

НУРИАХМЕТОВ АЙНУР НАФИКОВИЧ

**ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО МОНОСИНОВИТА
ПОСЛЕ АРТРОСКОПИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА**

3.1.8 – травматология и ортопедия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Уфа – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор Ахтямов Ильдар Фуатович

Официальные оппоненты:

Лазинвили 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, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии.

Макаров Сергей Анатольевич, кандидат медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт ревматологии имени В. А. Насоновой», заведующий отделением травматологии и ортопедии.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «___» _____ 2026 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета 21.2.004.02 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, д. 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации и на сайте www.bashgmu.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор

Валеев Марат Мазгарович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Артроскопия – это малоинвазивный хирургический метод, который существенно изменил подходы к диагностике и лечению различных заболеваний суставов (Garrett Jr. W. E., 2006). Артроскопия коленного сустава (АсКС) относится к числу наиболее часто выполняемых ортопедических вмешательств, причем резекция мениска является самой распространенной операцией данного профиля (Garrett Jr. W. E., 2006). За последние десятилетия значительные достижения в изучении анатомии суставов, усовершенствование инструментов и совершенствование хирургических методик укрепили значение артроскопии в лечении широкого спектра патологий, включая остеоартрит (ОА), синовит, повреждения менисков и связок.

В целом АсКС характеризуется низким риском послеоперационных осложнений. Согласно крупномасштабному анализу данных Национальной программы повышения качества хирургии в США, частота осложнений после 12271 АсКС составила лишь 1,6%, а общий уровень серьезных осложнений составил 0,8% (Martin С. Т., 2013). По данным Lubowitz и соавт., 82% пациентов испытывали затруднения при ходьбе в течение недели после операции, однако у большинства функциональное состояние существенно улучшалось уже в ближайшие сроки (Lubowitz J. Н., 2007). Сходные данные получены Stetson и Templin: все пациенты в их исследовании восстановили привычную активность в течение 20 дней (Donnenfield J. I., 2022). В свою очередь, Siemieniuk и соавт. описали восстановительный период длительностью от двух до шести недель, сопровождавшийся кратковременной болью, незначительным выпотом и умеренными функциональными ограничениями (Siemieniuk R. А. С., 2017).

Несмотря на малоинвазивность и высокую диагностическую ценность, артроскопические вмешательства сопряжены с рядом особенностей. Одной из значимых для результата является синовит – состояние, характеризующееся стойким выпотом в полость коленного сустава после артроскопического вмешательства. Синовит коленного сустава после артроскопического

вмешательства является значимой клинической проблемой, которая оказывает неблагоприятное влияние на сроки восстановления, функциональные исходы и качество жизни пациентов. Частота данного осложнения по данным различных исследований колеблется от 0,09% до 56% в зависимости от срока послеоперационного наблюдения (Балглей А. Г., 2022, Abram S. G. F., 2018, Mayr H. O., 2010, Kotsovolos E. S., 2006).

Развитие реактивного синовита связано со сложным взаимодействием биомеханических, иммунологических и системных факторов, что может замедлять восстановление и ухудшать функцию сустава в отдалённом периоде (Lindsay A., 2017). Современные данные подтверждают значимую роль синовита в прогрессировании ОА коленного сустава, особенно после артроскопических вмешательств (Rasmussen J., 2017, Минасов Т.Б., 2022). Понимание факторов риска развития синовита после артроскопии (СпАС) имеет решающее значение для разработки целевых профилактических мер для снижения частоты осложнения, оптимизации индивидуального периоперационного ведения пациентов и совершенствования реабилитационных протоколов.

Современные стратегии лечения СпАС включают комплекс периоперационных манипуляций, фармакологические методы, такие как НПВП и транексамовая кислота (ТК), и физиотерапевтические подходы, включая криотерапию, пассивную механотерапию (СРМ), нейромышечную электрическую стимуляцию (НМЭС) и экстракорпоральную ударно-волновую терапию (ЭУВТ) (Eckenrode B. J., 2017). Внутрисуставное введение глюкокортикостероидов (ГКС) рассматривается как перспективный метод терапии СпАС (Kouyounos L., 2009).

