

МАГОМЕДГАДЖИЕВ
РУСЛАН МАГОМЕДГАДЖИЕВИЧ

**ПОСТАРТРОСКОПИЧЕСКИЙ СИНДРОМ ПОСЛЕ ЧАСТИЧНОЙ
РЕЗЕКЦИИ МЕНИСКА**

3.1.8. - Травматология и ортопедия

Автореферат

диссертации

на соискание учёной степени

кандидата медицинских наук

Москва 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н.Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель:

Торгашин Александр Николаевич – кандидат медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н.Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, центр метаболических остеопатий и опухолей костей, старший научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Лазишвили Гурам Давидович – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, профессор.

Маланин Дмитрий Александрович – доктор медицинских наук, профессор, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии ФУВ, заведующий кафедрой.

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Защита диссертации состоится «__»_____20__ года на заседании диссертационного совета 21.1.041.01 на базе ФГБУ «НМИЦ ТО им.Н.Н.Приорова» Минздрава России по адресу: 127299, г. Москва, ул. Приорова, д.10

С диссертаций можно ознакомиться в научном отделе ФГБУ «НМИЦ ТО им.Н.Н.Приорова» Минздрава России (127299, г. Москва, ул.Приорова, д.10) и на сайте <https://www.cito-priorov.ru/>

Автореферат разослан «__»_____20__ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.м.н

Аркадий Иванович Казьмин

Общая характеристика работы

Актуальность исследования.

Артроскопия является одной из наиболее распространенных техник хирургического лечения внутрисуставных патологий коленного сустава. Учитывая ее преимущества перед открытыми методами, количество артроскопических операций на коленном суставе стремительно возросло в конце XX – начале XXI века. Так (Kim S и соавт., 2011) сообщили, что в США с 1996-2006гг. отмечался значительный (49%) рост количества артроскопических вмешательств. «Золотым стандартом» хирургического лечения разрывов менисков остается его частичная резекция, однако с усовершенствованием технологий, развиваются методы восстановления поврежденной структуры менисков, такие как различные виды шва и пластики мениска (Spalding T., 2020). В период с 2005-2011 значительно увеличилось количество операций, направленных на восстановление мениска, без сопутствующего увеличения количества резекций мениска (Abrams GD., 2013). (Matilla и соавтр., 2015) выявили снижение числа артроскопий при дегенеративных заболеваниях коленного сустава после 2008 года в Финляндии и Швеции, но при этом количество артроскопических резекций мениска при его разрывах увеличилась. Аналогичная тенденция наблюдалась и в Англии, где за 20 летний период (1997-2017) было выполнено более 1,9 млн операций с общим приростом на 22% (Abram SGF., 2019). Согласно исследованию (Chung и соавт., 2019), в период с 2010 по 2017 год абсолютное количество резекций мениска увеличилось на 12,67 % (с 65 752 до 74 088). В тоже время число артроскопических реконструкций мениска при помощи шва возросло на 65,04 % (с 9 055 до 14 947). Эта динамика отражает растущий приоритет органосохраняющей хирургии повреждений менисков. (Lundberg M и соавт., 2022) показали, что в период с 2010 по 2018 год наблюдалось значительное снижение частоты проведения артроскопических операций на мениске, возможно, в связи с растущим количеством доказательств ограниченной

эффективности этой процедуры при лечении дегенеративных заболеваний коленного сустава и неэффективности санационной артроскопии. Данные исследования отражают сдвиг в парадигме лечения повреждений мениска в сторону органосохраняющих методик, хотя частичная резекция мениска по-прежнему применяется достаточно широко, особенно среди пациентов старшего возраста (Bansal S., 2021, Screpis D., 2025). Аналогичный рост отмечается и в России (Панченко Ю.В., 2024). В структуре патологий, по поводу которых выполняется артроскопия коленного сустава, лидирующее место занимает разрыв мениска.

Реконструктивные операции на мениске до сих пор не стали преобладающими, так как требуют высокой квалификации хирурга, наличия дополнительного инструментария и, как правило, занимают больше времени в операционной. К тому же, не все виды повреждений менисков поддаются восстановлению. В связи с этим частичная резекция мениска остается наиболее популярной операцией (Beaufils P., 2017). Несмотря на малоинвазивность, артроскопия коленного сустава может сопровождаться осложнениями. Их риск при выполнении артроскопической резекции мениска по разным данным составляет от 2,8% до 4,7% (Allum R., 2014, Clement RC., 2016 DeLee J.C., 1985, Friberger Pajalic K., 2018, Lai WC., 2023, Salzler MJ., 2014, Small NC, 1990).

Одним из специфических осложнений является развитие постартроскопического синдрома (Brahme SK., 1991, Gulbrandsen TR., 2019). Это патологическое состояние, которое формируется у пациентов после резекции мениска, и проявляется болью, отеком мягких тканей, наличием синовита коленного сустава и, самое главное, изменением субхондральной кости, проявляющееся по данным МРТ отеком мышечков бедренной или большеберцовой кости.

Считается, что постартроскопический синдром является прямым следствием артроскопической резекции мениска, в связи с чем ранее встречался термин постменискэктомический синдром (Bloch B., 2016, Brahme

SK., 1991, Faletti C., 2002, Gulbrandsen TR., 2019, Kobayashi Y., 2002). В литературе перечислено большое количество факторов, которые могут влиять на его развитие. Наиболее вероятными считаются предшествующие дегенеративные изменения гиалинового хряща, имеющиеся нарушения оси конечности, ятрогенная травма суставной поверхности. Есть данные о влиянии на его развитие возраста, веса пациента и наличие сопутствующих заболеваний (ревматоидный артрит, сахарный диабет, подагра, коагулопатии, системная красная волчанка и другие). Опасность постартроскопического синдрома заключается в возможности прогрессирования отека субхондральной кости с развитием остеонекроза мыщелков бедренной и большеберцовой костей, разрушением и деформацией суставных поверхностей, и необходимостью последующего эндопротезирования сустава (Торгашин А.Н., 2018, Higuchi H., 2013, Pape D. 2007).

Этиология и патогенез постартроскопического синдрома остаются недостаточно изученными, что затрудняет прогнозирование течения и оценку эффективности проводимого лечения. Все это делает актуальным изучение факторов риска развития и возможной профилактики постартроскопического синдрома у пациентов, планируемых на оперативное лечение по поводу разрыва мениска.

Цель исследования: улучшение результатов хирургического лечения пациентов после частичной резекции мениска за счет выявления факторов риска развития постартроскопического синдрома.

Задачи исследования:

1. Оценить частоту развития постартроскопического синдрома после артроскопической частичной резекции мениска и его влияния на функциональные результаты в послеоперационном периоде.

