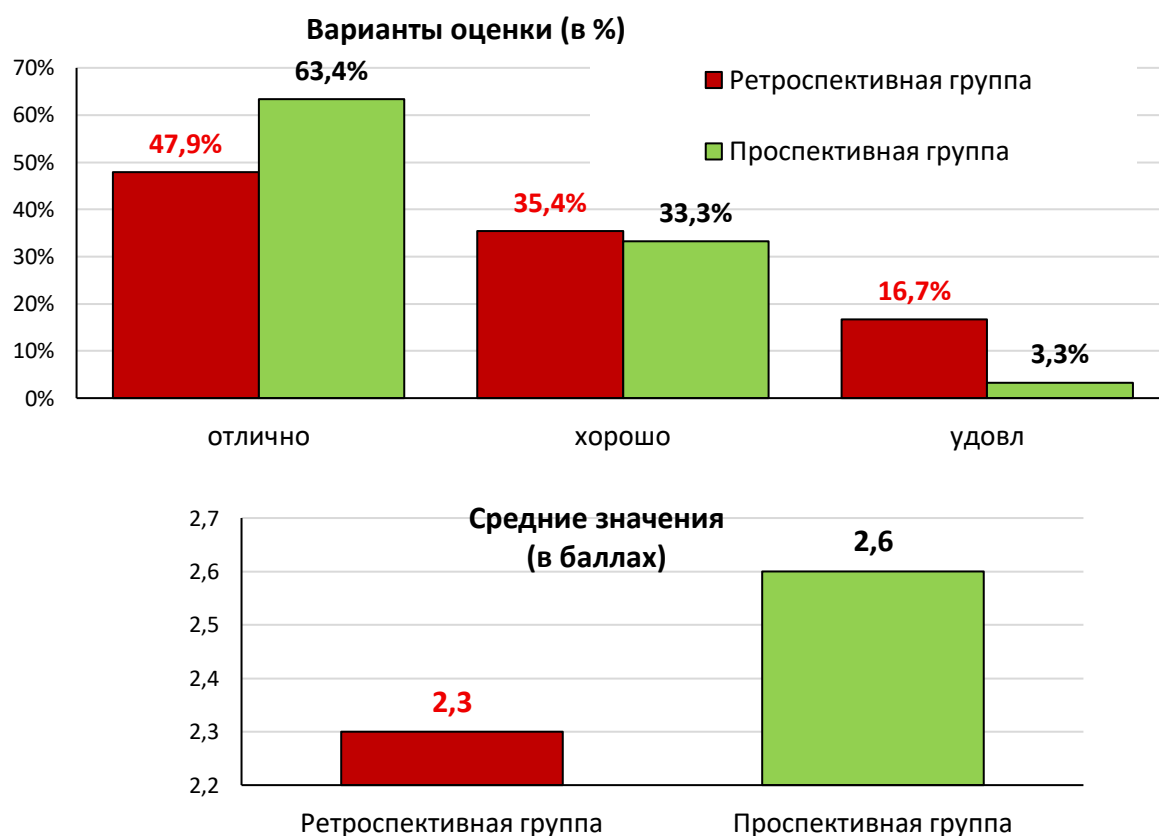


Рисунок 4.26 – Удовлетворенность пациентов результатами лечения (средние значения в баллах по ШВО)

Таким образом, применение разработанного алгоритма выбора тактики у пациентов с латеральной гиперпрессией надколенника позволило статистически значимо улучшить результаты лечения, что подтверждается как данными лучевой диагностики, так и показателями оценочных шкал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Синдром латеральной гиперпрессии надколенника является распространенной патологией, однако до сих пор отсутствуют единые подходы к ее диагностике и лечению, что обусловило актуальность предпринятого исследования. Оно проведено в 4 этапа на базе Клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов УКБ № 1 и кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф института клинической медицины им. Н. В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) в период 2020-2025 гг.

На первом этапе проведен анализ результатов ранее проведенного лечения 48 пациентов, которые были прооперированы в нашей клинике по поводу синдрома латеральной гиперпрессии надколенника. Они составили ретроспективную группу наблюдения. Давность выполненных операций составила от 1 до 2 лет. В группу наблюдения не включали пациентов с гонартрозом III-IV степени тяжести по классификации Kellgren-Lowrence, высоким (*patella alta*) или низким (*patella baja*) положением надколенника, а также диспластическими изменениями компонентов ПФС, соответствующими типам C и D по классификации Dejour. Результаты оценивали через 1-1,5 года после операции, вызывая пациентов на контрольный осмотр и обследование с применением методик лучевой диагностики (рентгенография в трех проекциях, включая аксиальную проекцию по Merchant, МСКТ, МРТ), определением клинических симптомов и анкетированием по шкалам-опросникам ВАШ, KSS и WOMAC.

Всем пациентам ретроспективной группы была выполнена хирургическая коррекция положения надколенника в виде артроскопического релиза его латерального удерживателя, а в 29 случаях (60,4%) операция была дополнена пластикой медиальной пателлофemorальной связки (MPFL). В ходе выполнения артроскопии у всех пациентов были выявлены области хондропатии ПФС, причем поражения 2 степени по ICRS верифицированы у 58,3 % пациентов, 3 степени у 27,1% и 4 степени – у 10,4%, по поводу чего в 35 случаях (72,9%) была выполнена

абляция области хондропатии и 3 пациентам (6,3%) – микрофрактурирование обнаженной склерозированной субхондральной кости в области хрящевого дефекта надколенника.

При проведении контрольного осмотра и обследования пациентов в сроки 1-2 года после выполненных операций средние значения основных показателей лучевых исследований (угол латерального наклона надколенника, величина латеральной щели ПФС, угол конгруэнтности надколенника) зафиксированы у пациентов данной группы в пределах описанной в литературе нормы, однако средние значения функции коленного сустава по шкалам KSS и WOMAC были расположены лишь в диапазоне «хорошо», а болевой синдром по ВАШ был оценен в среднем как «умеренная боль» (2,8 балла).

При анализе результатов лечения пациентов ретроспективной группы мы пришли к выводу, что при выборе в их отношении лечебной тактики отсутствовал единый подход, основанный на четких и точных данных предоперационного обследования. При одинаковых исходных данных избранная хирургическая тактика могла отличаться. Это относится и к выполнению корректирующих вмешательств на поддерживающих структурах надколенника, когда применяли или изолированный релиз латерального удерживателя, или сочетали его с пластикой MPFL, и к обработке выявленных в ходе артроскопической ревизии зон хондропатии, варьируя в этом отношении свои действия от отказа от такой обработки до абляции или перфоративной хондропластики.

Субъективный выбор хирургической тактики привел к снижению достигнутых результатов. Только 23 пациента (47,9%) оценили достигнутый результат как отличный, а 8 человек (16,7%) – лишь как удовлетворительный.

Таким образом, по итогам первого этапа исследования мы заключили, что достигнутые результаты нуждаются в улучшении, в связи с чем необходимо уточнение оптимальной лечебной тактики в каждом конкретном клиническом случае.

На втором этапе исследования мы совместно с сотрудниками кафедры высшей математики, механики и математического моделирования ФГАОУ ВО

Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и ФГБУН Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН создали математическую модель коленного сустава, отличием которой от прототипов явилось детальное описание его пателлофemorального компонента.

Дополнительно в «базовую» модель были включены такие критически важные для стабилизации надколенника структуры как медиальные пателлотиббиальная и пателлофemorальная связки, а также латеральный ретинакулум. Это позволило изучить характер смещения надколенника при движениях в коленном суставе при различном состоянии боковых стабилизаторов.

С помощью данной модели было определено, что латеральное смещение надколенника с изменением его угла наклона и уменьшением суставной щели ПФС может достигать своего максимума в положениях сгибания голени, отличных от стандартных, которые традиционно используют при выполнении МСКТ в статичном режиме. Подтверждено также, что при латеральном смещении надколенника наибольшую нагрузку испытывают его наружные фасетки.

Анализ созданной математической модели послужил обоснованием необходимости разработки методики функциональной МСКТ (фМСКТ), предусматривающей изменение положения голени в процессе исследования с фиксацией максимальных отклонений положения надколенника в процессе выполнения движения.

С помощью математической модели мы также провели серию виртуальных экспериментов, где исследовали 4 различных варианта вводных условий:

- 1) сохранение всех боковых стабилизаторов надколенника;
- 2) отключение латерального стабилизатора при сохранной MPFL;
- 3) отключение MPFL при сохранном латеральном стабилизаторе;
- 4) одновременное отключение и MPFL, и латерального стабилизатора.

Эти эксперименты позволили количественно выявить степень возможного отклонения от нормы таких показателей положения надколенника как угол латерального наклона и размер суставной щели ПФС при различных состояниях боковых стабилизаторов.

Определено, что при несостоятельности MPFL «отключение» латерального удерживателя надколенника (латеральный релиз) может позволить добиться коррекции положения надколенника до 4° угла латерального наклона и до 2 мм величины латеральной щели ПФС. При необходимости добиться большей коррекции требуется операцию латерального релиза дополнить пластикой MPFL, что может позволить скорректировать угол латерального наклона надколенника до 8° от исходного значения и латеральную щель пателлофemorального сустава до 3 мм.

Таким образом, мы сделали заключение о том, что степень отклонения исследованных параметров от нормальных значений может определять характер корректирующих вмешательств на боковых поддерживающих комплексах надколенника. При относительно небольшом отклонении (угол латерального наклона надколенника до 4°, величина латеральной щели до 2 мм) коррекция может быть ограничена только выполнением релиза латерального удерживателя, а при показателях, превышающих эти значения, вмешательство должно быть дополнено пластикой MPFL.

На третьем этапе мы разработали совместно с сотрудниками отделения лучевой диагностики № 2 и клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов Университетской клинической больницы № 1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) методику функциональной МСКТ (фМСКТ) для определения характера смещения надколенника при сгибании голени. Томографию выполняли в объемном режиме «Knee Volume» с толщиной среза 0,5 мм; в ходе исследования пациент плавно полностью разгибал ногу в коленном суставе в течение 8 секунд. Эта методика была использована для обследования пациентов на завершающем, проспективном, этапе.

Принятие решения о дополнении латерального релиза пластикой MPFL требует высокой точности определения числовых параметров смещения надколенника при движениях в коленном суставе. Поэтому использование для такой диагностики

именно фМСКТ, как более точной методики, чем МСКТ в статичном режиме, является принципиально важным.

В результате у 20,0 % обследованных пациентов с применением фМСКТ максимальные значения смещения надколенника были определены в положении голени, отличающемся от традиционно используемых при проведении «статичного» МСКТ-исследования. Таким образом, точность диагностики за счет фМСКТ была существенно повышена.

На основании полученных в ходе второго этапа результатов эксперимента был разработан алгоритм выбора оптимальной персонализированной хирургической тактики в отношении пациентов с латеральной гиперпрессией надколенника, предусматривающий уточненную диагностику с помощью фМСКТ, и включающий три «развилки» в принятии решений:

1. Определение характера вмешательств, корректирующих положение надколенника.

В эксперименте были исследованы изменения таких показателей как угол латерального наклона и величина латеральной щели ПФС. Данные показатели, безусловно, взаимосвязаны, однако специальное исследование с определением степени их взаимной корреляции не входило в задачи данной работы. Для алгоритма мы посчитали достаточным условием, когда значение хотя бы одного из этих показателей превышает величину, определенную в ходе эксперимента (угол латерального наклона надколенника $\geq 18^\circ$ и величина латеральной щели $\leq 1,5$ мм), считали показанной пластику MPFL; если оба этих значения не превышают «пороговую» величину, возможно ограничиться только латеральным релизом; если хотя бы один показатель будет больше установленного в ходе математического моделирования значения – латеральный релиз следует дополнить пластикой MPFL.

2. Необходимость и характер манипуляций на суставном хряще ПФС.

В ходе диагностического этапа артроскопии уточняли локализацию, площадь и степень поражения суставного хряща, используя для оценки классификацию International Cartilage Repair Society (ICRS). При хондропатии 1 степени выполнение каких-либо артроскопических манипуляций считали не показанным.

Хондропатия 2-3 степени, когда, в соответствии с классификацией ICRS, субхондральная кость оставалась укрытой хрящом, считали показанным выполнение холодноплазменной абляции с целью дебридмента и выравнивания хрящевой поверхности. При 4 степени, сопровождающейся обнажением субхондральной кости, считали рекомендованным выполнение остеоперфоративной хондропластики. Такая тактика соответствовала рекомендациям большинства литературных источников и нашему личному опыту работы.

3. Особенность реабилитационного периода.

Реабилитационный период считали неотъемлемой и обязательной частью проводимого лечения, в связи с чем определяли реабилитационный протокол в соответствии с тяжестью выявленной патологии и характером проведенных хирургических манипуляций. Различия относились прежде всего к срокам ограничения нагрузки на оперированную конечность. После пластики MPFL соблюдали стандартные сроки разгрузки до 6 недель с ношением медиализирующего брейса, но после хондропластики срок разгрузки возрастал до 12 недель.