Однако сохраняются существенные неопределённости в отношении сроков введения, дозировок, кратности инъекций и выбора препарата (Cancienne J. M., 2016). Отсутствие стандартизированного и общепринятого алгоритма профилактики и лечения подчеркивает необходимость разработки клинических рекомендаций, основанных на принципах доказательной медицины, с целью унификации ведения пациентов с СпАС. Актуальной задачей является

разработка и верификация эффективной стратегии профилактики и сокращения продолжительности данного состояния на основе анализа факторов риска, оптимизации периоперационного ведения и применения целевых терапевтических вмешательств.

Цель исследования – повышение эффективности лечения пациентов с остеоартритом 1-2 стадии посредством разработки алгоритма ведения длительного синовита после артроскопии коленного сустава.

Задачи исследования

1. Проанализировать частоту и структуру осложнений артроскопических вмешательств на коленном суставе, с акцентом на проблему послеоперационного синовита.
2. Выявить предикторы развития длительного синовита коленного сустава после артроскопии и разработать компьютерную модель прогнозирования рисков его развития.
3. Изучить влияние повторных внутрисуставных инъекций длительно действующих мелкодисперсных глюкокортикостероидов на состояние гиалинового хряща в эксперименте на животных.
4. Обосновать тактику применения инъекционных длительно действующих глюкокортикостероидов в рамках комплекса профилактических мероприятий, направленных на предотвращение развития послеоперационного синовита.
5. Апробировать и количественно оценить эффективность мультимодального подхода в ведении пациентов после артроскопии, относящихся к группе высокого риска развития длительного послеоперационного синовита

Научная новизна

Впервые проведены экспериментальные исследования для оценки безопасности повторного введения одного из двух видов длительно действующих ГКС. Гистологически подтверждена сохранность суставного

хряща и параартикулярных структур при однократном введении мелкодисперсных ГКС.

Выявлены предикторы развития длительного синовита коленного сустава после артроскопии у пациентов с ОА 1-2 стадии. К факторам риска относились мужской пол, наличие травмы в анамнезе, отсутствие магнитотерапии, продолжительная длительность синовита до госпитализации, разрыв заднего рога мениска и повышение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) свыше 20 мм/ч до операции.

Впервые создана модель прогнозирования на основе пяти простых и доступных в рутинной клинической практике предикторов, позволяющих оценить риск развития длительного синовита коленного сустава после артроскопии (Нуриахметов А. Н., 2024). На основе авторской модели был разработан онлайн-калькулятор, доступный практикующим врачам (Нуриахметов А. Н., 2024).

Разработан и апробирован алгоритм периоперационного и послеоперационного ведения пациентов с высоким риском развития синовита.

Предложена и реализована авторская схема мультимодальной профилактики и лечения длительного послеоперационного синовита с использованием мелкодисперсных форм ГКС. Эффективность предложенного метода оценена в сравнении с существующей клинической практикой, что обусловлено отсутствием общепринятых пошаговых рекомендаций.

Теоретическая и практическая значимость

Выявление предикторов развития длительного синовита коленного сустава после артроскопии у пациентов с остеоартритом 1-2 стадии способствует формированию персонализированного подхода к оценке и стратификации риска данного осложнения в клинической практике.

Прогностическая модель, основанная на простых и доступных клинических предикторах, а также разработанный авторский онлайн-калькулятор позволяют оценивать риск развития длительного синовита и способствуют принятию решений, основанных на доказательных данных. Это