2. Провести оценку влияния пола, возраста, индекса массы тела на развитие постартроскопического синдрома.
3. Оценить роль исходной минеральной плотности костной ткани в развитие локальных изменений в субхондральной кости мыщелков бедренной и большеберцовой костей в послеоперационном периоде.
4. Выявить частоту дооперационных нарушений ремоделирования костной ткани и их связь с риском развития отека субхондральной костной ткани в послеоперационном периоде.
5. Разработать алгоритм подготовки пациентов к оперативному лечению в зависимости от наличия факторов риска развития постартроскопического синдрома.

Научная новизна исследования:

1. На клиническом материале была рассчитана частота и выявлены основные факторы риска развития отека субхондральной костной ткани, как основного признака постартроскопического синдрома у пациентов после проведенной частичной резекции мениска.
2. Впервые произведен анализ маркеров костного ремоделирования у пациентов с постартроскопическим синдромом, а также выявлена взаимосвязь между этими данными.
3. Впервые продемонстрировано, что пациенты с отеком субхондральной кости после артроскопического вмешательства имеют худшие функциональные результаты по шкалам KSS и WOMAC, что связано с развитием клинической картины постартроскопического синдрома.

Теоретическая и практическая значимость.

Разработанный алгоритм подготовки пациентов к оперативному лечению, в зависимости от наличия факторов риска развития

постартроскопического синдрома, позволяет реализовать персонализированный подход при планировании артроскопической частичной резекции мениска и, возможно, снизить риск развития данного осложнения.

Теоретическая значимость исследования состоит в изучении аспектов формирования постартроскопического синдрома, что позволило определить факторы риска развития этого осложнения.

Положения, выносимые на защиту:

1. Постартроскопический синдром, включая отек субхондральной кости мышцелков бедренной и большеберцовой костей, представляет собой клинически значимое осложнение артроскопической частичной резекции мениска, ассоциированное с достоверным ухудшением функциональных результатов по стандартизированным шкалам оценки (WOMAC, KSS).

2. Установлены ключевые факторы риска развития постартроскопического синдрома и формирования отека субхондральной кости: сочетание женского пола, возраста старше 50 лет и показателя индекса массы тела (ИМТ), превышающий нормальные значения.

3. Низкие значения минеральной плотности костной ткани как у женщин, так и у мужчин являются фактором риска развития отека костной ткани в послеоперационном периоде.

4. Сниженная интенсивность костеобразования в предоперационном периоде способствует возникновению отека костной ткани, также приводит к замедлению процессов ремоделирования трабекул и адаптации костной ткани к повышенным нагрузкам после частичной резекции мениска.

Внедрение результатов исследования:

Основные положения диссертации внедрены в клиническую практику отделения травматологии и ортопедии, кабинета неотложной травматологии и ортопедии Государственного бюджетного учреждения здравоохранения

«Городская больница города Армавира» Министерства здравоохранения Краснодарского края, а также отделения травматологии и ортопедии Акционерного общества «Многопрофильный медицинский центр» (г. Волгоград).

Апробация работы:

Основные положения диссертации доложены на следующих конференциях: XXII Межвузовская конференция студентов и молодых ученых «Актуальные вопросы травматологии-ортопедии», посвященная памяти профессора С.В. Сергеева, 12 мая 2022, г. Москва.; XII Всероссийский Съезд травматологов-ортопедов 1-3 декабря 2022, г. Москва.; Ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «Вреденовские чтения», 31 августа – 1 сентября 2023, г. Санкт-Петербург.; XIV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Цивьяновские чтения», 3-4 ноября 2023, г. Новосибирск.; X Всероссийская научно-практическая конференция «Приоровские чтения» Посвященная 100-летию со дня рождения академика Волкова Мстислава Васильевича, 15-16 декабря 2023, г. Москва.; Конгресс Ортобиология 2024 «Консенсусы в клинической практике», 19-20 апреля 2024, г. Москва.; XI Всероссийский Приоровский форум 2024 13-14 декабря 2024, г. Москва.

Публикация результатов исследования

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации, и 1 статья в журнале, индексируемом в базе данных Scopus.

Личный вклад соискателя:

Автору принадлежит ведущая роль в выполнении всех этапов исследования: анализ литературы и степени разработанности проблемы,

формулировка цели и задач исследования, разработка дизайна и выбор методов исследования, определение критериев включения и невключения пациентов, внедрение разработанных инструментов в практику работы многопрофильного стационара, статистическая обработка и анализ результатов, разработка алгоритма подготовки пациентов к оперативному лечению в зависимости от наличия факторов риска развития постартроскопического синдрома, формулирование основных положений и выводов диссертационного исследования, подготовка публикаций по теме диссертации.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертация соответствуют специальности: 3.1.8. – травматология и ортопедия («медицинские науки») и областям исследования п.1 «Изучение этиологии, патогенеза и распространенности заболеваний опорно-двигательной системы» и п. 3 «Разработка и усовершенствование методов диагностики и профилактики заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы».

Степень достоверности результатов проведенного исследования.

Достоверность полученных результатов исследования подтверждается имеющейся медицинской документацией и проведенным статистическим анализом. При проведении научной работы использованы современные клинические и лучевые методы исследования, проведен анализ историй болезни пациентов, балльная оценка функциональных показателей до и после операции, подготовлена электронная база данных пациентов и статистическая обработка полученных результатов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении освещена актуальность темы, определена цель и задачи для ее достижения. Изложена научная новизна и практическая значимость исследования, освещены положения, выносимые на защиту, представлены сведения о реализации и апробации работы, а также об объеме и структуре диссертации.

В первой главе «Обзор литературы» выполнен анализ данных отечественных и зарубежных публикаций, имеющихся в англо- и русскоязычных информационных базах данных PubMed, Google Scholar, Sciencedirect, BioMedCentral по вопросу постартроскопического синдрома. В данной главе подробно освещена история развития артроскопии коленного сустава как в мире, так и в России. Описаны особенности анатомии менисков, а также различные виды повреждений менисков. Кроме того, в главе изложено историческое описание постартроскопического синдрома и рассмотрены причины его развития, включая другие возможные факторы, способствующие возникновению данного синдрома.

Во второй главе «Материал и методы» представлены и охарактеризованы клинический материал и методы исследования. Исследование включало проспективную и ретроспективную оценку результатов пациентов. В проспективную группу исследования был включен 61 пациент с диагнозом разрыв медиального или латерального мениска коленного сустава. Группу составили 40 (65,5%) мужчин и 21 (34,5%) женщина. Средний возраст в группе составил $61,4 \pm 13,8$ лет, средний ИМТ – $33,3 \pm 8,9$ кг/м². У всех пациентов диагноз был подтвержден на основании результатов МРТ коленного сустава, выполненного не ранее 4 недель до операции. В предоперационном периоде, ни у одного пациента на МРТ не было выявлено признаков отека костной ткани.