Таким образом, разработанный алгоритм включал в себя следующие последовательно выполняемые шаги: выполнение фМСКТ с уточнением степени смещения надколенника -- хирургическую коррекцию положения надколенника -- обработку (по показаниям) зоны хондропатии -- проведение реабилитационного периода после операции.

После того, как алгоритм был разработан, его применили в клинической практике в ходе завершающего, проспективного, этапа исследования.

На четвертом этапе проведен скрининговый отбор пациентов с жалобами на боли в области ПФС. Обследовано 156 человек, из которых сформирована группа в 30 пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника для проведения проспективного клинического исследования. В группу были включены совершеннолетние пациенты с болевым синдромом свыше 4 баллов по ВАШ. В группу не включали лиц с гонартрозом 3-4 степени по классификации Kellgren-

Lowrence и диспластическими изменениями типов C и D по классификации Dejour. В соответствии с разработанным алгоритмом пациенткам проспективного этапа выполнено хирургическое вмешательство, после чего им проводили реабилитацию и наблюдали в течение 1 года с визитами через 1,5, 6 и 12 месяцев. Наблюдение включало те же позиции, что и у пациентов ретроспективной группы: клиническое обследование, анкетирование по шкалам ВАШ (боль), KSS и WOMAC, лучевые исследования (рентгенография, МРТ и фМСКТ).

После завершения наблюдения был проведен сравнительный анализ результатов лечения в ретроспективной и проспективной группах, которые по всем основным начальным параметрам были полностью сопоставимы. Кроме того, в ретроспективной группе задним числом на основании медицинской документации оценили примененную лечебную тактику, проверив ее на соответствие разработанному впоследствии алгоритму.

Выявлено, что у пациентов ретроспективной группы в 12 случаях (25,0%) хирургическая коррекция положения надколенника была выполнена с отступлением от рекомендаций алгоритма – у 9 пациентов рекомендованный объем был превышен (латеральный релиз необоснованно дополнили пластикой MPFL), а у 3 человек, наоборот, ограничились только латеральным релизом, хотя пластика MPFL, в соответствии с алгоритмом, была показана.

При обработке зоны хондропатии в ретроспективной группе у 10 пациентов (20,8%) отмечено отступление от рекомендаций алгоритма – тактика была недостаточной (8 отказов от выполнения абляции при 2-3 степени хондропатии по классификации ICRS и 2 отказа от остеоперфоративной хондропластики при 4 степени хондропатии).

Сравнительный анализ полученных к концу наблюдения результатов проведенного лечения в ретроспективной и проспективной группах показал, что средние значения параметров положения надколенника по данным лучевой диагностики (рентгенография и МСКТ) в обеих полностью сопоставимых группах были приведены в границы нормы и не имели статистически значимых отличий (средние значения угла латерального наклона надколенника ретроспективной и

перспективной группы отличались на всего $0,5^\circ$, величины латеральной щели ПФС – на 0,3 мм, а угла конгруэнтности надколенника на $0,6^\circ$; $p > 0,05$). Однако, в ретроспективной группе все эти показатели были все же немного хуже, что можно объяснить отдельными случаями недостаточной коррекции положения надколенника.

По результатам анкетирования выявлено статистически значимое преимущество в перспективной группе.

Среднее значение уровня боли к 1 году наблюдения в перспективной группе снизилось по отношению к начальному уровню в 7,4 раза, тогда как в ретроспективной группе – в 2,2 раза. При этом итоговое значение интенсивности боли по ВАШ в основной группе составило 0,9 балла, а в ретроспективной группе – 2,8 балла, что хуже в 3,1 раза ($p < 0,05$).

Средний показатель по KSS в перспективной группе к 1 году наблюдения улучшился на 30,4 балла, перейдя в оценочный диапазон «отлично», тогда как в ретроспективной группе это улучшение составило 17,8 балла, достигнув лишь оценки «хорошо».

Средний показатель по WOMAC в перспективной группе к 1 году наблюдения улучшился на 28,1 балла, перейдя в оценочный диапазон «отлично», тогда как в ретроспективной группе это улучшение составило 18,6 балла, достигнув лишь оценки «хорошо».

Сами пациенты перспективной группы оценили итоговый результат лечения на «хорошо» и «отлично» в 96,7% случаях, а в ретроспективной – только в 83,3%. Среднее значение результатов в баллах в перспективной группе оказалось выше на 0,3 балла, что для трехбалльной шкалы (ШВО) является существенным отличием. Такие отличия при сопоставимых пространственных параметрах положения надколенника в группах наблюдения можно объяснить недостаточным вниманием, уделенном у пациентов ретроспективной группы обработке зон хондропатии. Снижение функциональных результатов при этом было обусловлено проявлениями пателлофemorального остеоартрита.

Оценивая внедрение разработанной системы лечения пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника в клиническую практику, можно констатировать, что преимущество предложенных подходов доказано, подтверждено методиками сравнительного статистического анализа и может быть рекомендовано для широкого применения. Это позволит избежать как избыточных необоснованных хирургических манипуляций, так и применения недостаточно активной тактики, и тем самым реализовать персонализированный подход к лечению пациентов, способный привести к достижению наилучших результатов.

ВЫВОДЫ

1. «Отключение» латерального удерживателя надколенника при недостаточности медиальной пателлофemorальной связки в рамках разработанной математической модели коленного сустава позволяет прогнозировать достижение коррекции положения надколенника в пределах 4° угла латерального наклона и 2 мм величины латеральной щели пателлофemorального сустава.

2. Применение разработанной методики функциональной МСКТ позволило повысить точность диагностики максимальной степени смещения надколенника при сгибании в коленном суставе на 20,0%.

3. Разработанный алгоритм выбора оптимальной лечебной тактики для пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника позволил скорректировать характер хирургического вмешательства в 25,0% случаев в отношении коррекции положения надколенника и в 20,8% в отношении обработки зон хондропатии.

4. Улучшение средних показателей функции коленного сустава в проспективной группе, где была применена разработанная система лечения пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника, было более выражено по KSS в 1,7 раза, по WOMAC в 1,5 раза, по снижению болевого синдрома в 3,4 раза. Итоговый результат оценили на «хорошо» или «отлично» 96,7% пациентов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выборе хирургической тактики в лечении пациентов с синдромом латеральной гиперпрессии надколенника необходимо сочетать вмешательства, направленные на коррекцию положения надколенника и на обработку области хондропатии пателлофemorального сустава.

2. Дополнение релиза латерального удерживателя коленного сустава пластикой медиальной пателлофemorальной связки следует осуществлять строго по показаниям. Эти показания определяются параметрами дислокации надколенника, определенными при анализе созданной математической модели коленного сустава и отраженными в разработанном алгоритме выбора оптимальной лечебной тактики.

3. Для достижения максимальной точности диагностики степени дислокации надколенника в соответствии с рекомендациями алгоритма, целесообразно использовать функциональную МСКТ по разработанной методике, что позволит определить максимальную степень смещения во всем диапазоне движений в коленном суставе.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

ИМТ – индекс массы тела

МРТ – магнитно-резонансная томография

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ПФС – пателлофemorальный сустав

фМСКТ – функциональная мультиспиральная компьютерная томография

ШВО – шкала вербальной оценки

ICRS – International Cartilage Repair Society (Международное общество восстановления хряща)

IPAQ – International Physical Activity Questionnaire (опросник для определения физической активности)

KSS – Knee Society Score (шкала оценки функции коленного сустава)

MPFL – медиальная пателлофemorальная связка

WOMAC – Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (индекс остеоартрита)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айрапетов, Г. А. Методы хирургического лечения локальных дефектов гиалинового хряща крупных суставов (обзор литературы) / Г. А. Айрапетов, А. А. Воротников, Г. А. Коновалов // Гений ортопедии. – 2017. – Т. 23. – № 4. – С. 485-491. – DOI: 10.18019/1028-4427-2017-23-4-485-491.

2. Айрапетов, Г. А. Экспериментальное обоснование микрофрактурирования в сочетании с плазмой, обогащенной тромбоцитами, в лечении болезни Кенига / Г. А. Айрапетов, В. А. Васюков, Ю. Л. Гавриленко // Клиническая больница. – 2023. – № 2(37). – С. 20-27. – DOI: 10.56547/22263071_2023_2_20.

3. Акильжанов, К. Р. Диагностика ортопедической патологии пателлофemorального сустава. Обзор литературы / К. Р. Акильжанов, М. А. Жанаспаев // Наука и Здравоохранение. – 2018. – Т. 20. – № 5. – С. 31-41. – DOI: 10.34689/jrbv1554.

4. Акильжанов, К. Р. Пателлофemorальный остеоартрит : важная подгруппа остеоартрита коленного сустава / К. Р. Акильжанов, М. А. Жанаспаев // Наука и Здравоохранение. – 2018. – № 1. – С. 85-100. – DOI: 10.34689/3m5k5a27.

5. Алексеева, Л. И. Остеоартрит : эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника, диагностика, лечение / Л. И. Алексеева, Е. А. Таскина, Н. Г. Кашеварова // Современная ревматология. – 2019. – Т. 13. – № 2. – С. 9-21. – DOI: 10.14412/1996-7012-2019-2-9-21.

6. Анализ распространённости и факторов риска развития остеоартрита в популяции / О. О. Портянникова, С. М. Цвингер, А. В. Говорин, Е. Н. Романова // Современная ревматология. – 2019. – Т. 13. – № 2. – С. 105-111. – DOI: 10.14412/1996-7012-2019-2-105-111.

7. Анализ результатов лечения вывиха надколенника различными способами / Г. П. Котельников, П. В. Рыжов, Ю. В. Ларцев, Д. С. Кудашев [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2018. – Т. 99. – № 3. – С. 504-507. – DOI: 10.17816/KMJ2018-504.

8. Анализ эпидемиологических показателей остеоартрозов по данным форм государственного статистического наблюдения за период 2017-2021 годы в Российской Федерации / А. М. Чилилов, Ю. И. Оськов, О. В. Зеленова, С. И. Абрамов // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2023. – № 2. – С. 123-142. – DOI: 10.24412/2312-2935-2023-2-123-142.

9. Байбаков, С. Е. Вариабельность формы надколенника у лиц первого и второго зрелого возраста / С. Е. Байбаков, К. П. Чекалин, Л. В. Горбов // Кубанский научный медицинский вестник. – 2015. – № 5(154). – С. 13-18. – DOI: 10.25207/1608-6228-2015-5-13-18.

10. Бахвалова, В. А. Лучевая диагностика патологий пателлофemorального сочленения / В. А. Бахвалова, С. К. Терновой, Н. С. Серова // Медицинская визуализация. – 2018. – Т. 22. – № 4. – С. 65-76. – DOI: 10.24835/1607-0763-2018-4-65-76.

11. Бахвалова, В. А. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография коленного сустава в диагностике патологии пателлофemorального сочленения : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.01.13 / Бахвалова Вера Андреевна ; Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова. – Москва, 2022. – 138 с.

12. Бек, С. Ф. Возможности оперативного лечения пателлофemorального артроза / С. Ф. Бек, И. Н. Мартынова, С. А. Ермолаев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2020. – Т. 27. – № 3. – С. 45-50.

13. Беляев, Д. В. Пателлофemorальный артроз при нестабильности надколенника у лиц старшего возраста : ультразвуковое исследование / Д. В. Беляев, П. А. Чижов // Клиническая геронтология. – 2012. – Т. 18. – № 3/4. – С. 39-44.

14. Биомеханическая модель надколенника в норме и при повреждении медиальной пателлофemorальной связки / А. В. Лычагин, Е. Б. Калинин, А. С. Юрова, Г. М. Кавалерский [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2024. – № 2(56). – С. 45-52. – DOI: 10.17238/2226-2016-2024-2-45-52.

15. Биомеханический анализ статики и походки пациентов с пателлофemorальным болевым синдромом / В. О. Сушин, Н. Н. Рукина,

А. Н. Кузнецов [и др.] // Российский журнал биомеханики. – 2023. – Т. 27. – № 4. – С. 148-158. – DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2023.4.12.

16. Бояринов, А. Г. Опыт оперативного лечения вывиха надколенника способом артроскопической стабилизации / А. Г. Бояринов, Р. О. Симагаев, М. В. Шмулевич // Медицина в Кузбассе. – 2005. – Спецвыпуск № 1. – С. 127-128.

17. Внутрикостное введение аутологичных концентрата костного мозга и обогащенной тромбоцитами плазмы при лечении остеоартрита коленного сустава / Д. А. Маланин, В. Д. Сикилинда, А. И. Горбатенко, М. В. Демещенко [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т. 27. – № 4. – С. 69-81. – DOI: 10.21823/2311-2905-1669.

18. Возможности функциональной мультиспиральной компьютерной томографии коленного сустава в диагностике латеропозиции надколенника и гиперпрессии латеральной фасетки надколенника / Н. С. Серова, В. А. Бахвалова, А. В. Лычагин, М. М. Липина // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2022. – Т. 12. – № 2. – С. 189-199. – DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-189-199.