даёт возможность травматологам-ортопедам своевременно выявлять пациентов группы высокого риска и корректировать тактику ведения. Предварительная стратификация рисков, своевременное вмешательство и профилактические мероприятия способствуют повышению качества ведения пациентов, направляемых на АсКС, и сокращению сроков нетрудоспособности. Интеграция прогностической модели и алгоритма лечения в повседневную практику сокращает время восстановления, улучшает результаты и качество жизни пациентов.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Кратные еженедельные внутрисуставные инъекции бетаметазона и триамцинолона приводят к развитию и прогрессированию дистрофических и некротических изменений в хрящевой ткани, субхондральной кости и синовиальной оболочке, что подтверждает дозозависимый характер их патологического воздействия.
2. Мужской пол, артроскопическое вмешательство с рефиксацией заднего рога мениска, отсутствие магнитотерапии, а также повышенные предоперационные значения СОЭ и ИМТ являются значимыми предикторами развития затяжного синовита коленного сустава после артроскопии. Прогностическая модель на их основе обладает высокой чувствительностью и специфичностью.
3. Внедрение алгоритма пери- и послеоперационного ведения пациентов с высоким риском длительного синовита и раннее применение внутрисуставных длительно действующих мелкодисперсных глюкокортикостероидов позволяет сократить продолжительность синовита.

Личное участие

Диссертант самостоятельно провел набор пациентов в исследование, их клиническое обследование, оперативное вмешательство, динамическое наблюдение и интерпретацию результатов опросников. Автор непосредственно принял участие в проведении экспериментального исследования на базе Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э.

Баумана (проведение внутрисуставных инъекций, эвтаназия, приготовление образцов суставных поверхностей). Статистическую обработку полученных результатов, их анализ и интерпретацию, написание кода онлайн-калькулятора, формулирование положений, выносимых на защиту, выводов и практических рекомендаций соискатель проводил лично.

Внедрение полученных результатов

Результаты исследования внедрены в работу в отделениях ортопедии №2 ГАУЗ «Республиканская клиническая больница Министерства здравоохранения Республики Татарстан». Применение практических рекомендаций и теоретических положений внедрено в учебный процесс при обучении студентов, ординаторов и врачей на кафедре травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России.

Апробация и степень достоверности работы

Основные результаты диссертационной работы были представлены на следующих научных конференциях и конгрессах: I Всероссийский междисциплинарный конгресс «Травматология-ортопедия. Реконструктивная хирургия» (ТОП-Саммит) (Казань, 2024 г.); IX Пироговский форум травматологов-ортопедов (Уфа, 2024 г.), 26th Asia Pacific League of Associations for Rheumatology Congress (Singapore, 2024).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 7 работ, в их числе две статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Получен Патент РФ и Регистрационное удостоверение на программу для ЭВМ.

Объём и структура диссертации

Диссертация изложена на 136 страницах машинописи, содержит 25 рисунков и 13 таблиц; включает в себя введение, обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты собственного исследования, заключение,

выводы, практические рекомендации и список литературы, включающий 191 литературный источник.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы

Исследование выполнено на кафедре травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний Казанского ГМУ на базе Республиканской клинической больницы МЗ РТ. Эксперимент проведён в 2018 г., ретроспективный анализ — в 2016–2020 гг., проспективное исследование — в 2020–2023 гг. Протокол одобрен локальным этическим комитетом, все участники дали информированное согласие. Дизайн исследования представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Дизайн исследования

Работа включала три этапа:

1. **In vivo исследование** влияния повторных внутрисуставных инъекций бетаметазона и триамцинолона на ткани коленного сустава кроликов. Тридцать животных были распределены по шести группам с разным числом (1, 3 и 6) еженедельных инъекций бетаметазона или триамцинолола; после завершения курса проводили эвтаназию и гистологический анализ хряща, субхондральной кости и синовиальной оболочки.
2. **Ретроспективная разработка прогностической модели** риска

длительного (>6 недель) синовита после артроскопии коленного сустава. Проанализированы данные 126 пациентов 2016–2020 гг. с I–II стадией остеоартрита КС и повреждениями менисков. Учитывались демографические параметры, данные МРТ, лабораторные показатели, особенности операции и послеоперационного течения.