Всем пациентам одной операционной бригадой было выполнено оперативное лечение: артроскопия коленного сустава с частичной резекцией поврежденного мениска. Через 8 недель после операции, проводилось контрольное МРТ исследование, по результатам которого все пациенты были разделены на две группы. Первую группу (Группа №1) составили 55 (90,2%) пациентов без реакции субхондральной кости, вторую группу (Группа №2) – 6 (9,8%) пациентов у которой была реакция в виде субхондрального отека костной ткани.

В ретроспективную группу (Группа №3) включены 23 пациента на разных сроках наблюдения, которым выполнялась артроскопическая резекция мениска коленного сустава, и в послеоперационном периоде поставлен диагноз постартроскопический остеонекроз. Группу составили 2 (9%) мужчин и 21 (91%) женщина. Средний возраст в группе составил $70,2 \pm 12,8$ лет, средний ИМТ – $27,9 \pm 7,3$ кг/м². Пациенты этой группы проходили лечение в научном центре метаболических остеопатий и опухолей костей ФГБУ НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова. Всем пациентам ранее выполнялись исследования, аналогичные таковым в проспективной группе.

Критериями включения в исследование были: Критериями включения в исследование были: травматический или дегенеративный разрыв медиального или латерального менисков коленного сустава, наличие болевого синдрома и нарушение функции коленного сустава, отсутствие признаков отека костной ткани на МРТ коленного сустава за 4 недели до оперативного лечения, отсутствие сопутствующих повреждений связочного аппарата коленного сустава, возраст старше 18 лет.

Критериями не включения были: наличие в анамнезе оперативного вмешательства на коленном суставе и инфекционного процесса в области коленного сустава, пациенты, страдающие хроническими аутоиммунными заболеваниями, хронической почечной, печеночной, сердечной недостаточностью в стадии декомпенсации, профессиональные спортсмены.

У всех пациентов перед операцией был проведен клинический осмотр, собран анамнез заболевания, выполнены стандартные предоперационные лабораторно-инструментальные исследования. Для оценки качества костной ткани и осевых взаимоотношений в конечности, всем пациентам были выполнены: рентгенография коленного сустава и SLOT-рентгенография нижних конечностей, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, оценка риска переломов с помощью инструмента Frax®

Всем пациентам с целью оценки исходного метаболизма костной ткани до операции выполнены лабораторные анализы, включая маркеры костной резорбции и костеобразования: паратгормон крови, остеокальцин крови, P1NP крови, b-cross-laps крови, 25(OH)D3 крови, дезоксипиридинолин (ДПИД) утренней мочи.

Оценку функциональных и субъективных показателей пациентов проводили с использованием следующих шкал: Knee society score (KSS), Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index (WOMAC), International Knee Documentation Committee 2000 subjective knee form (IKDC 2000), визуальная аналоговая шкала боли (ВАШ), госпитальная шкала тревоги и депрессии (HADS, Hospital Anxiety and Depression Scale).

Результаты анализов, функциональные и рентгенологические показатели пациентов сравнивали между группами с использованием статистических методов.

Все хирургические вмешательства были выполнены в условиях одной операционной одной бригадой. Техника включала частичную резекцию мениска механическими выкусывателями, шейвирование тела Гоффа и лаваж сустава с последующим ушиванием ран. Радиочастотная абляция не использовалась. Ход всех операций документировался на видео. Послеоперационный протокол состоял из: дозированной нагрузки на костылях (2 недели), начала разработки движений с 1-го дня, контрольного МРТ-исследования и осмотра через 8 недель.

На рисунке 1 представлена схема дизайна исследования.



Рисунок 1 – Схема дизайна исследования

В третьей главе «Результаты исследования» проведен анализ результатов оперативного лечения пациентов с повреждением менисков, находившихся на стационарном лечении в 13 отделении ФГБУ НМИЦ ТО им.Н.Н.Приорова Минздрава России (г. Москва) с 2021 по 2024 годы, а также ретроспективный анализ результатов пациентов 23 пациента с уже установленным диагнозом постартроскопический остеонекроз.

Согласно результатам МРТ, выполненного всем пациентам проспективной группы через 8 недель после операции, у 6 (9,8%) из 61 пациента выявлен отек костной ткани. Таким образом было сформировано две подгруппы пациентов.

В группу №1 исследования вошло 55 пациентов без признаков формирования отека костной ткани на МРТ через 8 недель после артроскопической частичной резекции мениска. Группу составили 37 (67,3%) мужчин и 18 (32,7%) женщины. Средний возраст в группе составил $64,2 \pm 14,2$ лет, средний ИМТ – $34,1 \pm 7,2$ кг/м². В 37,8% случаев (22 пациента) причиной повреждения мениска была травма коленного сустава, но в большинстве случаев – 62,2% (33 пациента), разрыв мениска произошел на фоне дегенеративных изменений. Средний уровень болевого синдрома через 8 недель после операции составил $2,1 \pm 0,3$ см по ВАШ боли. Осложнений, связанных с оперативным лечением, в этой группе пациентов выявлено не было.

В группу №2 исследования вошли 6 пациентов, у которых через 8 недель после операции на МРТ был выявлен отек костной ткани. Группу составили 3 (50%) мужчин и 3 (50%) женщин. Средний возраст в группе составил $65,8 \pm 19,2$ года, средний ИМТ – $33,8 \pm 6,7$ кг/м². В 50,0% случаев (3 пациента) причиной повреждения мениска была травма коленного сустава, также в 50,0% случаев (3 пациента), разрыв мениска произошел на фоне дегенеративных изменений.

Три пациента данной группы (50%) отметили повторное появление болевого синдрома в области прооперированного коленного сустава в среднем через $4,3 \pm 0,7$ недели после операции. Средний уровень болевого синдрома составил $3,8 \pm 1,4$ см по ВАШ боли. Других осложнений, связанных с оперативным лечением, в группе получено не было.