19. Возможности функциональной мультиспиральной компьютерной томографии коленного сустава в диагностике патологии пателлофemorального сочленения / С. К. Терновой, Н. С. Серова, В. А. Бахвалова, А. В. Лычагин, М. М. Липина // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 129-139. – DOI: 10.21569/2222-7415-2020-10-2-129-139.

20. Герасименко, М. А. Синдром латеральной гиперпрессии надколенника / М. А. Герасименко, А. В. Белецкий, Е. В. Жук // Медицинский журнал. – 2008. – № 4. – С. 18-21.

21. Герасименко, М. А. Современный подход к диагностике и лечению острой и хронической латеральной нестабильности надколенника в молодом возрасте / М. А. Герасименко // Практическая медицина. – 2011. – № 5(53). – С. 132-136.

22. Гюльназарова, С. В. К вопросу о целесообразности эндопротезирования пателлофemorального сустава при выраженном остеоартрозе / С. В. Гюльназарова, Т. М. Исакова, А. Е. Свердлов. – Текст : непосредственный // Весенние дни ортопедии

: тезисы Международного конгресса, Москва, 1-2 марта 2019 г. / под редакцией Н. В. Загороднего. – Москва : РУДН, 2019. – С. 57-60.

23. Движение надколенника и дисфункция его стабилизаторов в биомеханической модели коленного сустава / А. С. Юрова, А. И. Тягунова, Ф. Б. Логинов, Ю. В. Василевский [и др.] // Сеченовский вестник. – 2024. – Т. 15. – № 1. – С. 47-60. – DOI: 10.47093/2218-7332.2024.15.1.47-60.

24. Диагностика и коррекция пателлофemorального болевого синдрома у танцоров / В. В. Арьков, Н. В. Сичинава, О. Н. Миленин, А. В. Пилиева. – Текст : непосредственный // Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина : материалы конгресса, Москва, 12-13 марта 2024 г. – Москва, 2024. – С. 7-9.

25. Жук, Е. В. Клиническая диагностика латеральной нестабильности надколенника / Е. В. Жук // Военная медицина. – 2015. – № 4(37). – С. 107-109.

26. Зуев-Ратников, С. Д. Сравнительный анализ результатов консервативного лечения пациентов с артрозом пателлофemorального сочленения / С. Д. Зуев-Ратников, В. Г. Асатрян, И. С. Шорин. – Текст : непосредственный // Аспирантские чтения – 2021: молодые ученые – медицине : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Самара, 13-14 октября 2021 г. / под редакцией А. В. Колсанова, Г. П. Котельникова. – Самара : СамЛюксПринт, 2021. – С. 6-9.

27. Избыточная гиперкоррекция после высокой тиббиальной остеотомии : клинический случай / А. П. Призов, А. А. Никитин, Н. В. Загородний, Ф. Л. Лазко [и др.] // Клиническая практика. – 2022. – Т. 13. – № 1. – С. 99-106. – DOI: 10.17816/clinpract84475.

28. Имамeтдинова, Г. Р. Комплексный подход к терапии остеоартроза / Г. Р. Имамeтдинова, Е. В. Иголкина // Ревматология. – 2016. – № 2. – С. 115-119.

29. Иржанский, А. А. Валидация и культурная адаптация шкал оценки исходов заболеваний, повреждений и результатов лечения коленного сустава WOMAC, KSS и FIS-12 / А. А. Иржанский, Т. А. Куляба, Н. Н. Корнилов // Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24. – № 2. – С. 70-79. – DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-70-79.

30. Каплан, А. В. Хирургические подходы к лечению нестабильности надколенника / А. В. Каплан, А. В. Зурабян, И. И. Долгушин // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28. – № 1. – С. 21-26.

31. Колмаков, Д. О. Лечение латеральной нестабильности надколенника (обзор литературы) / Д. О. Колмаков // Трудный пациент. – 2017. – Т. 15. – № 3. – С. 27-31.

32. Кораблев, С. Г. Анталгический эффект комплексного лечения больных с пателлофemorальным рефрактерным болевым синдромом / С. Г. Кораблев, И. И. Иванова, Н. Н. Лазаренко // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2024. – Т. 101. – № 3-2. – С. 98.

33. Кораблев, С. Г. Динамика показателей качества жизни у больных с пателлофemorальным болевым синдромом в результате комплексного лечения / С. Г. Кораблев, И. И. Иванова, Н. Н. Лазаренко // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2024. – № 4. – С. 57-61. – DOI: 10.48612/cgma/55z6-bndk-d3z9.

34. Кораблев, С. Г. Качество жизни как критерий длительности ремиссии у больных с пателлофemorальным болевым синдромом / С. Г. Кораблев, И. И. Иванова, Н. Н. Лазаренко // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2024. – Т. 101. – № 3-2. – С. 99.

35. Корнилов, Н. Н. Хондромалиция и другие повреждения хряща коленного сустава (М94.2 / М94.8) : клинические рекомендации / Н. Н. Корнилов, Т. А. Куляба ; Общероссийская общественная организация ортопедов России (АТОР). – Санкт-Петербург, 2016. – 36 с. – Текст : непосредственный.

36. Лечение пациентов с нестабильностью надколенника на фоне вальгусной деформации конечности и высокого положения надколенника (серия клинических случаев) / А. П. Призов, М. М. Авад, Н. В. Загородний [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2025. – № 2. – С. 60-66. – DOI: 10.17116/hirurgia202502160.

37. Ложко, П. П. Анатомические предпосылки к возникновению патологии пателлофemorального сустава / П. П. Ложко, Ю. М. Киселевский. – Текст : непосредственный // Весенние анатомические чтения : сборник статей научно-практической конференции, посвященной памяти доцента Д. Д. Смирнова / ответственный редактор Е. С. Околоулак. – 2017. – С. 106-107.

38. Лычагин, А. В. Хирургическое лечение структурно-функциональных нарушений при гонартрозе : диссертация ... доктора медицинских наук : 14.01.15 / Лычагин Алексей Владимирович ; Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова. – Москва, 2017. – 266 с.

39. Наш опыт лечения пациентов с острым травматическим латеральным вывихом надколенника / А. В. Королев, А. П. Афанасьев, Д. О. Герасимов, М. Ю. Рязанцев // Вестник травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова. – 2015. – № 4. – С. 70-73.

40. Наш опыт применения костно-хрящевой аутопластики в лечении пациентов с остеохондральными дефектами надколенника / Г. П. Котельников, Ю. В. Ларцев, Д. С. Кудашев, Д. А. Долгушкин, С. Д. Зуев-Ратников, Н. Д. Щербатов, В. Г. Асатрян // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2023. – Т. 25. – № 9. – С. 26-32. – DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2023-25-9-26-32.

41. Наш опыт применения нового способа оперативного лечения пателлофemorального артроза / Г. П. Котельников, Д. С. Кудашев, С. Д. Зуев-Ратников, Н. Д. Щербатов, В. Г. Асатрян // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2023. – № 4(54). – С. 62-69. – DOI: 10.17238/2226-2016-2023-4-62-69.

42. Нестабильность и инконгруэнтность пателлофemorального сустава в этиологии передней боли коленного сустава / В. П. Сурьянинов, В. Г. Бельков, К. Ю. Ситников [и др.]. – Текст : непосредственный // XII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов : сборник тезисов, Москва, 1-3 декабря 2022 г. – Санкт-Петербург : Человек и его здоровье, 2022. – С. 881-882.

43. Новиков, Д. А. Участие внутренней поддерживающей связки надколенника в кинематике бедренно-надколенникового сочленения / Д. А. Новиков, Д. А. Маланин, И. А. Сучилин // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2012. – Т. 9. – № 4(44). – С. 68-71.

44. Обогащенная тромбоцитами аутологичная плазма в лечении пациентов с остеоартрозом коленного сустава II стадии / Д. А. Маланин, С. А. Демкин, М. В. Демещенко, К. В. Байдова // Гений ортопедии. – 2017. – Т. 23. – № 1. – С. 44-51. – DOI: 10.18019/1028-4427-2017-23-1-44-51.

45. Оперативное лечение хондральных дефектов коленного сустава и новый взгляд на роль и место мозаичной аутохондропластики / Г. П. Котельников, Д. С. Кудашев, Ю. В. Ларцев, С. Д. Зуев-Ратников, Д. А. Долгушкин, В. Г. Асатрян, Н. Д. Щербатов // Наука и инновации в медицине. – 2024. – Т. 9. – № 3. – С. 222-230. – DOI: 10.35693/SIM553365.

46. Опыт лечения пателлофemorального артроза (клинический случай) / Ф. М. Саид, И. Ф. Ахтямов, А. И. Кудрявцев, М. Д. Хело [и др.] // Практическая медицина. – 2018. – Т. 16. – № 7(Ч. 1). – С. 85-89. – DOI: 10.32000/2072-1757-2018-7-85-89.

47. Ортобиологические методики : нежелательные явления и осложнения / Д. А. Маланин, М. В. Демещенко, В. В. Кондрашенко, И. С. Бурка. – Текст : непосредственный // VII Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов : тезисы докладов, Москва, 15-16 сентября 2023 г. – Воронеж : Научная книга, 2023. – 156 с. – ISBN 978-5-4446-1824-0.

48. Особенности регенерации гиалиновой хрящевой ткани после пластики дефектов суставной поверхности комбинированными трансплантатами / Л. Т. Волова, Г. П. Котельников, В. В. Россинская [и др.] // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 5(51). – С. 70-72.

49. Патент № 2520254 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ реконструкции медиальной пателло-фemorальной связки / Кузнецов И. А., Рябинин М. В., Рыбин А. В., Соседов П. Ю. ; заявитель и патентообладатель ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России. – № 2012157526/14 ; заявл. 28.12.2012 ; опубл. 20.06.2014, Бюл. № 17. – 8 с.

50. Патент № 2706660 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ лечения пателлофemorального артроза / Ахтямов И. Ф., Кудрявцев А. И., Саид Ф. М. ; заявитель Казанский государственный медицинский университет. – № 2019125279 ; заявл. 09.08.2019 ; опубл. 19.11.2019, Бюл. № 32. – 8 с.

51. Патент № 2761744 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ лечения больных с пателлофemorальным артрозом / Котельников Г. П., Ларцев Ю. В., Кудашев Д. С., Зуев-Ратников С. Д., Шмельков А. В., Асатрян В. Г. ; заявитель

Самарский государственный медицинский университет. – № 2021107206 ; заявл. 19.03.2021 ; опубл. 13.12.2021, Бюл. № 35. – 10 с.

52. Патент № 2812879 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ фиксации трансплантата при пластике медиальной пателлофemorальной связки / Сластинин В. В., Селюков С. П., Ярыгин Н. В., Сычевский М. В. ; заявитель МГМСУ им. А.И. Евдокимова. – № 2022125873 ; заявл. 29.09.2022 ; опубл. 05.02.2024, Бюл. № 4. – 12 с.

53. Патент № 2817190 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/00. Способ хирургического лечения хронической нестабильности надколенника с использованием транспателлярной реконструкции медиальной пателлофemorальной связки коленного сустава / Иванов К. С., Магомедгаджиев Р. М., Торгашин А. Н. [и др.] ; заявитель НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова. – № 2023115877 ; заявл. 15.06.2023 ; опубл. 11.04.2024, Бюл. № 11. – 12 с.

54. Патент № 2826770 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ дистализации бугристости большеберцовой кости при лечении хронической нестабильности надколенника / Лазко Ф. Л., Призов А. П., Авад М. М. А. [и др.] ; заявитель РУДН. – № 2024104569 ; заявл. 22.02.2024 ; опубл. 17.09.2024, Бюл. № 26. – 12 с.

55. Патология опорно-двигательного аппарата при синдроме дисплазии соединительной ткани / А. А. Воротников, А. Н. Цымбал, А. А. Очередник, Г. А. Санеева // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2012. – Т. 7. – № 3(27). – С. 96-100.

56. Пикулев, Э. П. Динамика пателлофemorального болевого синдрома у спортсменов на фоне медикаментозной терапии / Э. П. Пикулев, М. А. Ковалев. – Текст : непосредственный // Научная сессия ПГМУ им. акад. Е.А. Вагнера : материалы конференции, Пермь, 19-20 апреля 2023 г. – Пермь : ПНИПУ, 2023. – С. 410-413.

57. Применение перфорации мениска двухволновым волоконным лазерным аппаратом ЛСП – «ИРЭ-Полус» (НТО «ИРЭ-Полус», Россия) при выполнении артроскопического шва / А. В. Лычагин, П. И. Петров, И. Н. Тарабарко [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2024. – № 1(55). – С. 30-37.