Потенциальные факторы риска длительного синовита после артроскопии были отобраны с помощью однофакторного анализа ($p < 0,05$) и после диагностики коллинеарности включены в модель множественной логистической регрессии методом обратного пошагового исключения. Качество модели оценивали по Nagelkerke R^2 , критерию Хосмера–Лемешоу, статистической значимости коэффициентов (тест Вальда) и отношениям шансов $\text{Exp}(B)$. Для классификации применялся порог вероятности 0,5. Дискриминационная способность модели была проверена с помощью ROC-анализа, определён оптимальный cut-off (индекс Юдена), рассчитана AUC ($\text{AUC} \geq 0,7$ расценивалась как удовлетворительная). Точность классификации оценивали с помощью теста Макнемара и критерия Хосмера–Лемешоу, рассчитаны показатели эффективности классификации: чувствительность, специфичность, PPV, NPV и общая точность. Для клинического применения создана номограмма, визуализирующая вклад предикторов и суммарный риск длительного СпАС. На базе модели также разработаны веб-приложение Synocalc.ru и мобильное приложение для всех операционных систем. Они позволяют врачу вводить параметры пациента и мгновенно получать прогноз риска и рекомендации по алгоритму ведения.

3. Валидация и клиническое применение модели в проспективном исследовании. Схема дизайна исследования представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Дизайн III этапа

Всем пациентам проводилась последовательная клиническая оценка: до операции, через 24 часа, далее на 2, 6, 8, 12 неделях и через полгода. Синовит определяли по наличию выпота при клиническом осмотре, УЗИ или МРТ; длительным считался СпАС более 6 недель. Интенсивность боли фиксировалась по ВАШ и WOMAC-боль. Функциональное состояние коленного сустава оценивалось по KOOS, LAI, Lysholm и IKDC. Клиническая значимость изменений определялась с учётом минимально значимой разницы (MCID) и критериев приемлемого состояния пациента (PASS) по опубликованным пороговым значениям. Потребность в анальгетиках анализировалась по индексу потребления НПВП по методу Дугадоса. Общее состояние здоровья и качество жизни изучались с использованием опросника SF-36 с расчётом физических и психических компонент качества жизни.

Послеоперационное ведение пациентов в группе сравнения осуществлялось в соответствии со стандартной клинической практикой и включало базовые рекомендации. Аспирация выпота в суставе проводилась через день после операции и далее по показаниям при наличии значительного выпота; внутрисуставные глюкокортикостероиды в первые шесть недель не применялись.

Пациенты основной группы находились под активным наблюдением и получали структурированный протокол периоперационного ведения, направленный на снижение риска стойкого СпАС (рисунок 2). При выявлении

признаков выпота через две недели после артроскопии выполняли аспирацию синовиальной жидкости с последующим лабораторным анализом при необходимости; после эвакуации выпота выполнялась внутрисуставная инъекция глюкокортикостероидов (бетаметазон натрия фосфат + бетаметазон дипропионат) с соблюдением всех требований асептики.

Статистическая обработка результатов исследования

Статистическая обработка данных включала проверку распределения количественных переменных критериями Шапиро–Уилка и Колмогорова–Смирнова. Для сравнения независимых количественных данных применяли t-критерий Стьюдента либо U-критерий Манна–Уитни, для зависимых — критерий Уилкоксона. Сравнение качественных признаков осуществляли с использованием χ^2 или точного критерия Фишера с расчётом отношения шансов и 95% доверительных интервалов; статистически значимым считали уровень $p < 0,05$. Построение прогностической модели выполнялось с применением линейной и логистической регрессии, а её работоспособность оценивалась по чувствительности, специфичности, ППЦ, ОПЦ и площади под ROC-кривой.

Результаты собственного исследования и их обсуждение

В эксперимент включили 30 взрослых кроликов, разделённых на две группы лечения — бетаметазон (БМ) и триамцинолон ацетонид (ТА), по 15 животных в каждой. Внутри групп животные распределялись на подгруппы с одной, тремя и шестью еженедельными внутрисуставными инъекциями ($n=5$). Интактные суставы демонстрировали нормальную структуру хряща, субхондральной кости и синовиальной оболочки без патологических изменений. Введение БМ вызывало выраженную дозозависимую деструкцию суставных структур. Однократная инъекция приводила к минимальным очагам дистрофии и некроза, тогда как повторные инъекции сопровождались значительным повреждением хряща, прогрессирующим остеонекрозом субхондральной кости и некротической трансформацией синовиальной оболочки (таблица 1). После шести инъекций отмечались наиболее тяжёлые изменения с полной утратой зональной архитектуры хряща и обширным лизисом костных трабекул.