Третью (ретроспективную) группу исследования (группа №3), составили 23 пациента, которые проходили лечение по поводу асептического некроза костной ткани после артроскопической резекции мениска. Группу составили 2 (9%) мужчин и 21 (91%) женщина. Средний возраст в группе составил $70,2 \pm 12,8$ лет, средний ИМТ – $27,9 \pm 7,3$ кг/м². У пациентов третьей группы, травма явилась причиной разрыва мениска в 3 случаях (17,6%), в 82,4% случаев (20 пациентов), разрыв мениска произошел на фоне дегенеративных изменений. Все пациенты данной группы (23 пациента, 100%)

предъявляли жалобы на повторное появление болевого синдрома в области коленного сустава, среднее время от операции до возобновления болевого синдрома у пациентов данной группы составило $12,1 \pm 4,5$ недель (от 4 недель до 18 недель). Среднее время от операции до выявления отека костной ткани на повторном МРТ коленного сустава составило $16,7 \pm 5,8$ недель. Средний уровень болевого синдрома у пациентов этой группы составил $4,3 \pm 2,1$ см по ВАШ боли.

Анализ клинических и демографических параметров

Для выявления факторов риска развития отека костной ткани в послеоперационном периоде, проведено сравнение демографических и клинических показателей между тремя группами пациентов (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика демографических и клинических параметров пациентов трех групп

Параметр	1-я группа (n=55)		2-я группа (n=6)		3-я группа (n=23)		p
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%	
Мужчины	37	67,3	3	50,0	2	9	<0,001* (критерий Фишера)
Женщины	18	32,7	3	50,0	21	91	
Средний возраст, лет (M±m)	64,2±14,2	-	65,8±19,2	-	70,2±12,8	-	0,29 (Н критерий Краскела-Уоллиса)
ИМТ, кг/м ² (M±m)	34,1±7,2	-	33,8±6,7	-	27,9±7,3	-	0,019 * (Н критерий Краскела-Уоллиса)
Разрыв мениска в результате травмы	22	37,8	3	50,0	3	17,6	0,19 (критерий

							Фишера)
Разрыв мениска в результате дегенеративных изменений	33	62,2	3	50,0	20	82,4	0,19 (критерий Фишера)
Сопутствующие повреждения контралатерального мениска	3	5,6	1	16,7	3	23,1	0,145 (критерий Фишера)
Срок выполнения операции с момента повреждения, месяцы (M±m)	17,6±23,4	-	9,8±3,9	-	17,5±28,1	-	0,17 (Н критерий Краскела-Уоллиса)
Синовит коленного сустава	10	18,8	0	0	2	28,6	0,7 (критерий Фишера)

* $p < 0,05$ – выявлены достоверные различия между группами

При анализе распределения пациентов по полу в трех группах исследования, было выявлено, что в первой группе количество мужчин статистически достоверно больше, чем женщин. В группах пациентов, с выявленным отеком костной ткани, преобладали пациенты женского пола ($p < 0,001$; критерий Фишера). Достоверных различий по возрасту между группами выявлено не было, ($p=0,29$; Н-критерий). Во всех группах преобладали пациенты старше 50 лет.

При анализе значений ИМТ, было выявлено наличие разницы между медианами трех групп ($p=0,019$; Н-критерий). При парных сравнениях между группами, в третьей группе пациентов значение ИМТ ($27,9 \pm 7,3$ кг/м²) было достоверно ниже, чем в первой ($34,1 \pm 7,2$ кг/м²) и второй ($33,8 \pm 6,7$ кг/м²) группах ($p < 0,001$; критерий Данна). Средний индекс массы тела у пациентов первой и второй групп ($34,1 \pm 7,2$ кг/м² и $33,8 \pm 6,7$ кг/м², соответственно)

превышал нормальные значения (18,5 – 24,9 кг/м²), и соответствовал показателями при ожирении. Хотя среднее значение ИМТ пациентов третьей группы было достоверно ниже, чем в первой и второй (27,9±7,3 кг/м²), его значение указывало на избыточный вес пациентов этой группы.

У пациентов всех групп чаще всего был диагностирован разрыв медиального мениска: у 46 (85,2%) пациентов из первой группы, у 5 (83,3%) пациентов второй группы и у 18 (78%) пациентов третьей группы. Различий между группами выявлено не было. Не было обнаружено разницы между группами по таким параметрам, как сопутствующее поражение другого мениска ($p=0,14$; критерий Фишера). Повреждение медиального мениска, за счет его анатомических особенностей, в популяции встречается чаще, чем латерального, что подтверждают полученные нами результаты. При этом развитие отека костной ткани не зависит от того, какой мениск вовлечен в патологический процесс.

При анализе причин разрыва мениска не было получено разницы между группами ($p=0,19$, критерий Фишера). В первой и третьей группах, разрыв мениска чаще происходил без травматического воздействия, за счет дегенеративных изменений, 33 (62,2%) и 20 (82,4%) пациентов, соответственно. Во второй группе распределение пациентов по этому параметру было одинаковым. Таким образом, механизм разрыва мениска не оказывал влияния на вероятность формирования костного отека.

При разрыве мениска в результате травматического воздействия, характер травмы (в быту, на работе, спортивная травма или травма в результате ДТП) не оказывал влияние на вероятность формирования отека костной ткани, достоверной связи выявлено не было ($p=0,3$; критерий Фишера).

Между группами не было выявлено различий в количестве пациентов, у которых были выявлены патологические изменения в контралатеральном коленном суставе ($p=0,24$; критерий Фишера). Наибольшее число пациентов с дегенеративными процессами в контралатеральном коленном суставе было

получено в третьей группе (3 пациента, 23,1%), в первой группе таких пациентов было 5 (9,4%). Во второй группе, дегенеративных изменений у пациентов в другом коленном суставе зафиксировано не было.

Наличие или отсутствие синовита коленного сустава в предоперационном периоде также не оказывало влияния на вероятность формирования отека костной ткани во всех группах пациентов ($p=0,71$; критерий Фишера). Ни у одного пациента второй группы исследования не было выявлено синовита до операции, в первой и третьей группах количество пациентов с выраженным или умеренным синовитом составило 10 (18,8%) и 2 (8,7%) пациентов, соответственно.

Для первой и второй групп пациентов не было выявлено достоверной связи между продолжительностью операции и развитием отека костной ткани ($p=0,31$; критерий Фишера). Значение данного параметра у пациентов третьей группы известно не было. У пациентов первой группы длительность операции более 60 минут была зафиксирована у 5 пациентов (9,4%), тогда как во второй группе пациентов ни в одном случае время операции не превышало 60 минут.

У пациентов первой и второй групп исследования не было выявлено достоверной связи между объемом резекции мениска и формированием отека костной ткани ($p=0,41$; критерий Краскела-Уоллиса).

Также в первой и второй группах пациентов не было выявлено достоверной взаимосвязи между наличием нарушения оси конечности (варус или вальгус) и вероятностью формирования отека костной ткани ($p=0,16$; критерий Краскела-Уоллиса).