58. Результаты применения нового протокола функциональной мультиспиральной компьютерной томографии у пациентов с латеральной нестабильностью надколенника и гиперпрессией латеральной фасетки / С. К. Терновой, Н. С. Серова, А. В. Лычагин, В. А. Бахвалова, М. М. Липина // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2020. – № 3(41). – С. 63-68. – DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.63-68.

59. Рентгеноморфологические изменения мышечков бедренной и большеберцовой костей у больных деформирующим артрозом коленного сустава / Г. В. Дьячкова, Н. В. Сазонова, Т. А. Ларионова, К. А. Дьячков // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2015. – № 4. – С. 12-17. – DOI: 10.20862/0042-4676-2015-0-412-17.

60. Роль внутренней бедренно-надколенниковой связки в обеспечении устойчивости надколенника : особенности анатомического строения и биомеханики / Д. А. Маланин, Д. А. Новиков, И. А. Сучилин, Л. Л. Черезов // Травматология и ортопедия России. – 2015. – № 2(76). – С. 56-65. – DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-2-56-65.

61. Роль локальной инъекционной терапии в комплексном консервативном лечении гонартроза / З. П. Ушакова, Е. Е. Хворова, О. В. Петрова, А. М. Бухаров // Медицинская наука и образование Урала. – 2012. – № 4. – С. 95-97.

62. Роль многосрезовой компьютерной томографии при первичном эндопротезировании коленного сустава / Г. М. Кавалерский, Н. С. Серова, С. М. Сметанин, А. В. Лычагин, Я. А. Рукин // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2018. – Т. 99. – № 1. – С. 43-46. – DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-1-43-46.

63. Руководство по первичному эндопротезированию коленного сустава / Т. А. Куляба, Н. Н. Корнилов, Р. М. Тихилов, Л. Н. Соломин [и др.] ; Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена. – Санкт-Петербург, 2021. – 584 с. – ISBN 978-5-6040358-6-3. – Текст : непосредственный.

64. Рябинин, С. В. Использование аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы в лечении гонартроза / С. В. Рябинин, В. Г. Самодай // Практическая

медицина. – 2018. – Т. 16. – № 6. – С. 190-194. – DOI: 10.32000/2072-1757-2018-16-6-190-194.

65. Саид, Ф. М. Лечение артроза пателлофemorального сустава : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.01.15 / Саид Фирас Майн М. ; ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России. – Самара, 2020. – 148 с.

66. Серова, Н. С. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография (фМСКТ) в диагностике патологий пателлофemorального сочленения / Н. С. Серова, А. А. Бабкова, С. К. Терновой // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2025. – Т. 15. – № 1. – С. 130-138. – DOI: 10.21569/2222-7415-2025-15-1-130-138.

67. Современные тенденции в лечении локальных хрящевых дефектов коленного сустава / К. А. Егiazарян, Г. Д. Лазишвили, А. П. Ратьев, И. В. Сиротин [и др.] // Хирургическая практика. – 2020. – № 3. – С. 65-72. – DOI: 10.38181/2223-2427-2020-3-65-72.

68. Современные тенденции в лечении пателлофemorального артроза / Ф. М. Саид, И. Ф. Ахтямов, А. И. Кудрявцев, М. Д. Хело // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2018. – Т. 13. – № 4. – С. 685-691. – DOI: 10.14300/mnnc.2018.13138.

69. Сравнение реологических и вязкоупругих свойств медицинских изделий гиалуроновой кислоты для внутрисуставного введения / Ф. Л. Лазко, Н. В. Загородний, А. П. Призов, Е. А. Беяк [и др.] // Современная ревматология. – 2023. – Т. 17. – № 2. – С. 50-56. – DOI: 10.14412/1996-7012-2023-2-50-56.

70. Сравнительное исследование эффективности применения SVF и PRP в лечении медиального остеоартрита коленного сустава в комбинации с высокой тибиальной остеотомией / Ф. Л. Лазко, А. П. Призов, И. И. Еремин, А. А. Никитин [и др.] // Гены и Клетки. – 2022. – Т. 17. – № 3. – С. 191-192. – DOI: 10.23868/gc123362.

71. Сравнительный анализ результатов лечения остеохондральных дефектов суставной поверхности коленного сустава, ассоциированных с повреждением

передней крестообразной связки / С. Д. Зуев-Ратников, Г. П. Котельников, Ю. В. Ларцев [и др.] // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2024. – Т. 26. – № 5. – С. 75-84. – DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2024-26-5-75-84.

72. Тарабарко, И. Н. Современные подходы к диагностике и оперативному лечению синдрома латеральной гиперпрессии надколенника / И. Н. Тарабарко, А. В. Лычагин, Д. С. Бобров // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2018. – № 1(31). – С. 46-51. – DOI: 10.17238/issn2226-2016.2018.1.46-51.

73. Тарасцов, Н. А. Сравнительный анализ хирургического лечения пателлофemorальной нестабильности по методике Ямомото и рефиксации, аугментации пателлофemorальной связки у детей и подростков / Н. А. Тарасцов // Актуальные вопросы медицинской науки. – 2024. – № 1(2). – С. 265.

74. Устинова, А. И. Методы медицинской реабилитации при пателлофemorальном синдроме / А. И. Устинова, О. О. Чешик, А. С. Ванда // Рецепт. – 2024. – Т. 27. – № 6. – С. 956-961. – DOI: 10.34883/PI.2024.27.6.014.

75. Хирургическое лечение посттравматического пателлофemorального артроза / А. А. Р. Абиз, Б. М. Калинин, А. А. Грицюк [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2025. – № 4(62). – С. 126-133.

76. Хроническая нестабильность надколенника / Т. В. Жиженкова, В. В. Даниляк, В. В. Ключевский [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2015. – № 4. – С. 56-61.

77. Хроническая нестабильность надколенника : анатомические предпосылки и подходы к хирургическому лечению / А. И. Авдеев, И. А. Кузнецов, Д. А. Шулепов, М. Р. Салихов // Вестник травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова. – 2017. – № 3. – С. 73-80. – DOI: 10.32414/0869-8678-2017-3-73-80.

78. Чукина, В. К. Взаимосвязь частоты встречаемости патологий пателлофemorального сустава от величины индекса Инсалл–Сальвати / В. К. Чукина, А. С. Никонов. – Текст : непосредственный // Молодежная наука и современность : материалы 86-й международной научной конференции студентов и молодых ученых, Курск, 22–23 апреля 2021 г. – Курск : КГМУ, 2021. – С. 260-264.

79. Этиопатогенетические основы развития пателлофemorального артроза / Ф. М. Саид, И. Ф. Ахтямов, А. И. Кудрявцев, А. Н. Нуриахметов // Казанский медицинский журнал. – 2018. – Т. 99. – № 2. – С. 270-278. – DOI: 10.17816/KMJ2018-270.

80. Эффективность замещения дефектов суставной поверхности, обогащенной тромбоцитарной аутоплазмой, у кроликов / Д. А. Долгушкин, В. А. Лазарев, Л. Т. Волова, Н. Н. Сарбаева // Морфология. – 2020. – Т. 157. – № 2-3. – С. 69-70. – DOI: 10.17816/morph.102576.

81. Эффективность различных хирургических методик при лечении локальных повреждений хряща коленного сустава (обзор литературы) / Т. А. Куляба, С. А. Банцер, Н. Н. Корнилов, П. А. Трачук, Т. Н. Воронцова [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26. – № 3. – С. 170-181. – DOI: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-170-181.

82. Patella Alta как актуальный фактор риска нестабильности надколенно-бедренного сустава : вопросы этиологии, биомеханики, диагностики и лечения (обзор литературы) / А. Д. Репетюк, Е. Е. Ачкасов, Э. П. Пикулев, К. А. Ааль // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2024. – № 2(56). – С. 75-84. – DOI: 10.17238/2226-2016-2024-2-75-84.

83. A randomized multicenter trial comparing autologous chondrocyte implantation with microfracture : long-term follow-up at 14 to 15 years / G. Knutsen, J. O. Drogset, L. Engebretsen [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. – 2016. – Vol. 98. – № 16. – P. 1332-1339. – DOI: 10.2106/JBJS.15.01208.

84. A study on the efficacy of patellar taping for knee osteoarthritis as compared to conventional physical therapy / A. Chandra, K. S. Sharad, A. Shahnawaz, S. S. Sikdar // IJCRR. – 2012. – Vol. 4. – № 22. – P. 91-98.

85. Abdulla, I. Use of wearable sensors in PF joint kinematics monitoring / I. Abdulla // Sensors (Basel). – 2023. – Vol. 23. – № 5. – P. 2507.

86. Aglietti, P. Disorders of the patellofemoral joint / P. Aglietti, R. Buzzi, J. Insall. – Text : direct // Surgery of the knee / ed. J. N. Insall. – New York : Churchill Livingstone, 1993. – P. 246-251.

87. Aglietti, P. Patellar pain and incongruence I : measurements of incongruence / P. Aglietti, J. N. Insall, G. Cerulli // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1983. – № 176. – P. 217-224.
88. Ahmad, C. S. The docking technique for medial patellofemoral ligament reconstruction : surgical technique and clinical outcome / C. S. Ahmad, G. D. Brown, B. S. Stein // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 37. – № 10. – P. 2021-2027. – DOI: 10.1177/0363546509336261.
89. Allen, K. D. Epidemiology of osteoarthritis : state of the evidence / K. D. Allen, Y. M. Golightly // *Current Opinion in Rheumatology*. – 2015. – Vol. 27. – № 3. – P. 276-283. – DOI: 10.1097/BOR.000000000000161.
90. Analysis of patellofemoral joint alignment and the risk of osteoarthritis development : A retrospective cohort study / L. Cai, F. Liu, H. Zhang, Y. Zhang [et al.] // *Osteoarthritis and Cartilage*. – 2023. – Vol. 31. – № 2. – P. 230-238. – DOI: 10.1016/j.joca.2023.01.003.
91. Anatomical factors influencing patellar tracking in the unstable patellofemoral joint / R. Biyani, J. J. Elias, A. Saranathan, H. Feng [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2014. – Vol. 22. – P. 2334-2341. – DOI: 10.1007/s00167-014-3195-y.
92. Anatomy and surface geometry of the patellofemoral joint in the axial plane / H. U. Staubli, U. Dürrenmatt, B. Porcellini, W. Rauschning // *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. – 1999. – Vol. 81. – № 3. – P. 452-458. – DOI: 10.1302/0301-620x.81b3.8758.
93. Anatomy of the medial patello-femoral ligament : a systematic review of the last 20 years literature / G. Placella, M. Tei, E. Sebastiani, A. Speziali [et al.] // *Musculoskeletal Surgery*. – 2015. – Vol. 99. – № 2. – P. 93-103. – DOI: 10.1007/s12306-014-0335-y.
94. Anteromedialisation tibial tubercle osteotomy for recurrent patellar instability in young active patients : A retrospective case series / D. Y. Ding, R. Kanevsky, E. J. Strauss, L. M. Jazrawi // *Injury*. – 2016. – Vol. 47. – № 3. – P. 737-741. – DOI: 10.1016/j.injury.2015.10.005.

95. Arendt, E. A. Patellofemoral pain and arthritis in latter middle-aged patient, with marginal osteophytes and general patellofemoral chondrosis / E. A. Arendt. – Text : direct // The Patellofemoral Joint : A Case-Based Approach / ed. S. Zaffagnini. – Berlin : Springer International Publishing, 2021. – P. 199-204. – DOI: 10.1007/978-3-030-81545-5_21.

96. Arias, C. Physiopathology of patello-femoral osteoarthritis : current concepts / C. Arias, S. Lustig // Journal of ISAKOS. – 2024. – Vol. 9. – № 4. – P. 806-813. – DOI: 10.1016/j.jisako.2024.06.004.

97. Arthroscopic lateral release for patellar pain or instability / P. Aglietti, A. Pisaneschi, R. Buzzi, A. Gaudenzi, M. Allegra // Arthroscopy : The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. – 1989. – Vol. 5. – № 3. – P. 176-183. – DOI: 10.1016/0749-8063(89)90167-9.

98. Arthroscopic lateral retinacular release, medial retinacular plication and partial medial tibial tubercle transfer for recurrent patellar dislocation / S. Chen, Y. Zhou, Q. Qian, Y. Wu [et al.] // International Journal of Surgery. – 2017. – Vol. 44. – P. 43-48. – DOI: 10.1016/j.ijssu.2017.06.027.

99. Arthroscopic medial retinacular imbrication for the treatment of recurrent patellar instability : a simple and all-inside technique / H. Xu, C. Zhang, G. Pei, Q. Zhu [et al.] // Orthopedics. – 2011. – Vol. 34. – № 7. – P. 524-529. – DOI: 10.3928/01477447-20110526-17.

100. Association between patellofemoral osteoarthritis with demographic features and anatomical variants of the knee in non-traumatic patients / G. J. Soufi, A. Hekmatnia, F. Hekmatnia, A. P. Zarei [et al.] // International Journal of Physiology, Pathophysiology and Pharmacology. – 2023. – Vol. 15. – № 6. – P. 142-149. – DOI: 10.62347/XBFS6691.