Таблица 1. Площади структурных компонентов интактного коленного сустава и после введения бетаметазона (в % от общей площади гистологического среза, М + m).

	Неизменная субхондральная кость	Субхондральная кость с явлениями дистрофии и некроза	Неизменный суставной хрящ	Суставной хрящ с явлениями дистрофии и некроза	Неизменная синовиальная оболочка	Синовиальная оболочка с явлениями дистрофии и некроза	Суставная полость
Контроль	39,86 ± 0,09	0	29,96 ± 0,13	0	20,14 ± 0,21	0	10,05 ± 0,02
Группа 1 б	39,34 ± 0,25**	0	29,33 ± 0,08***	1,14 ± 0,19***	19,12 ± 0,25***	1,56 ± 0,24**	9,50 ± 0,26**
Группа 2 б	27,98 ± 3,70***	8,11 ± 0,47 ***	21,78 ± 0,75**	10,05 ± 1,71**	14,62 ± 1,39**	7,81 ± 0,61**	9,65 ± 1,24
Группа 3 б	21,27 ± 1,38**	19,29 ± 1,50***	8,17 ± 0,58***	16,44 ± 1,61***	7,87 ± 0,40***	13,93 ± 0,75***	13,02 ± 3,1

ТА вызывал менее выраженные изменения (таблица 2). Однократное введение не влияло на структуру сустава, три инъекции приводили к умеренной гиперемии и отёку синовиальной оболочки без повреждения хряща и кости, а шесть инъекций вызывали преимущественно некротические изменения в синовиальной оболочке при сохранности субхондральной кости и очаговых ранних дегенеративных изменениях хряща. Таким образом, оба препарата демонстрируют дозозависимый эффект, однако степень повреждения при использовании БМ значительно выше, чем при ТА.

Таблица 2. Площади структурных компонентов коленного сустава в группе триамцинолона (в % от общей площади гистологического среза, М + m).

	Неизменная субхондральная кость	Субхондральная кость с явлениями дистрофии и некроза	Неизменный суставной хрящ	Суставной хрящ с явлениями дистрофии и некроза	Неизменная синовиальная оболочка	Синовиальная оболочка с явлениями дистрофии и некроза	Суставная полость
Контроль	38,11 ± 2,25	0	27,16 ± 1,99	0	22,19 ± 1,38	0	13,09 ± 0,76
Группа 1т	37,32 ± 2,31	0	26,93 ± 1,73	0	20,13 ± 1,34*	1,01 ± 0,05***	14,61 ± 0,84*
Группа 2т	37,01 ± 3,10	0,90 ± 0,08**	26,31 ± 1,92	0,27 ± 0,09**	19,97 ± 1,84	3,10 ± 0,09***	12,44 ± 1,20
Группа 3т	36,95 ± 2,65	1,03 ± 0,60**	24,33 ± 1,72*	2,28 ± 0,71**	9,36 ± 0,99***	11,24 ± 0,79***	14,81 ± 1,62

В ретроспективный анализ включили 126 пациентов из 893 перенесших артроскопию коленного сустава в 2016–2020 гг., соответствующих критериям включения. Средний возраст составил 56,8 ± 1,56 лет; у большинства отмечались стадии ОА 1–2 по Kellgren–Lawrence. До операции часть пациентов имела умеренный выпот, проходила магнитотерапию и консервативное лечение. Всем

проводили артроскопию: резекцию или шов мениска, хондропластику; осложнений не зарегистрировано. Послеоперационную магнитотерапию получили более 90% пациентов. Стойкий синовит, сохранявшийся более 6 недель, был отмечен у 16% больных; выборка была разделена на обучающую (n=94) и тестовую (n=32) без значимых различий по исходным параметрам.

Для выявления факторов риска персистирующего синовита построена логистическая регрессионная модель. В итоговую модель вошли пять независимых предикторов: пол, отсутствие магнитотерапии, повышенная СОЭ, более высокий ИМТ и тип вмешательства. Модель показала хорошую дискриминирующую способность (Nagelkerke $R^2 > 0,4$), отсутствие мультиколлинеарности и высокую дискриминационную способность (AUC=0,875).