Учитывая различие между группами в распределении пациентов по полу, а также то, что средний возраст во всех группах пациентов составил более 50 лет и среднее значение ИМТ превышало нормальные показатели во всех группах, можно сделать заключение, что женский пол, возраст старше 50 лет и показатель ИМТ, превышающий нормальные значения, могут являться факторами риска формирования отека субхондральной кости.

Анализ результатов FRAX® для определения 10-летней вероятности переломов на фоне остеопороза

Согласно шкале FRAX, средний показатель 10-летнего риска переломов не превышал 5% и достоверно не различался между группами (первая группа: $4,8 \pm 2,1\%$; вторая группа: $3,6 \pm 1,4\%$; третья группа: $4,2 \pm 2,3\%$; $p=0,34$). Во всех случаях значения были в пределах популяционной нормы ($<20\%$). Статистически значимых межгрупповых различий также не выявлено для таких факторов риска, как предшествующие переломы ($p=0,23$; критерий Фишера), наличие переломов бедра у родителей пациентов ($p=0,082$; критерий Фишера), курение ($p=0,56$, критерий Фишера), употребление алкоголя ($p=0,34$, критерий Фишера).

Анализ результатов двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии

В первой группе пациентов оценка с использованием Т-критерия была выполнена у 19 пациентов (34,5%). Остеопороз был выявлен у 1 пациента (5,2%), остеопения у 3 пациентов (15,8%). Во второй группе пациентов Т-критерий был применен у трех пациентов (50%), значения Т-критерия менее $-2,5$ SD не было получено ни у одного пациента, у 1 пациента (33,3%) были признаки остеопении. В третьей группе пациентов Т-критерий был использован в 9 случаях. Значение, соответствующее остеопорозу, было получено у 2 пациентов (22,2%), остеопении – у 3 пациентов (33,3%). Разницы по количеству пациентов (мужчин после 50 лет и женщин в менопаузе) со значением Т-критерия, соответствующим остеопении или остеопорозу, между тремя группами получено не было ($p=0,23$; критерий Фишера).

Оценка с помощью Z-критерия была проведена у 36 пациентов первой группы, у 4 пациентов (11,1%) показатель соответствовал остеопорозу. Во второй группе пациентов Z-критерий был использован у трех пациентов, при этом в 2 случаях (66,7%) был выявлен остеопороз. В третьей группе, согласно значению Z-критерия, примененного у 14 пациентов, не было выявлено случаев снижения минеральной плотности костной ткани. При сравнении

между собой значений Z-критерия в первой и второй группах пациентов, получено значение $p=0,056$ (критерий Фишера), что соответствовало наличию достоверной связи между этим параметром и развитием отека костной ткани. Во второй группе доля пациентов со значением Z-критерия, соответствующим остеопорозу было больше, чем в первой. Во всех группах ни у одного пациента в анамнезе не было переломов позвонков. По такому параметру как наличие в анамнезе переломов периферических костей не было выявлено достоверной разницы для трех групп пациентов ($p=0,18$; критерий Фишера).

Таким образом, можно сделать заключение, что наличие у пациентов (мужчин до 50 лет и женщин без менопаузы) остеопении или остеопороза является фактором риска развития отека костной ткани в послеоперационном периоде.

Анализ уровней маркеров костного ремоделирования

Средние значения показателей маркеров костного ремоделирования для каждой группы исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Концентрация маркеров костного ремоделирования в группах исследования

Параметр	1-я группа (n=55)	2-я группа (n=6)	3-я группа (n=23)	p	Референсные значения
Паратгормон, пг/мл (M±m)	27,2±5,7	35,2±6,4	26,9±3,2	0,27 (Н критерий Краскела- Уоллиса)	15 – 65 пг/мл
Остеокальцин, нг/мл (M±m)	20,1±7,5	12,3±7,6	25,4±13,4	<0,019* (критерий Тьюки)	Ж 11 – 43 нг/мл М 14 – 42 нг/мл
β-CrossLaps, нг/мл (M±m)	0,48±0,2	0,44±0,2	0,75±0,3	<0,05* (критерий Данна)	Ж <0,573 нг/мл М <0,584 нг/мл
ДПД, нмоль/ммоль креатинина	4,7±1,4	4,9±1,8	7,8±1,9	<0,001* (критерий Тьюки)	Ж 3,0–7,4 нмоль/ммоль креатинина М 2,3–5,4 нмоль/ммоль креатинина

(M±m)					
D 25-OH витамины D, нг/мл (M±m)	29,1±15,6	24,1±8,7	25,5±14,6	0,32 (Н критерий Краскела- Уоллиса)	30–100 нг/мл адекватный уровень
P1NP, нг/мл (M±m)	53,1±9,8	48,9±7,9	32,9±8,4	0,13 (Н критерий Краскела- Уоллиса)	Ж 7,8 - 79,8 нг/мл М 22, 4 - 118,9 нг/мл

* $p < 0,05$ – выявлены достоверные различия между группами

Между группами пациентов не было выявлено достоверных отличий в концентрациях паратгормона, витамина D крови (25-OH витамин D) и P1NP ($p > 0,05$, критерий Краскела-Уоллиса). Средние значения концентраций паратгормона и P1NP в каждой группе пациентов находились в пределах референсных значений.

Среднее значение концентрации витамина D в каждой группе пациентов находилось в диапазоне от 20 до 30 нг/мл, что свидетельствует о недостаточности этого витамина у пациентов всех групп исследования. Достоверной связи концентрации витамина D с формированием отека костной ткани выявлено не было.

При парных сравнениях между группами, уровень остеокальцина во второй группе ($12,3 \pm 7,6$ нг/мл) был достоверно ниже, чем у пациентов первой и третьей групп исследования ($20,1 \pm 7,5$ нг/мл и $25,4 \pm 13,4$ нг/мл, соответственно; $p < 0,019$, критерий Тьюки). Средняя концентрация остеокальцина второй группы пациентов соответствовала нижней границе референсных значений. Средняя концентрация остеокальцина первой и третьей групп пациентов находилась в пределах референсных значений.

Были выявлены достоверные отличия концентрации ДПИД между группами исследования. Уровень ДПИД в третьей группе исследования ($7,8 \pm 1,9$ нмоль/ммоль креатинина) был достоверно выше, чем в первой и второй группах ($4,7 \pm 1,4$ нмоль/ммоль креатинина и $4,9 \pm 1,8$ нмоль/ммоль

креатинина, соответственно; $p < 0,001$, критерий Тьюки). Средняя концентрация ДПИД третьей группы пациентов соответствовала верхней границе референсных значений. Средняя концентрация ДПИД первой и второй групп находилась в пределах референсных значений.