101. Association of patellofemoral osteoarthritis with knee pain and function : longitudinal data from the MOST cohort / U. S. D. T. Nguyen, L. Sharma, J. N. Katz [et al.] // Osteoarthritis and Cartilage. – 2021. – Vol. 29. – № 8. – P. 1101-1110.

102. Association of physical activity with knee osteoarthritis progression : Long-term data from a randomized clinical trial / D. D. Dunlop, R. W. Chang, J. Song [et al.] // Arthritis & Rheumatology. – 2023. – Vol. 75. – № 2. – P. 358-367.

103. Autologous osteochondral transplantation (mosaicplasty) in articular cartilage defects of the patellofemoral joint : retrospective analysis of 33 cases / T. Y. Emre, Z. Atbasi, D. T. Demircioglu, M. Uzun, O. Kose // *Musculoskeletal Surgery*. – 2017. – Vol. 101. – № 2. – P. 133-138. – DOI: 10.1007/s12306-016-0448-6.

104. Bajada, S. Patella Height as Defined by Patella-Trochlear Articulation on MRI Scan – A Systemic Review of Current Evidence / S. Bajada, V. Mandalia // *The Journal of Knee Surgery*. – 2019. – Vol. 32. – № 10. – P. 947-952. – DOI: 10.1055/s-0039-1692997.

105. Balcarek, P. Results of medial patellofemoral ligament reconstruction compared with trochleoplasty plus individual extensor apparatus balancing in patellar instability caused by severe trochlear dysplasia : a systematic review and meta-analysis / P. Balcarek, S. Rehn, N. R. Howells // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2016. – Vol. 25. – № 12. – P. 3869-3877. – DOI: 10.1007/s00167-016-4365-x.

106. Biedert, R. M. Axial computed tomography of the patellofemoral joint with and without quadriceps contraction / R. M. Biedert, C. Gruhl // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. – 1997. – Vol. 116. – P. 77-82. – DOI: 10.1007/BF00434106.

107. Biomechanical Evaluation of the Medial Stabilizers of the Patella / M. D. LaPrade, S. L. Kallenbach, Z. S. Aman, G. Moatshe [et al.] // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2018. – Vol. 46. – № 7. – P. 1571-1578. – DOI: 10.1177/0363546518758654.

108. Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint / K. Tecklenburg, D. Dejour, C. Hoser [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2006. – Vol. 14. – № 3. – P. 235-240. – DOI: 10.1007/s00167-005-0683-0.

109. Bruderer, J. Patellar Height : Which Index? / J. Bruderer, E. Servien, P. Neyret. – Text : direct // *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis* / S. Zaffagnini, D. Dejour, E. Arendt (eds.). – Berlin, Heidelberg : Springer, 2010. – P. 61-68. – DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2_7.

110. Cadaveric study of the secondary medial patellar restraints: patellotibial and patellomeniscal ligaments / C. C. Kaleka, L. J. Aihara, A. Rodrigues, S. F. de Medeiros [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2017. – Vol. 25. – № 1. – P. 144-151. – DOI: 10.1007/s00167-016-4322-8.

111. Cadaveric study on static medial patellar stabilizers : the dynamizing role of the vastus medialis obliquus on medial patellofemoral ligament / E. Panagiotopoulos, P. Strzelczyk, M. Herrmann, G. Scuderi // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2006. – Vol. 14. – № 1. – P. 7-12. – DOI: 10.1007/s00167-005-0631-z.

112. Callaghan, M. J. Patellar taping for patellofemoral pain syndrome in adults / M. J. Callaghan, J. Selfe // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2012. – Vol. 18. – № 4. – Art. No. CD006717. – DOI: 10.1002/14651858.CD006717.pub2.

113. Cartier, P. Long-term results with the first patellofemoral prosthesis / P. Cartier, J. L. Sanouiller, A. Khefacha // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2005. – № 436. – P. 47-54. – DOI: 10.1097/01.blo.0000171918.24998.d1.

114. Cho, H. S. Does trochleoplasty prevent PF OA progression? Long-term outcomes / H. S. Cho // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2023. – Vol. 481. – № 1. – P. 102-110. – DOI: 10.1097/CORR.0000000000002374.

115. Clijsen, R. Effectiveness of exercise therapy in treatment of patients with patellofemoral pain syndrome : systematic review and meta-analysis / R. Clijsen, J. Fuchs, J. Taeymans // *Physical Therapy*. – 2014. – Vol. 94. – P. 1697-1708. – DOI: 10.2522/ptj.20130310.

116. Clinical features of symptomatic patellofemoral joint osteoarthritis / G. Peat, R. C. Duncan, L. R. J. Wood, E. Thomas [et al.] // *Arthritis Research & Therapy*. – 2012. – Vol. 14. – № 2. – P. R63. – DOI: 10.1186/ar3777.

117. Clinical outcome after reconstruction of the medial patellofemoral ligament in patients with recurrent patella instability / D. Enderlein, T. Nielsen, S. E. Christiansen, M. Faunø [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2014. – Vol. 22. – № 10. – P. 2458-2464. – DOI: 10.1007/s00167-014-3164-5.

118. Clinical test for diagnosis of patellofemoral pain syndrome : systematic review with meta-analysis / G. Nunes, E. Stapait, M. Kirsten, H. de Noronha [et al.] // *Physical Therapy in Sport*. – 2013. – Vol. 14. – № 1. – P. 54-59. – DOI: 10.1016/j.ptsp.2012.11.003.

119. Clinical tests for patellofemoral joint pain and osteoarthritis : a diagnostic accuracy review / B. E. Smith, J. Selfe, P. Dey [et al.] // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55. – № 10. – P. 550-558.

120. Complications of medial patellofemoral ligament reconstruction using two transverse patellar tunnels / L. Schiphouwer, A. Rood, S. Tigchelaar, S. Koeter // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2017. – Vol. 25. – № 1. – P. 245-250. – DOI: 10.1007/s00167-016-4245-4.

121. Computed Tomography and Arthro-CT Scan in Patellofemoral Disorders / P. R. Saggin, D. Dejour, X. Meyer, T. Tavernier. – Text : direct // *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis* / S. Zaffagnini, D. Dejour, E. Arendt (Eds.). – Berlin, Heidelberg : Springer, 2010. – P. 73-78. – DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2_9.

122. Conservative versus surgical treatment in patellofemoral osteoarthritis / R. Philippot, B. Boyer, R. Testa, F. Farizon // *Orthopaedics & Traumatology : Surgery & Research*. – 2013. – Vol. 99. – № 1, Supplement. – P. S28-S36.

123. Coronal patellar osteotomy of the external facet combined with the release of the lateral retinaculum improves the clinical outcomes of isolated lateral release in lateral knee compartment syndrome / A. P. Rosales-Varo, O. Roda-Murillo, N. Prados-Olleta, M. A. García-Espona // *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. – 2016. – Vol. 60. – № 5. – P. 296-305. – DOI: 10.1016/j.recot.2016.06.002.

124. Correlation between changes in tibial tuberosity-trochlear groove distance and patellar position during active knee extension on dynamic kinematic computed tomographic imaging / M. J. Tanaka, J. J. Elias, A. A. Williams, J. A. Carrino [et al.] // *Arthroscopy*. – 2015. – Vol. 31. – P. 1748-1755. – DOI: 10.1016/j.arthro.2015.03.015.

125. Dandy, D. J. The results of arthroscopic lateral release of the extensor mechanism for recurrent dislocation of the patella after 8 years / D. J. Dandy, S. S. Desai // *Arthroscopy*. – 1994. – Vol. 10. – № 5. – P. 540-545. – DOI: 10.1016/s0749-8063(05)80010-6.

126. Dejour, D. Douleurs et instabilité rotulienne, essai de classification / D. Dejour, P. Reynaud, B. Lecoulre // *Médecine et Hygiène*. – 1998. – Vol. 56. – P. 1466-1471.

127. Demographic and epidemiological trends in patellofemoral pain / N. R. Glaviano, M. Kew, J. M. Hart, S. Saliba // *International Journal of Sports Physical Therapy*. – 2015. – Vol. 10. – № 3. – P. 281-290.

128. Desio, S. M. Soft tissue restraints to lateral patellar dislocation in the human knee / S. M. Desio, R. T. Burks, K. N. Bachus // The American Journal of Sports Medicine. – 1998. – Vol. 26. – № 1. – P. 59-65. – DOI: 10.1177/03635465980260012701.

129. Distal alignment procedures for patellofemoral instability : comprehensive review of the literature / F. Migliorini, B. Rath, M. Tingart, M. Niewiera [et al.] // European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology. – 2019. – Vol. 29. – № 7. – P. 1579-1588. – DOI: 10.1007/s00590-019-02451-1.

130. Dixit, S. Nonoperative Treatment of Patellar Instability / S. Dixit, R. S. Deu // Sports Medicine and Arthroscopy Review. – 2017. – Vol. 25. – № 2. – P. 72-77. – DOI: 10.1097/JSA.0000000000000149.

131. Dye, S. F. Patellofemoral anatomy / S. F. Dye. – Text : direct // The patellofemoral joint / J. M. Fox, W. Del Pizzo (Eds.). – New York : McGraw Hill, 1993. – P. 1-11.

132. Dzioba, R. B. Diagnostic arthroscopy and longitudinal open lateral release. A four-year follow-up study to determine predictors of surgical outcome / R. B. Dzioba // The American Journal of Sports Medicine. – 1990. – Vol. 18. – № 4. – P. 343-348. – DOI: 10.1177/036354659001800402.

133. Ebied, A. M. Reconstruction of the medial patello-femoral and patello-tibial ligaments for treatment of patellar instability / A. M. Ebied, W. El-Kholy // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2012. – Vol. 20. – № 5. – P. 926-932. – DOI: 10.1007/s00167-011-1659-x.

134. Effects of physical therapy on patellofemoral pain and cartilage degeneration / S. R. Piedade, M. M. Mischak, M. B. Rodrigues [et al.] // Clinical Rehabilitation. – 2020. – Vol. 34. – № 7. – P. 900-909.

135. Elmslie-trillat, maquet, fulkerson, roux goldthwait, and other distal realignment procedures for the management of patellar dislocation : systematic review and quantitative synthesis of the literature / U. G. Longo, G. Rizzello, M. Ciuffreda, M. Loppini [et al.] // Arthroscopy. – 2016. – Vol. 32. – № 5. – P. 929-943. – DOI: 10.1016/j.arthro.2015.10.019.

136. Evaluation of patellar tracking in patients with suspected patellar malalignment : cine MR imaging vs arthroscopy / J. Brossman, C. Muhle, R. Bull, C. Schroder [et al.] //

American Journal of Roentgenology. – 1994. – Vol. 162. – P. 361-367. – DOI: 10.2214/ajr.162.2.8310928.

137. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome / R. A. van der Heijden, N. E. Lankhorst, R. van Linschoten, S. M. Bierma-Zeinstra [et al.] // Cochrane Database of Systematic Reviews. – 2013. – Vol. 2. – Art. No. CD010387. – DOI: 10.1002/14651858.CD010387.

138. Factors affecting the outcomes of double-bundle medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocations evaluated by multivariate analysis / K. Kita, Y. Tanaka, Y. Toritsuka [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. – 2015. – Vol. 43. – № 12. – P. 2988-2996. – DOI: 10.1177/0363546515606102.

139. Factors of patellar instability : an anatomic radiographic study / H. Dejour, G. Walch, L. Nove-Josserand, C. Guier // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 1994. – Vol. 2. – № 1. – P. 19-26. – DOI: 10.1007/BF01552649.

140. Fang, C. Biomechanical effects of medial patellofemoral ligament reconstruction / C. Fang, Y. Zhou // The Journal of Knee Surgery. – 2021. – Vol. 34. – № 6. – P. 634-641.

141. Feller, J. A. Medial patellofemoral ligament reconstruction as an isolated or combined procedure for recurrent patellar instability / J. A. Feller, A. K. Richmond, J. Wasiak // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2014. – Vol. 22. – № 10. – P. 2470-2476. – DOI: 10.1007/s00167-014-3132-0.

142. Ficat, P. Syndrome d'hyperpression externe de la rotule (SHPE). Son interet pour la connaissance de l'arthrosc / P. Ficat, C. Ficat, A. Bailleux // Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur. – 1975. – Vol. 61. – P. 39-59.

143. Flandry, F. Normal anatomy and biomechanics of the knee / F. Flandry, G. Hommel // Sports Medicine and Arthroscopy Review. – 2011. – Vol. 19. – № 2. – P. 82-92. – DOI: 10.1097/JSA.0b013e318210c0aa.

144. Fonseca, L. P. R. M. D. Lateral patellar retinacular release : changes over the last ten years / L. P. R. M. D. Fonseca, E. H. Kawatake, A. C. Pochini // Revista Brasileira de Ortopedia. – 2017. – Vol. 52. – № 4. – P. 442-449. – DOI: 10.1016/j.rboe.2017.06.003.