Таблица 3 – Результаты логистического регрессионного анализа

Переменные	x	Коэф.	Ст.ош.	Вальд.	P	ОШ	95% ДИ	
							0,025	0,975
Константа		-19,723	8,24	5,729	0,017	0		
Пол	x1	2,933	1,317	4,962	0,026	18,788	1,422	248,155
Магнитотерапия	x2	6,944	2,401	8,361	0,004	1036,6	9,365	114747,3
СОЭ	x3	0,39	0,173	5,092	0,024	1,477	1,053	2,0272
Артроскопическое вмешательство	x4	-4,133	1,654	6,242	0,012	0,016	0,001	0,41
ИМТ	x5	0,461	0,226	4,16	0,041	1,586	1,018	2,471

Валидация на независимой тестовой выборке (n=32) продемонстрировала устойчивость модели: чувствительность составила 68,8%, специфичность 84,0%, AUC=0,872 (95% ДИ: 0,776–0,969). Для повышения клинической применимости логистической модели была построена номограмма, позволяющая в наглядной графической форме оценивать индивидуальный риск стойкого послеоперационного синовита.

В проспективное рандомизированное исследование включили 350 пациентов, из которых с помощью разработанной прогностической модели были выделены 56 человек с высоким риском длительного послеоперационного синовита. После исключения пациентов с выраженным гистологическим воспалением или отсутствием синовита после операции окончательная выборка

включила 48 человек, рандомизированных на основную группу и группу сравнения с сопоставимыми исходными характеристиками. Всем пациентам была выполнена артроскопия с биопсией, чаще всего хондропластика и дебридмент, периоперационных осложнений не зарегистрировано.

Основной конечной точкой было сохранение синовита в динамике. В группе высокого риска частота СпАС была значительно выше, чем в группе низкого риска, что подтвердило прогностическую эффективность модели (85,7% против 14,3%, ОШ 36,0 (95% ДИ: 15,9–81,47, $p < 0,001$). В рамках рандомизированного этапа раннее внутрисуставное введение ГКС у пациентов основной группы привело к существенному сокращению длительности синовита по сравнению со стандартным ведением: к 8-й неделе СпАС сохранялся у 25% против 58,3% в группе сравнения (ОШ 4,2, 95% ДИ 1,228–14,365, $p = 0,019$), а медианная длительность составила 1,0 [1,0; 2,0] месяца ($1,5 \pm 1,14$) против 3,0 [1,0; 4,75] месяца ($3,17 \pm 2,6$) месяцев. Кривые Каплана–Майера показали статистически значимое преимущество ранних ГКС, что подтверждает их способность прерывать формирование стойкого воспалительного процесса и предотвращать хронизацию синовита (рисунок 3).

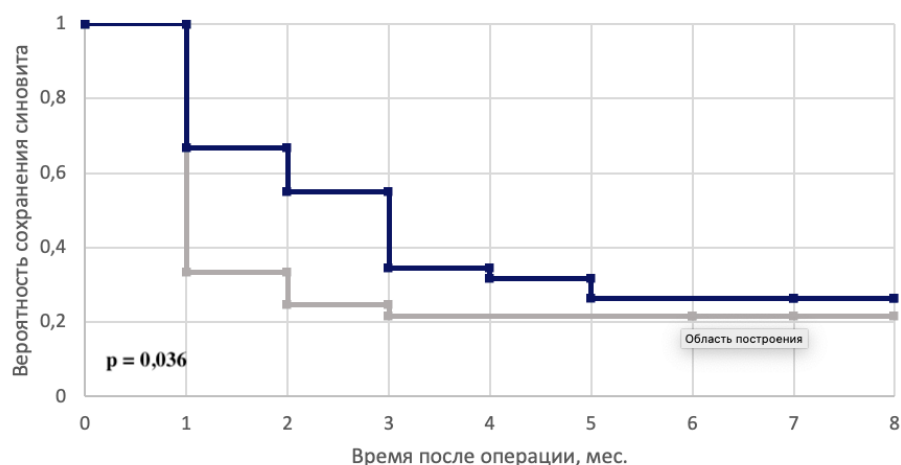


Рисунок 3 – Кривые Каплана-Майера продолжительности синовита в основной группе и группе сравнения