Также было выявлено достоверное увеличение концентрации β -CrossLaps в третьей группе пациентов ($0,75 \pm 0,3$ нг/мл) по сравнению со средними показателями первой и второй группы ($0,48 \pm 0,2$ нг/мл и $0,44 \pm 0,2$ нг/мл, соответственно; $p < 0,05$, критерий Данна). Средняя концентрация β -CrossLaps третьей группы пациентов соответствовала верхней границе референсных значений. Средняя концентрация β -CrossLaps первой и второй групп находилась в пределах референсных значений.

Увеличенные концентрации ДПИД и β -CrossLaps у пациентов третьей группы могут свидетельствовать о усугублении патологических изменений в зоне отека костной ткани и формировании остеонекроза.

Пониженный уровень остеокальцина, выявленный у пациентов второй группы исследования, может приводить к замедлению процессов ремоделирования костной ткани (трабекул) и адаптации ее к повышению нагрузок, что может способствовать возникновению микропереломов и отека костной ткани.

В четвертой главе «Функциональные результаты лечения» проведен анализ функциональных и субъективных показателей, а также разработан алгоритм подготовки пациентов к оперативному лечению в зависимости от наличия факторов риска развития постартроскопического синдрома.

Шкала WOMAC

В предоперационном периоде достоверных различий по шкале WOMAC между первой и второй группами не выявлено. Общий балл составил $61,9 \pm 15,3$ и $72,3 \pm 23,5$ соответственно ($p = 0,21$ критерий Краскела-Уоллиса), что соответствовало неудовлетворительному результату в обеих группах. Аналогично, не обнаружено различий и по секциям шкал: боль ($13,4 \pm 7,3$ и

15,5±6,4; p=0,19), скованность (3,7±2,8 и 4,8±3,1; p=0,25) и функциональная активность (44,2±17,7 и 51,8±13,6; p=0,30; критерий Краскела-Уоллиса) (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели по шкале WOMAC после оперативного лечения

Параметр	1-я группа (n=55)	2-я группа (n=6)	3-я группа (n=23)	p
Общая оценка, баллы (M±m)	23,4±8,7	33,8±9,1	41,25±9,2	<0,01* (критерий Данна)
Болевой синдром, баллы (M±m)	10,1±6,5	13,8±7,6	16,1±5,7	p=0,25 (критерий Тьюки)
Тугоподвижность сустава, баллы (M±m)	2,8±0,4	3,7±1,3	3,8±2,8	p=0,17 (критерий Данна)
Функция сустава, баллы (M±m)	19,6±5,8	24,5±7,3	29,4±13,2	<0,05* (критерий Данна)

* p < 0,05 – выявлены достоверные различия между группами

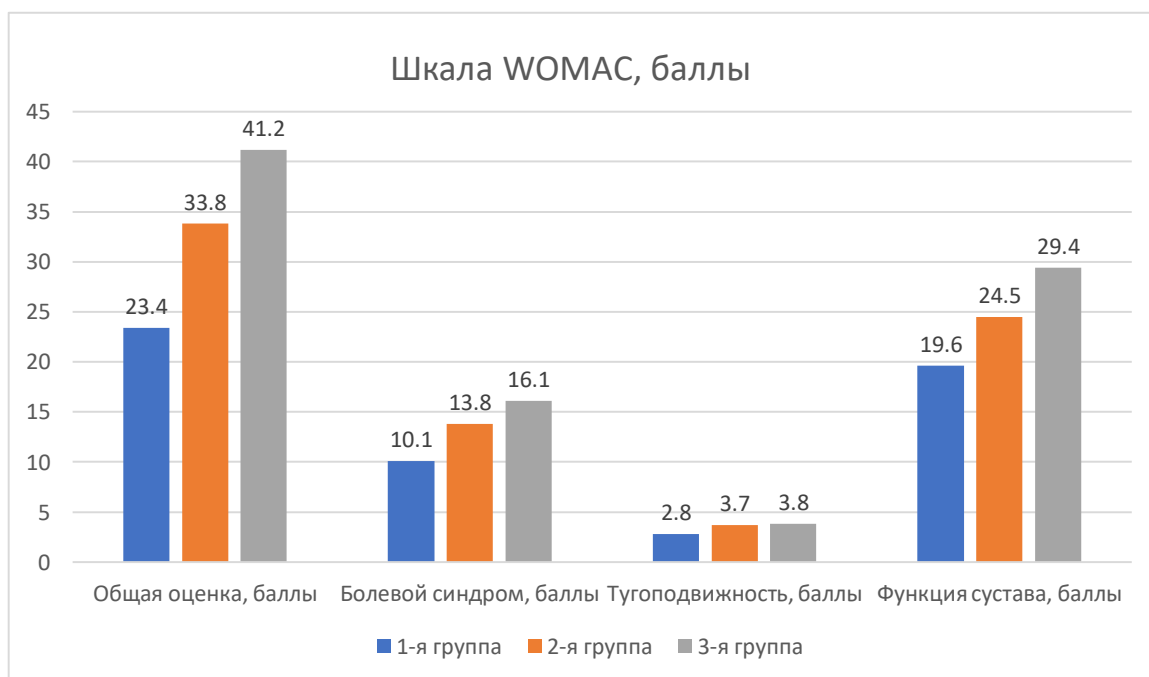


Рисунок 2 – Показатели по шкале WOMAC пациентов трех групп после оперативного лечения

После операции у пациентов 1-й и 2-й групп отмечено достоверное улучшение всех показателей шкалы WOMAC, за исключением оценки тугоподвижности сустава, которая осталась без существенных изменений ($p=0,3$; критерий Краскела-Уоллиса).

При парных сравнениях между группами, общая оценка по шкале WOMAC, была достоверно ниже в третьей группе пациентов ($41,25 \pm 9,2$ баллов), чем в первой группе ($23,4 \pm 8,7$ баллов) ($p < 0,01$; критерий Данна). Общая оценка пациентов второй группы ($33,8 \pm 9,1$ баллов) была достоверно ниже, чем в первой группе ($p < 0,01$; критерий Данна). Между значениями общей оценки по шкале WOMAC пациентов второй и третьей групп достоверной разницы выявлено не было. Общая оценка пациентов первой группы соответствовала хорошему результату операции (15-28 баллов), второй группы – удовлетворительному результату (29-38 баллов), третьей группы – неудовлетворительному результату (более 38 баллов). Достоверных различий в выраженности болевого синдрома и оценке тугоподвижности сустава между группами выявлено не было ($p=0,25$ и $p=0,17$; критерии Тьюки и Данна). При парных сравнениях между группами, оценка функции сустава в первой группе пациентов ($19,6 \pm 5,8$ баллов) был достоверно выше, чем у пациентов второй и третьей групп исследования ($24,5 \pm 7,3$ балла и $29,4 \pm 13,2$ балла, соответственно; $p < 0,05$, критерий Данна). Согласно данным полученным при использовании шкалы WOMAC, в группах пациентов с диагностированным отеком костной ткани были получены худшие показатели функции сустава и более низкая общая оценка по шкале.