145. Ford, D. H. Open or arthroscopic lateral release. Indications, techniques, and rehabilitation / D. H. Ford, W. R. Post // Clinics in Sports Medicine. – 1997. – Vol. 16. – № 1. – P. 29-49. – DOI: 10.1016/S0278-5919(05)70006-5.

146. Fulkerson, J. P. A clinical test for medial patella tracking / J. P. Fulkerson // Techniques in Orthopaedics. – 1997. – Vol. 12. – P. 144. – DOI: 10.1097/00013611-199709000-00002.

147. Fulkerson, J. P. Patellofemoral pain disorders : Evaluation and management / J. P. Fulkerson // Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. – 1994. – Vol. 2. – № 2. – P. 124-132. – DOI: 10.5435/00124635-199403000-00006.

148. Functional testing and return to sport following stabilization surgery for recurrent lateral patellar instability in competitive athletes / A. J. Krych, M. P. O'Malley, N. R. Johnson, S. L. Dahm [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2016. – Vol. 26. – P. 711-718. – DOI: 10.1007/s00167-016-4409-2.

149. Gaitonde, D. Y. Patellofemoral Pain Syndrome / D. Y. Gaitonde, A. Ericksen, R. C. Robbins // American Family Physician. – 2019. – Vol. 99. – № 2. – P. 88-94.

150. Grelsamer, R. P. Patellofemoral arthritis / R. P. Grelsamer, D. A. Stein // The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. – 2006. – Vol. 88. – P. 1849-1860. – DOI: 10.2106/JBJS.E.01394.

151. Grelsamer, R. P. Radiographic analysis of patellar tilt / R. P. Grelsamer, A. N. Bazos, C. S. Proctor // The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. – 1993. – Vol. 75. – № 5. – P. 822-824. – DOI: 10.1302/0301-620X.75B5.8376449.

152. Grelsamer, R. P. The modified Insall–Salvati ratio for assessment of patellar height / R. P. Grelsamer, S. Meadows // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 1992. – № 282. – P. 170-176. – DOI: 10.1097/00003086-199209000-00022.

153. Henderson, I. Treatment outcome of extensor realignment for patellofemoral dysfunction / I. Henderson, R. Francisco // The Knee. – 2005. – Vol. 12. – № 4. – P. 323-328. – DOI: 10.1016/j.knee.2004.11.003.

154. Henry, J. E. Arthroscopic proximal patella realignment and stabilization / J. E. Henry, F. A. Pflum Jr. // Arthroscopy. – 1995. – Vol. 11. – № 4. – P. 424-425. – DOI: 10.1016/0749-8063(95)90194-9.

155. Hrubes, M. Rehabilitation of the patellofemoral joint / M. Hrubes, T. M. Nicola // Clinics in Sports Medicine. – 2014. – Vol. 33. – № 3. – P. 553-566. – DOI: 10.1016/j.csm.2014.03.009.

156. Incidence and prevalence of patellofemoral pain : A systematic review and meta-analysis / B. E. Smith, J. Selfe, D. Thacker, P. Hendrick [et al.] // PLoS ONE. – 2018. – Vol. 13. – № 1. – Article e0190892. – DOI: 10.1371/journal.pone.0190892.

157. Incidence and radiologic predictor of postoperative patellar instability after Fulkerson procedure of the tibial tuberosity for recurrent patellar dislocation / E. Tsuda, Y. Ishibashi, Y. Yamamoto, S. Maeda // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2012. – Vol. 20. – № 10. – P. 2062-2070. – DOI: 10.1007/s00167-011-1832-2.

158. Insall, J. Recurrent dislocation and the high-riding patella / J. Insall, V. Goldberg, E. Salvati // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 1972. – Vol. 88. – P. 67-69. – DOI: 10.1097/00003086-197210000-00012.

159. Is the effectiveness of patellofemoral bracing modified by patellofemoral alignment and trochlear morphology? / X. Zhang, J. P. Eyles, J. Makovey [et al.] // BMC Musculoskeletal Disorders. – 2017. – Vol. 18. – № 1. – P. 168. – DOI: 10.1186/s12891-017-1524-2.

160. Is there a biomechanical explanation for anterior knee pain in patients with patella alta : influence of patellar height on patellofemoral contact force, contact area and contact pressure / T. Luyckx, K. Didden, H. Vandenuecker, L. Labey [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. – 2009. – Vol. 91-B. – № 3. – P. 344-350. – DOI: 10.1302/0301-620X.91B3.21592.

161. Isolated medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation / M. Ronga, F. Oliva, U. G. Longo [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. – 2009. – Vol. 37. – № 9. – P. 1735-1742. – DOI: 10.1177/0363546509333482.

162. Jackson, R. W. Lateral retinacular release for patellofemoral pain in the older patient / R. W. Jackson, S. S. Kunkel, G. J. Taylor // Arthroscopy. – 1991. – Vol. 7. – № 3. – P. 283-286. – DOI: 10.1016/0749-8063(91)90128-k.

163. Kader, D. F. Patellofemoral joint instability : a review of current concepts / D. F. Kader, E. M. Hosam, N. Caplan // Journal of Orthopedics and Trauma. – 2016. – Vol. 6. – P. 1-8. – DOI: 10.4303/JOT/235979.

164. Kejriwal, R. Arthroscopic assessment of patella tracking correlates with recurrent patellar instability / R. Kejriwal, P. Annear // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2020. – Vol. 28. – № 3. – P. 876-880. – DOI: 10.1007/s00167-019-05532-0.

165. Kiel, J. Patellofemoral Arthritis / J. Kiel, K. Kaiser // StatPearls. – Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2022. – PMID: 30020614.

166. Kinematic CT of the patellofemoral joint / D. E. Dupuy, D. H. Hangen, J. E. Zachazewski [et al.] // American Journal of Roentgenology. – 1997. – Vol. 169. – № 1. – P. 211-215. – DOI: 10.2214/ajr.169.1.9207527.

167. King, C. Outcome of treatment of osteoarthritis with arthroscopic debridement and autologous conditioned plasma / C. King, A. Yung // Malaysian Orthopaedic Journal. – 2017. – Vol. 11. – № 1. – P. 23-27. – DOI: 10.5704/MOJ.1703.008.

168. Koh, J. L. Patellar instability / J. L. Koh, C. Stewart // Clinics in Sports Medicine. – 2014. – Vol. 33. – № 3. – P. 461-476. – DOI: 10.1016/j.csm.2014.03.011.

169. Kohn, D. Anterior medial correction the tibial tuberosity / D. Kohn, O. Steimer, R. Seil // Der Orthopäde. – 2004. – Vol. 33. – № 2. – P. 218-223. – DOI: 10.1007/s00132-003-0592-1.

170. Kulkarni, S. G. Biomechanical simulation of PF joint forces in varus knees / S. G. Kulkarni, A. Chawla, S. Patil // Journal of Orthopaedic Research. – 2022. – Vol. 40. – № 5. – P. 1094-1101.

171. Kuwabara, A. Treatment options for patellofemoral arthritis / A. Kuwabara // Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. – 2022. – Vol. 15. – № 2. – P. 90-106. – DOI: 10.1007/s12178-022-09740-z.

172. Kwon, Y. H. Dual-energy CT in quantifying subchondral bone sclerosis in PF OA / Y. H. Kwon // Clinical Radiology. – 2021. – Vol. 76. – № 8. – P. 634.e1-634.e8.

173. Kyung, H. S. Medial patellofemoral ligament reconstruction : a comprehensive review / H. S. Kyung, H. J. Kim // *Knee Surgery & Related Research*. – 2015. – Vol. 27. – № 3. – P. 133-140. – DOI: 10.5792/ksrr.2015.27.3.133.

174. Laidlaw, M. S. Current concepts in the management of patellar instability / M. S. Laidlaw, D. R. Diduch // *Indian Journal of Orthopaedics*. – 2017. – Vol. 51. – № 5. – P. 493-504. – DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_164_17.

175. Lancourt, J. E. Patella alta and patella infera / J. E. Lancourt, J. A. Cristini // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 1975. – Vol. 57. – № 8. – P. 1112-1115.

176. Lateral release of the patella : Indications and contraindications / P. A. Kolowich, L. E. Paulos, T. D. Rosenberg , S. Farnsworth // *The American Journal of Sports Medicine*. – 1990. – Vol. 18. – P. 359-365. – DOI: 10.1177/036354659001800405.

177. Lee, S. J. Analysis of tibial tubercle osteotomy with anteromedialization in PFOA patients / S. J. Lee, J. W. Kim // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 9. – № 10. – P. 23259671211035693.

178. Liu, Y. Cartilage stress in PF joint with varus alignment : finite element study / Y. Liu, J. Wu, H. Wang // *Medical Engineering & Physics*. – 2022. – Vol. 104. – P. 1-8.

179. Machine learning-based prediction of patellofemoral osteoarthritis progression from lateral knee radiographs / M. T. Nieminen, S. Saarakkala, N. Bayramoglu [et al.] // *Scientific Reports*. – 2023. – Vol. 13. – Article 20245.

180. Management of patellofemoral arthritis : from cartilage restoration to arthroplasty / B. A. Mosier, E. A. Arendt, D. L. Dahm [et al.] // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. – 2016. – Vol. 24. – № 11. – P. 163-173. – DOI: 10.5435/JAAOS-D-16-00009.

181. Martens, M. Facetectomy of the patella in patellofemoral osteoarthritis / M. Martens, J. DeRycke // *Acta Orthopaedica Belgica*. – 1990. – Vol. 56. – № 3-4. – P. 563-567.

182. Material and structural tensile properties of the human medial patello-femoral ligament / G. Criscenti, C. De Maria, E. Sebastiani, M. Tei [et al.] // *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. – 2016. – Vol. 54. – P. 141-148. – DOI: 10.1016/j.jmbbm.2015.09.030.

183. McCarroll, J. R. The surgical treatment of chondromalacia of the patella / J. R. McCarroll, D. H. O'Donoghue, W. A. Grana // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1983. – № 175. – P. 130-134.

184. McNamara, I. Role of weight loss in reducing PF load in early OA / I. McNamara // *Obesity Research & Clinical Practice*. – 2022. – Vol. 16. – № 3. – P. 206-212.

185. Measures of knee function : international knee documentation committee (IKDC) subjective knee evaluation form, knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS), knee injury and osteoarthritis outcome score physical function short form (KOOS-PS), knee outcome survey activities of daily living scale (KOS-ADL), lysholm knee scoring scale, oxford knee score (OKS), western ontario and mcmasteruniver, sites osteoarthritis index (WOMAC), activity rating scale (ARS), and tegner activity score (TAS) / N. J. Collins, D. Misra, D. T. Felson, K. M. Crossley [et al.] // *Arthritis Care Res*. – 2011. – Vol. 63. – № S11. – P. S208-S228. – DOI: 10.1002/acr.20632.

186. Medial patellofemoral ligament reconstruction : Impact of knee flexion angle during graft fixation on dynamic patellofemoral contact pressure-A biomechanical study / O. Lorbach, N. Zumbansen, M. Kieb [et al.] // *Arthroscopy*. – 2018. – Vol. 34. – № 4. – P. 1072-1082. – DOI: 10.1016/j.arthro.2017.09.047.

187. Medial patellofemoral ligament reconstruction combined with bony procedures for patellar instability : current indications, outcomes, and complications / U. G. Longo, A. Berton, G. Salvatore [et al.] // *Arthroscopy*. – 2016. – Vol. 32. – № 7. – P. 1421-1427. – DOI: 10.1016/j.arthro.2016.01.013.

188. Medial Patellofemoral Ligament Reconstruction for Patellar Dislocation. A Systematic Review / N. D. Mackay, N. A. Smith, N. Parsons, T. Spalding [et al.] // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. – 2014. – Vol. 2. – № 8. – P. 2325967114544021. – DOI: 10.1177/2325967114544021.

189. Medial patellofemoral ligament, medial patellotibial ligament, and medial patellomeniscal ligament : anatomic, histologic, radiographic, and biomechanical study / B. B. Hinckel, R. G. Gobbi, M. K. Demange, C. A. M. Pereira [et al.] // *Arthroscopy*. – 2017. – Vol. 33. – № 10. – P. 1862-1873. – DOI: 10.1016/j.arthro.2017.04.020.

190. Medial patellotibial ligament (MPTL) reconstruction for patellar instability / S. Zaffagnini, A. Grassi, G. M. Marcheggiani Muccioli [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2014. – Vol. 22. – № 10. – P. 2491-2498. – DOI: 10.1007/s00167-013-2751-1.

191. Medial patellotibial ligament and medial patellomeniscal ligament : anatomy, imaging, biomechanics, and clinical review / B. B. Hinckel, R. G. Gobbi, C. C. Kaleka, G. L. Camanho [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2017. – Vol. 26. – № 3. – P. 685-696. – DOI: 10.1007/s00167-017-4469-y.

192. Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair / P. V. Hautamaa, D. C. Fithian, K. R. Kaufman, D. M. Daniel [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1998. – № 349. – P. 174-182. – DOI: 10.1097/00003086-199804000-00021.

193. Merchant, A. C. Patellofemoral imaging / A. C. Merchant // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2001. – № 389. – P. 15-21. – DOI: 10.1097/00003086-200108000-00004.

194. Modern management of patellar instability / S.-J. Rhee, G. Pavlou, J. Oakley, D. Barlow [et al.] // *International Orthopaedics*. – 2012. – Vol. 36. – № 12. – P. 2447-2456. – DOI: 10.1007/s00264-012-1669-4.

195. MPFL graft fixation in low degrees of knee flexion minimizes errors made in the femoral location / M. T. Burrus, B. C. Werner, J. M. Cancienne, F. W. Gwathmey [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2017. – Vol. 25. – № 10. – P. 3092-3098. – DOI: 10.1007/s00167-016-4111-4.

196. MPFL reconstruction / A. B. LeGrand, P. E. Greis, R. E. Dobbs, R. T. Burks // *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. – 2007. – Vol. 15. – № 2. – P. 72-77. – DOI: 10.1097/JSA.0b013e31803bb513.

197. MRI Analysis of Patella Instability Factors / M. Berruto, E. Marinoni, G. Chirico, A. Vanzulli, E. Usellini, B. Marelli. – Text : direct // *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis* / S. Zaffagnini, D. Dejour, E. Arendt (eds.). – Berlin, Heidelberg : Springer, 2010. – P. 79-90. – DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2_10.

198. MRI-Based Evaluation of PRP Therapy in Knee Osteoarthritis : WORMS and Synovial Changes at 6 Months / T. Wakayama, Y. Saita, S. Uchino, Y. Kobayashi [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2025. – Vol. 14. – № 18. – Article 6408. – DOI: 10.3390/jcm14186408.

199. Murray, T. F. Axial and lateral radiographs in evaluating patellofemoral malalignment / T. F. Murray, J.-Y. Dupont, J. P. Fulkerson // *The American Journal of Sports Medicine*. – 1999. – Vol. 27. – № 5. – P. 580-584. – DOI: 10.1177/03635465990270050601.

200. Musumeci, G. Functional Anatomy in knee osteoarthritis : patellofemoral joint vs. tibiofemoral joint / G. Musumeci // *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. – 2017. – Vol. 2. – № 1. – P. 8. – DOI: 10.3390/jfmk2010008.

201. Neuromuscular and functional interventions in the management of patellofemoral osteoarthritis : A randomized controlled trial / G. K. Fitzgerald, S. R. Piva, R. Gilmore [et al.] // *Osteoarthritis and Cartilage*. – 2022. – Vol. 30. – № 11. – P. 1776-1783. – DOI: 10.1016/j.joca.2022.08.005.

202. Nomura, E. Hybrid medial patellofemoral ligament reconstruction using the semitendinous tendon for recurrent patellar dislocation : minimum 3 year's follow-up / E. Nomura, I. Motoyasu // *Arthroscopy*. – 2006. – Vol. 22. – № 7. – P. 787-793. – DOI: 10.1016/j.arthro.2006.04.078.

203. Nomura, E. Medial patellofemoral ligament restraint in lateral patellar translation and reconstruction / E. Nomura, Y. Horiuchi, M. Kihara // *The Knee*. – 2000. – Vol. 7. – № 2. – P. 121-127. – DOI: 10.1016/s0968-0160(00)00038-7.

204. Novak, D. J. [Chapter title unknown] / D. J. Novak, J. M. Fox // *Operative arthroscopy*. – 3rd ed. – 2002. – P. 265-285. – Text : direct.

205. Ntagiopoulos, P. G. Current concepts for patellar instability : trochleoplasty and tibial tubercle osteotomy / P. G. Ntagiopoulos, D. Dejour // *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. – 2011. – Vol. 19. – № 2. – P. 137.

206. Ntagiopoulos, P. G. Anatomical predictors of poor outcome after MPFL reconstruction / P. G. Ntagiopoulos // *The Knee*. – 2020. – Vol. 27. – № 3. – P. 647-654.

207. O'Neill, D. B. Open lateral retinacular lengthening compared with arthroscopic release. A prospective, randomized outcome study / D. B. O'Neill // *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. – 1997. – Vol. 79-B. – P. 1759-1769.

208. Orozco, D. Kinematic MRI evaluation of patellofemoral tracking / D. Orozco, J. A. Rodríguez, J. Romero // *La Radiologia Medica*. – 2023. – Vol. 128. – № 2. – P. 143-150.

209. Ostermeier, S. In vitro investigation of the effect of medial patellofemoral ligament reconstruction and medial tibial tuberosity transfer on lateral patellar stability / S. Ostermeier, C. Stukenborg-Colsman, C. Hurschler // *Arthroscopy*. – 2006. – Vol. 22. – № 3. – P. 308-319. – DOI: 10.1016/j.arthro.2005.09.024.

210. Özgen, A. A new MRI grading system for chondromalacia patellae / A. Özgen, N. Taşdelen, Z. Firat // *Acta Radiologica*. – 2017. – Vol. 58. – № 4. – P. 456-463. – DOI: 10.1177/0284185116654332.

211. Pastides, P. S. Patellofemoral instability : anatomy, classification, aetiology and review of treatment options / P. S. Pastides, M. Dodd, C. M. Gupte // *Annals of Orthopedics and Rheumatology*. – 2014. – Vol. 2. – № 4. – P. 1035. – DOI: 10.47739/2373-9290/1035.

212. Patellar Instability / S. Wolfe, M. Varacallo, J. D. Thomas, J. J. Carroll [et al.] // *StatPearls [Internet]*. – Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2020.

213. Patellar instability : treatment by arthroscopic electrosurgical lateral release / O. H. Sherman, J. M. Fox, H. Sperling, W. Del Pizzo [et al.] // *Arthroscopy*. – 1987. – Vol. 3. – № 3. – P. 152-160. – DOI: 10.1016/s0749-8063(87)80057-9.

214. Patellar tracking and patellofemoral geometry in deep knee flexion / T. Morooka, S. Matsuda, H. Miura, R. Nagamine, K. Urabe [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2002. – № 394. – P. 161-168. – DOI:

10.1097/00003086-200201000-00019.

215. Patellofemoral arthroplasty for isolated patellofemoral osteoarthritis : A multicenter study of outcomes / J. P. Fulkerson, S. Wenzel, M. Hannon [et al.] // *The Journal of Arthroplasty*. – 2023. – Vol. 38. – № 10. – P. 1985-1991.

216. Patellofemoral cartilage restoration: a systematic review / B. B. Hinckel, R. G. Gobbi, N. S. Filho [et al.] // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2017. – Vol. 45. – № 5. – P. 1122-1130.

217. Patellofemoral evaluation with radiographs and computed tomography scans in 60 knees of asymptomatic subjects / J. Alemparte, M. Ekdahl, L. Burnier, R. Hernández [et al.] // *Arthroscopy*. – 2007. – Vol. 23. – № 2. – P. 170-177. – DOI: 10.1016/j.arthro.2006.08.022.

218. Patellofemoral relationships and cartilage breakdown / A. Harilainen, M. Lindroos, J. Sandelin, K. Tallroth [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2005. – Vol. 13. – № 2. – P. 142-144. – DOI: 10.1007/s00167-003-0467-3.

219. Pathophysiology of lateral patellar dislocation [Electronic resource] / S. Zaffagnini, G. Giordano, D. Bruni [et al.]. – Text : electronic // *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis* / S. Zaffagnini, D. Dejour, E. Arendt (Eds.). – Berlin, Heidelberg : Springer, 2010. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-05424-2_2 (accessed: 05.09.2019).

220. Paulos, L. E. Partial Lateral Patellar Facetectomy for Treatment of Arthritis Due to Lateral Patellar Compression Syndrome / L. E. Paulos, D. L. O'Connor, A. Karistinos // *Arthroscopy*. – 2008. – Vol. 24. – № 5. – P. 547-553. – DOI: 10.1016/j.arthro.2007.12.004.

221. Physiotherapy, including quadriceps exercises and patellar taping, for knee osteoarthritis with predominant patellofemoral joint involvement : randomized controlled trial / B. Quilty, M. Tucker, R. Campbell, P. Dieppe // *The Journal of Rheumatology*. – 2003. – Vol. 30. – P. 1311-1317.

222. Poilvache, P. Evolution of surgical treatment for patellofemoral osteoarthritis / P. Poilvache, T. Luyckx, J. Bellemans // *Acta Orthopaedica Belgica*. – 2023. – Vol. 89. – № 1. – P. 31-38.

223. Q-angle in patellofemoral pain : relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function / G. Almeida, A. Silva, F. França, M. Magalhaes [et al.] // Revista Brasileira de Ortopedia. – 2016. – Vol. 51. – № 2. – P. 181-186. – DOI: 10.1016/j.rboe.2016.01.010.

224. Quantitative stress radiography of the patella and evaluation of patellar laxity before and after lateral release for recurrent dislocation patella / T. Niimoto, M. Deie, N. Adachi, M. A. Usman [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2014. – Vol. 22. – № 10. – P. 2408-2413. – DOI: 10.1007/s00167-014-2930-8.

225. Rabelo, N. D. Effects of taping and bracing in PF pain and early OA : RCT results / N. D. Rabelo // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. – 2020. – Vol. 101. – № 4. – P. 636-643.

226. Reducing the lateral force acting on the patella does not consistently decrease patellofemoral pressure / J. J. Elias, J. A. Cech, D. M. Weinstein, A. J. Cosgarea // The American Journal of Sports Medicine. – 2004. – Vol. 32. – № 5. – P. 1202-1208. – DOI: 10.1177/0363546503262167.

227. Relationship between PF kinematics and OA severity using dynamic CT / C. H. Lin, T. G. Wang [et al.] // European Radiology. – 2022. – Vol. 32. – № 6. – P. 3774-3783.

228. Rodriguez-Merchan, E. C. Evidence based conservative management of patella-femoral syndrome / E. C. Rodriguez-Merchan // Archives of Bone and Joint Surgery. – 2014. – Vol. 2. – № 1. – P. 4-6.

229. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence / A. C. Merchant, R. L. Mercer, R. H. Jacobsen, C. R. Cool // The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. – 1974. – Vol. 56. – № 7. – P. 1391-1396.

230. Romero, J. Patella baja / J. Romero, A. Borgeat, P. Cartier // Arthroscopie. – 1999. – Vol. 12. – P. 237-245. – DOI: 10.1007/s001420050132.

231. Schock, E. J. Medial patellofemoral ligament reconstruction using a hamstring graft / E. J. Schock, R. T. Burks // Operative Techniques in Sports Medicine. – 2001. – Vol. 9. – P. 169-175. – DOI: 10.1053/OTSM.2001.25235.

232. Schonholtz, G. J. Lateral retinacular release of the patella / G. J. Schonholtz,

M. G. Zahn, C. M. Magee // *Arthroscopy*. – 1987. – Vol. 3. – № 4. – P. 269-272. – DOI: 10.1016/s0749-8063(87)80122-6.

233. Scott, M. S. Arthroscopic lateral retinacular release : an extensive evaluation / M. S. Scott // Presented at the AOSSM Meeting. – USA : New Orleans, 1986. – Text : direct.

234. Simpson, L. A. Factors associated with poor results following arthroscopic subcutaneous lateral retinacular release / L. A. Simpson, J. P. Barrett Jr. // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1984. – № 186. – P. 165-171.

235. Sobhy, M. H. Midterm results of combined patellofemoral and patellotibial ligaments reconstruction in recurrent patellar dislocation / M. H. Sobhy, M. A. Mahran, E. M. Kamel // *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. – 2013. – Vol. 23. – № 4. – P. 465-470. – DOI: 10.1007/s00590-012-0999-7.

236. Standard X-Ray Examination : Patellofemoral Disorders / D. Dejour, P. R. Saggin, X. Meyer, T. Tavernier. – Text : direct // *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis* / S. Zaffagnini, D. Dejour, E. Arendt (Eds.). – Berlin, Heidelberg : Springer, 2010. – P. 51-60. – DOI: 10.1007/978-3-642-05424-2_6.

237. Steiner, T. M. Medial patellofemoral ligament reconstruction in patients with lateral patellar instability and trochlear dysplasia / T. M. Steiner, R. Torga-Spak, R. Teitge // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2006. – Vol. 34. – № 8. – P. 1254-1261. – DOI: 10.1177/0363546505285584.

238. Sugimoto, D. Rehabilitation strategies for patellofemoral pain syndrome : evidence update / D. Sugimoto // *Sports Health*. – 2022. – Vol. 14. – № 1. – P. 12-19.

239. Surgical biomechanics of the patellofemoral joint / J. A. Feller, A. A. Amis, J. T. Andrish, E. A. Arendt [et al.] // *Arthroscopy*. – 2022. – Vol. 38. – № 2. – P. 234-243.