Шкала KSS

Достоверных различий по шкале KSS между первой и второй группами в предоперационном периоде не выявлено: клиническая оценка составила $76,3 \pm 19,3$ и $75,0 \pm 15,1$ балла, функциональная - $77,6 \pm 15,8$ и $78,6 \pm 9,4$ балла соответственно ($p=0,35$). В обеих группах отмечен удовлетворительный исход. После операции в обеих группах зафиксировано статистически значимое улучшение показателей KSS по сравнению с дооперационными значениями

($p < 0,05$; критерий Краскела-Уоллиса). Значения по шкале KSS в послеоперационном периоде приведены в таблице 4 (рисунок 3).

Таблица 4 – Показатели по шкале KSS в послеоперационном периоде

Параметр	1-я группа (n=55)	2-я группа (n=6)	3-я группа (n=23)	p
KSS клиническая оценка, баллы (M±m)	86,2±9,1	82,1±11,3	68,9±10,7	<0,01* (критерий Данна)
KSS функциональная оценка, баллы (M±m)	83,8±15,4	72,1±9,7	71,3±12,8	<0,05* (критерий Данна)

* $p < 0,05$ – выявлены достоверные различия между группами

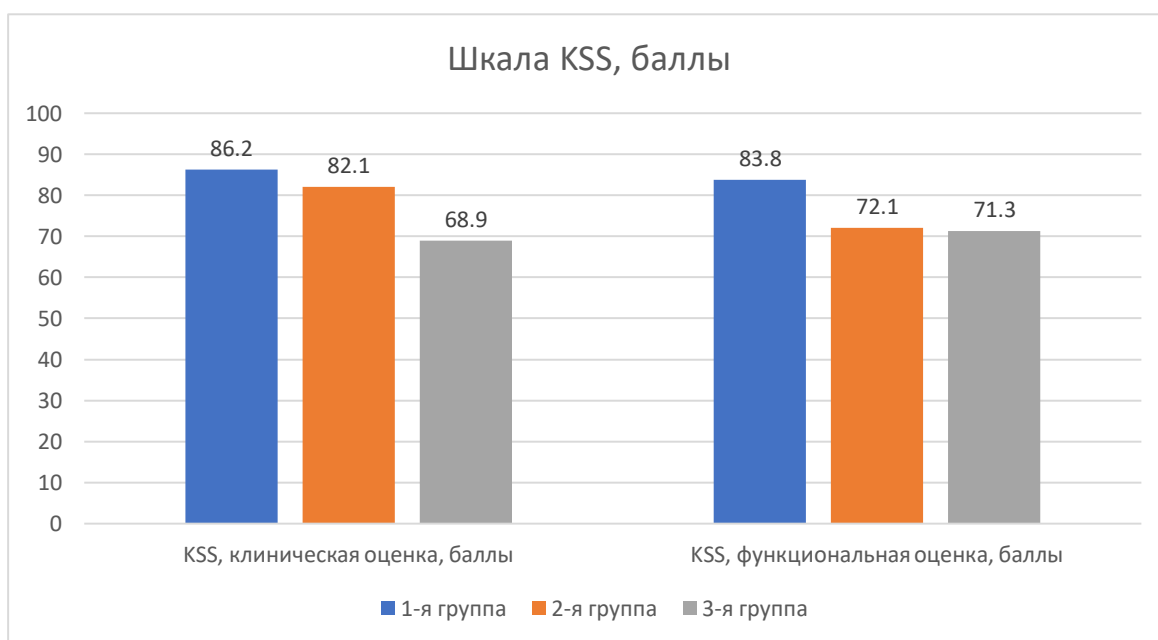


Рисунок 3 – Показатели пациентов трех групп по шкале KSS в послеоперационном периоде

При парных сравнениях между группами, клиническая оценка по шкале KSS достоверно ниже в третьей группе (68,9±10,7 баллов), чем в первой и второй - 86,2±9,1 и 82,1±11,3 баллов, соответственно ($p < 0,01$; критерий Данна). Функциональная оценка по шкале KSS была достоверно выше в

первой группе пациентов ($83,8 \pm 15,4$), чем у пациентов второй и третьей групп - $72,1 \pm 9,7$ и $71,3 \pm 12,8$ баллов, соответственно ($p < 0,05$; критерий Данна).

Полученные данные подтверждают результаты оценки по шкале WOMAC в том, что пациенты с диагностированным отеком костной ткани после артроскопического вмешательства имеют худшие функциональные показатели.

Шкала IKDC 2000

Анализ результатов по шкале IKDC 2000 в послеоперационном периоде не выявил достоверных различий между всеми группами пациентов ($p = 0,27$; критерий Краскела-Уоллиса). Среднее значение у пациентов первой группы составило $69,1 \pm 15,5$ баллов, у пациентов второй группы – $61,6 \pm 19,9$ баллов, у пациентов третьей группы – $61,3 \pm 11,1$ баллов. Средние значения соответствовали удовлетворительному результату лечения.

Госпитальная шкала тревоги и депрессии (HADS)

У пациентов всех групп исследования не было выявлено достоверных различий в уровне тревоги в послеоперационном периоде ($p = 0,27$; критерий Краскела-Уоллиса). Средние значения параметра составили $4,4 \pm 3,4$ в первой группе, $5,6 \pm 3,4$ во второй группе и $6,5 \pm 4,9$ в третьей группе. Средние величины в группах соответствовали норме – отсутствию достоверно выраженных симптомов тревоги.

При оценке депрессии также не было выявлено различий между группами пациентов ($p = 0,07$; критерий Краскела-Уоллиса). Средние значения параметра составили $3,1 \pm 2,6$ в первой группе, $5,3 \pm 1,7$ во второй группе и $4,5 \pm 3,6$ в третьей группе. Средние величины в группах соответствовали норме – отсутствию достоверно выраженных симптомов депрессии.

Учитывая полученные данные, для улучшения результатов оперативного лечения нами был разработан алгоритм подготовки пациентов к

оперативному лечению в зависимости от наличия факторов риска развития постартроскопического синдрома. Алгоритм (рисунок 4) разделяет пациентов на три группы в зависимости от риска развития постартроскопического синдрома. В первую группу входят пациенты с отсутствием риска развития постартроскопического синдрома: пациенты старше 50 лет (мужчины вне зависимости от ИМТ и женщины с нормальным ИМТ). Для этой категории алгоритм не предусматривает дополнительных обследований перед оперативным вмешательством, поскольку совокупность критериев свидетельствует об отсутствии или минимальном риске развития постартроскопического синдрома.

Вторую группу составляют мужчины моложе 50 лет и женщины до менопаузы с нормальным ИМТ. При отсутствии в анамнезе факторов риска развития остеопороза пациентам этой группы может быть выполнено оперативное вмешательство без дополнительных обследований. При наличии факторов риска развития остеопороза требуется выполнение двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA). При отсутствии отклонений в минеральной плотности костной ткани (МПК), пациенту рекомендовано оперативное лечение. В случае наличия потери минеральной плотности костной ткани (МПК) рекомендовано дополнительное лабораторное обследование для выявления возможного нарушения ремоделирования костной ткани с последующей коррекцией костного метаболизма на предоперационном этапе.

Третью группу составляют пациенты женского пола, старше 50 лет с ИМТ > 25 кг/м². Для данной категории рекомендовано проведение двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA) и лабораторного исследования маркеров костного ремоделирования. Если показатели находятся в пределах референсных значений, оперативное лечение является допустимым. При выявлении отклонений рекомендована коррекция нарушений костного метаболизма до оперативного лечения.

ВЫВОДЫ

1. Постартроскопический синдром, включая отек субхондральной кости мышечков бедренной и большеберцовой костей, развивается у 9,8 % пациентов после артроскопической частичной резекции мениска и приводит к ухудшению функциональных результатов. По шкале WOMAC средний балл в группе с постартроскопическим некрозом мышечков (группа 3) составил— $29,4 \pm 13,2$ ($p < 0,05$, критерий Данна), в группе с постартроскопическим синдромом (группа 2) - $24,5 \pm 7,3$ и $19,6 \pm 5,8$ баллов в контрольной группе (группа 1). По шкале KSS— $71,3 \pm 12,8$ в третьей группе ($p < 0,05$; критерий Данна), $72,1 \pm 9,7$ во второй группе и $83,8 \pm 15,4$ в контрольной группе.
2. Факторами риска формирования отека субхондральной кости и развития постартроскопического синдрома являются: сочетание женского пола ($p < 0,001$, критерий Фишера), возраста старше 50 лет ($p = 0,29$; Н-критерий Краскела-Уоллиса) и повышенный индекс массы тела ($33,8 \pm 6,7$ кг/м²; $p < 0,001$, критерий Данна).
3. На развитие отека субхондральной кости после артроскопической частичной резекции мениска у мужчин до 50 лет и женщин в период до менопаузы достоверно ($p = 0,05$, точный критерий Фишера) влияют исходно низкие показатели минеральной плотности костной ткани (Z-критерий ниже ожидаемых по возрасту значений $\leq -2,0$ SD).
4. Низкий уровень костеобразования ($12,3 \pm 7,6$ нг/мл при референсных значениях остеокальцина 14-42 нг/мл) в предоперационном периоде достоверно приводит ($p < 0,019$, критерий Тьюки) к замедлению процессов ремоделирования трабекул и адаптации костной ткани к повышению нагрузок после частичной резекции мениска, что способствует возникновению отека костной ткани и развитию постартроскопического синдрома.

5. Разработанный алгоритм подготовки пациентов к оперативному лечению, в зависимости от наличия факторов риска развития постартроскопического синдрома, позволяет реализовать персонализированный подход при планировании артроскопической частичной резекции мениска и, возможно, снизить риск развития данного осложнения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. У всех пациентов после артроскопической частичной резекции мениска при внезапном появлении в раннем послеоперационном периоде таких симптомов, как боль, отек, синовит коленного сустава, следует выполнить МРТ коленного сустава для исключения постартроскопического синдрома. Выявление на контрольном МРТ коленного сустава зоны отека костного мозга (в виде гиперинтенсивного сигнала на T2-взвешенных изображениях) в области мыщелков бедренной или большеберцовой кости, является основанием для постановки диагноза постартроскопического синдрома.
2. Пациенты женского пола, старше 50 лет, с индексом массы тела (ИМТ) >25 кг/м² входят в группу риска развития данного синдрома после артроскопии коленного сустава и должны быть предупреждены о повышенной вероятности осложнений перед оперативным лечением.
3. Наличие у пациентов (мужчин моложе 50 лет и женщин до менопаузы) остеопении или остеопороза является фактором риска развития постартроскопического синдрома.
4. У пациентов из группы риска в предоперационном периоде следует проводить лабораторную оценку костного метаболизма (паратиреоидный гормон, остеокальцин, β -CrossLaps, 25-ОН витамин D, P1NP сыворотки крови, ДПИД в моче) и DXA для выявления низкого костеобразования и нарушений минеральной плотности костной ткани,

которые являются факторами риска развития постартроскопического синдрома.

- У пациентов из группы риска формирования постартроскопического синдрома после артроскопической частичной резекции мениска, следует применять щадящий протокол реабилитации, включающий использование костылей с дозированной нагрузкой на оперированную конечность в течение 2 недель после операции.

Список работ по теме диссертации:

1. Торгашин А.Н., Родионова С.С., Морозов А.К., Торгашина А.В., Магомедгаджиев Р.М., Федотов И.А. Отек костного мозга в дифференциальной диагностике травматических повреждений коленного сустава // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. – 2023. Т.38, №3. - С. 223-230. DOI:10.29001/2073-8552-2023-39-3-223-230
2. **Постменискэктомический синдром, риски развития и последствия (обзор литературы) / Р. М. Магомедгаджиев, А. Н. Торгашин, С. С. Родионова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2024. – № 1(69). – С. 33-46. – DOI 10.21685/2072-3032-2024-1-5.**
3. **Торгашин А.Н., Морозов А.К., Торгашина А.В., Магомедгаджиев Р.М., Федотов И.А., Родионова С.С. Отёк костного мозга в дифференциальной диагностике заболеваний коленного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 2024. - Т. 31. - №4. - С. 647-663. DOI: 10.17816/vto630870**
4. **Магомедгаджиев Р.М., Торгашин А.Н., Иванов К.С., Родионова С.С., Дзюба А.М. Постартроскопический синдром после частичной резекции мениска. Результаты клинического исследования // Современные проблемы науки и образования. – 2025. – № 1. DOI:10.17513/spno.33930**