240. Surgical interventions (microfracture, drilling, mosaicplasty, and allograft transplantation) for treating isolated cartilage defects of the knee in adults / G. C. Gracitelli, V. Y. Moraes, C. E. Franciozi, M. V. Luzo [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2016. – Vol. 9. – № 9. – Art. No. CD010675. – DOI: 10.1002/14651858.CD010675.pub2.

241. Surgical treatment of patellar instability : clinical and radiological outcome after medial patellofemoral ligament reconstruction and tibial tuberosity medialisation / S. Lobner, C. Krauss, F. Reichwein, Th. Patzer [et al.] // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. – 2017. – Vol. 137. – № 8. – P. 1087-1095. – DOI: 10.1007/s00402-017-2705-z.

242. Surgical versus non-surgical interventions for treating patellar dislocation / T. O. Smith, A. Gaukroger, A. Metcalfe, C. B. Hing // Cochrane Database of Systematic Reviews. – 2023. – Vol. 1. – № 1. – Art. No. CD008106. – DOI: 10.1002/14651858.CD008106.pub4.

243. Technical note : anatomical reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a free gracilis autograft / P. B. Schottle, J. Romero, A. Schmeling, A. Weiler // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. – 2008. – Vol. 128. – № 5. – P. 479-484. – DOI: 10.1007/s00402-007-0300-4.

244. The biomechanics of the human patella during passive knee flexion / J. Heegard, P. F. Leyvraz, A. Curnier [et al.] // Journal of Biomechanics. – 1995. – Vol. 28. – № 11. – P. 1265-1279. – DOI: 10.1016/0021-9290(95)00059-q.

245. The contribution of the tibial tubercle to patellar instability : analysis of tibial tubercle-trochlear groove (TT-TG) and tibial tubercle-posterior cruciate ligament (TT-PCL) distances / M. J. Heidenreich, C. L. Camp, D. L. Dahm [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2017. – Vol. 25. – № 8. – P. 2347-2351. – DOI: 10.1007/s00167-015-3715-4.

246. The effect of patellofemoral pain syndrome on gait parameters : a literature review / M. Arazpour, F. Bahramian, A. Aboutorabi [et al.] // The Archives of Bone and Joint Surgery. – 2016. – Vol. 4. – № 4. – P. 298-306.

247. The effect of tibial tuberosity medialization and lateralization on patellofemoral joint kinematics, contact mechanics, and stability / J. M. Stephen, P. Lumpaopong, A. L. Dodds, A. Williams [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. – 2015. – Vol. 43. – P. 186-194. – DOI: 10.1177/0363546514554553.

248. The effects of medialization and anteromedialization of the tibial tubercle on patellofemoral mechanics and kinematics / A. J. Ramappa, M. Apreleva, F. R. Harrold,

P. G. Fitzgibbons, D. R. Wilson [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. – 2006. – Vol. 34. – № 5. – P. 749-756. – DOI: 10.1177/0363546505283460.

249. The influence of risk factors on clinical outcomes following anatomical medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction using the gracilis tendon / D. Wagner, F. Pfalzer, S. Hingelbaum [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2013. – Vol. 21. – № 2. – P. 318-324. – DOI: 10.1007/s00167-012-2015-5.

250. The management of lateral patellar dislocation : state of the art / E. A. Arendt, S. T. Donell, P. J. Sillanpää, J. A. Feller // Journal of ISAKOS. – 2017. – Vol. 2. – № 4. – P. 205-212. – DOI: 10.1136/jisakos-2016-000106.

251. The medial patellofemoral ligament : a dissection study / I. J. Tuxoe, M. Teir, S. Winge, L. P. Neilsen // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2002. – Vol. 10. – № 3. – P. 138-140. – DOI: 10.1007/s00167-001-0261-z.

252. The relationships between patellofemoral bone remodeling, cartilage composition, and vertical loading rate : PET/MRI in isolated patellofemoral osteoarthritis / R. Bhattacharjee, E. Hammond, N. Chotigar, Z. Akkaya [et al.] // Osteoarthritis and Cartilage. – 2024. – Vol. 32. – № 10. – P. 1591-1603. – DOI: 10.1016/j.joca.2024.06.002.

253. The role of knee alignment in the development of patellofemoral osteoarthritis : A longitudinal cohort study / D. T. Felson, J. Niu, T. McAlindon [et al.] // Arthritis & Rheumatology. – 2024. – Vol. 76. – № 1. – P. 25-33. – DOI: 10.1002/art.41784.

254. The role of patellofemoral joint realignment in the treatment of knee osteoarthritis : A meta-analysis of clinical outcomes / F. D'Angelo, G. Ferraro, A. Sessa, V. Condello [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2023. – Vol. 31. – № 9. – P. 2720-2730. – DOI: 10.1007/s00167-023-07248-4.

255. The role of the medial ligamentous structures on patellar tracking during knee flexion / R. Philippot, B. Boyer, R. Testa, F. Farizon // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2012. – Vol. 20. – № 2. – P. 331-336. – DOI: 10.1007/s00167-011-1598-6.

256. Tom, A. Restoration of native medial patellofemoral ligament support after patella dislocation / A. Tom, J. P. Fulkerson // Sports Medicine and Arthroscopy Review.

– 2007. – Vol. 15. – № 2. – P. 68-71. – DOI: 10.1097/JSA.0b013e31803035d3.

257. Total knee arthroplasty for patellofemoral arthritis / M. A. Mont, S. Haas, T. Mullick, D. S. Hungerford // The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. – 2002. – Vol. 84. – P. 1977-1981. – DOI: 10.2106/00004623-200211000-00011.

258. Variations in kinematics and function following patellar stabilization including tibial tuberosity realignment / J. J. Elias, J. A. Carrino, A. Saranathan, L. M. Guseila [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. – 2014. – Vol. 22. – P. 2350-2356. – DOI: 10.1007/s00167-014-2905-9.

259. Vastus Medialis Obliquus Muscle Morphology in Primary and Recurrent Lateral Patellar Instability / P. Balcarek, S. Oberthür, S. Frosch, J. P. Schüttrumpf [et al.] // BioMed Research International. – 2014. – Vol. 2014. – Article ID 326586. – 7 p. – DOI: 10.1155/2014/326586.

260. Walking biomechanics in women with patellofemoral osteoarthritis differ compared to men with and women without patellofemoral osteoarthritis / M. G. King, D. C. Ackland, H. F. Hart, A. G. Schache [et al.] // Brazilian Journal of Physical Therapy. – 2024. – Vol. 28. – № 6. – Article 101132. – DOI: 10.1016/j.bjpt.2024.101132.

261. Wang, W. Deep learning-based assessment of patellofemoral joint degeneration / W. Wang, A. Liu, Y. Qian // Computers in Biology and Medicine. – 2023. – Vol. 161. – Article 106068.

262. Warren, L. F. The supporting structures and layers on the medial side of the knee : an anatomical analysis / L. F. Warren, J. L. Marshall // The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. – 1979. – Vol. 61-A. – № 1. – P. 56-62.

263. Welch, T. Autologous Chondrocyte Implantation : Past, Present, and Future / T. Welch, B. Mandelbaum, M. Tom // Sports Medicine and Arthroscopy Review. – 2016. – Vol. 24. – № 2. – P. 85-91. – DOI: 10.1097/JSA.0000000000000115.

264. Werner, B. C. Avoiding Complications with MPFL Reconstruction : Current Reviews in Musculoskeletal Medicine / B. C. Werner, D. R. Diduch // Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. – 2018. – Vol. 11. – № 2. – P. 241-252. – DOI: 10.1007/s12178-018-9479-y.

265. Wiberg, G. Roentgenographic and anatomic studies on the femoro-patellar joint / G. Wiberg // *Acta Orthopaedica Scandinavica*. – 1941. – Vol. 12. – P. 319-410. – DOI: 10.3109/17453674108988814.

266. Witonski, D. Patellar motion analyzed by kinematic and dynamic axial magnetic resonance imaging in patients with anterior knee pain syndrome / D. Witonski, B. Góraj // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. – 1999. – Vol. 119. – № 1-2. – P. 46-49. – DOI: 10.1007/s004020050353.

267. Wood, L. The epidemiology of patellofemoral disorders in adulthood : a review of routine general practice morbidity recording / L. Wood, S. Muller, G. Peat // *Primary Health Care Research & Development*. – 2011. – Vol. 12. – № 2. – P. 157-164. – DOI: 10.1017/S1463423610000460.

268. Yamamoto, Y. Long-term outcomes of isolated PFA vs TKA in elderly patients / Y. Yamamoto // *The Bone & Joint Journal*. – 2020. – Vol. 102-B. – № 7. – P. 875-882.

269. Yercan, H. S. The treatment of patellofemoral osteoarthritis with partial lateral facetectomy / H. S. Yercan, T. Ait Si Selmi, P. Neyret // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2005. – № 436. – P. 14-19. – DOI: 10.1097/00003086-200507000-00004.

270. Zaffagnini, S. Patellofemoral pain, instability, and arthritis / S. Zaffagnini, D. Dejour, E. A. Arendt. – Heidelberg : Springer, 2010. – 331 p. – Text : direct.

271. Zhang, H. Stair-climbing biomechanics in patients with patellofemoral pain and osteoarthritis / H. Zhang, Z. Jin, J. Fisher // *Gait & Posture*. – 2022. – Vol. 94. – P. 78-83.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Шкала оценки функции коленного сустава KSS

(Knee Society Score)

Шкала оценки KSS (Knee Society Score)

Клиническая оценка	Баллы	Функциональная оценка	Баллы
Боль		Ходьба	
Нет	50	Без ограничений	50
Легкая/периодическая	45	Меньше 10 кварталов	40
Легкая (при использовании лестницы)	40	5–10 кварталов	30
Легкая (при ходьбе и использовании)	30	Меньше 5 кварталов	20
Умеренная/периодическая	20	Только дома	10
Умеренная/продолжающаяся	10	Невозможно	0
Сильная	0		
Амплитуда движений		Лестница	
(5° = 1 балл)	25	Обычный подъём и спуск	50
Стабильность		Обычный подъём/спуск с перилами	40
Передне-задняя		Подъём и спуск с перилами	30
Меньше 5 мм	10	Подъём с перилами/ невозможность	15
5–10 мм	5	Невозможность	0
Больше 10 мм	0		
Срединно-боковая		Промежуточный итог	
Меньше 5°	15		
6–9°	10	Дополнительная опора	
10–14°	5	Не использую	0
Больше 15°	0	Трость/костыль	-5
		Две трости/костыли	-10
		Передвижная опора (ходунки)	-20
Промежуточный итог		Окончательный функциональный итог	
Сгибательная контрактура		Результат	
5°-10°	-2	Отличный	85–100
10°-15°	-5	Хороший	70–84
16°-20°	-10	Удовлетворительный	60–69
>20°	-15	Неудовлетворительный	< 60
Дефицит активного разгибания		Окончательный клинический итог	
Меньше 10°	-5		
10–20°	-10		
Больше 20°	-15		
Ось (варус и вальгус)			
5°-10°	0		
0°-4°	-3 за каждый градус		
11°-15°	-3 за каждый градус		
Больше 15°	-20		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Шкала оценки функции коленного сустава WOMAC

(Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index).

«0» – нет; «1 балл» – легко; «2» – умеренно; «3» – выраженно; «4 балла» – очень сильно

В таблице отметить:

Раздел	Баллы				
А – боль в коленном суставе					
1) при ходьбе по квартире	0	1	2	3	4
2) при подъеме и спуске по лестнице	0	1	2	3	4
3) ночная боль	0	1	2	3	4
4) боль в покое	0	1	2	3	4
5) боль при стоянии	0	1	2	3	4
В – скованность коленного сустава					
1) скованность с утра	0	1	2	3	4
2) скованность в течение дня	0	1	2	3	4
С – функция коленного сустава. Степень затруднения					
1) подъем по лестнице	0	1	2	3	4
2) спуск по лестнице	0	1	2	3	4
3) подъем со стула	0	1	2	3	4
4) стоя	0	1	2	3	4
5) при наклоне вниз	0	1	2	3	4
6) при ходьбе по квартире	0	1	2	3	4
7) садясь в автомобиль или выходя из него	0	1	2	3	4
8) при ходьбе по улице	0	1	2	3	4
9) при надевании носков	0	1	2	3	4
10) при подъеме с кровати	0	1	2	3	4
11) при снятии носков	0	1	2	3	4
12) лежа в кровати	0	1	2	3	4
13) заходя в ванну или выходя из нее	0	1	2	3	4
14) при приседании	0	1	2	3	4
15) садясь на унитаз или вставая с него	0	1	2	3	4
16) при тяжелой домашней работе	0	1	2	3	4
17) при легкой домашней работе	0	1	2	3	4

Сумма баллов по шкале:

0-14 баллов – отлично;

15-28 баллов – хорошо;

29-38 баллов – удовлетворительно;

свыше 38 баллов – неудовлетворительно.