Интенсивность боли в основной группе значительно снизилась уже к третьему месяцу послеоперационного периода: уменьшение боли было почти

вдвое выраженнее, чем в группе сравнения (ВАШ на $42,6 \pm 7,9$ балла против $21,9 \pm 17,2$ балла, $p < 0,001$, t-критерий Стьюдента 5,34; WOMAC-боль на $7,67 \pm 2,94$ баллов против $3,67 \pm 3,49$ балла, $p < 0,001$, t-критерий Стьюдента 4,287) и сопровождалось меньшей потребностью в анальгетиках (35,0% против 65,0%, $p < 0,001$, тест Макнемара). В группе сравнения также отмечалась положительная динамика, однако улучшение наступало медленнее и было менее выраженным; к шестому месяцу показатели боли в обеих группах выровнялись, что отражает сопоставимые долгосрочные результаты при различной начальной тактике.

Клинико-функциональные показатели продемонстрировали более быстрое и выраженное улучшение в основной группе, особенно в подшкалах, чувствительных к воспалению (KOOS_б, KOOS_с), где разница между группами была максимальной в первые три месяца (таблица 4). Большинство пациентов в основной группе достигли MCID и PASS раньше, чем в группе сравнения, однако к шестому месяцу различия стали сопоставимыми (таблица 5).

Таблица 4. Подшкалы KOOS на разных этапах исследования

Показатель	Группа	До артроскопии	Через 3 мес	Через 6 мес
KOOS общий	основная	$49,38 \pm 4,49$	$73,96 \pm 6,62^{***}$	$76,33 \pm 4,74^*$
	сравнения	$50,69 \pm 6,55$	$66,60 \pm 10,09^{***}$	$75,25 \pm 8,16^{**}$
KOOS _б	основная	$53,83 \pm 8,16$	$78,54 \pm 9,65^{***}$	$75,88 \pm 8,76$
	сравнения	$56,88 \pm 11,29$	$72,83 \pm 11,10^{***}$	$78,50 \pm 12,51^{**}$
KOOS _с	основная	$47,75 \pm 7,30$	$79,71 \pm 7,46^{***}$	$85,71 \pm 5,09$
	сравнения	$50,92 \pm 8,48$	$69,75 \pm 14,73^{***}$	$84,71 \pm 8,29^{**}$
KOOS-ADL	основная	$57,42 \pm 5,23$	$84,13 \pm 6,59^{***}$	$85,42 \pm 7,35$
	сравнения	$58,00 \pm 6,81$	$79,42 \pm 9,45^{***}$	$85,08 \pm 9,10^{**}$
KOOS _{сo}	основная	$45,21 \pm 6,83$	$53,13 \pm 9,30^{**}$	$54,17 \pm 10,18$
	сравнения	$45,63 \pm 7,85$	$48,54 \pm 11,18$	$56,88 \pm 9,87^*$
KOOS _{кж}	основная	$42,33 \pm 7,39$	$66,83 \pm 10,53^{***}$	$72,67 \pm 8,77^*$
	сравнения	$39,54 \pm 6,03$	$61,08 \pm 10,48^{***}$	$68,83 \pm 11,11^{**}$

Таблица 5. Доля пациентов, достигших MCID и PASS по различным подшкалам KOOS

Показатель	Группа	MCID, %	PASS, %
KOOSб	основная	95,8	66,7***
	сравнения	79,2	25,0***
KOOSc	основная	95,8	87,5***
	сравнения	79,2	37,5***
KOOS-ADL	основная	95,8	29,2
	сравнения	91,7	12,5
KOOSco	основная	33,3	33,3
	сравнения	29,2	25,0
KOOSкж	основная	91,7	100
	сравнения	75,0	87,5

Аналогичная положительная динамика наблюдалась при анализе индексов LAI и Lysholm (рисунок 5, 6).

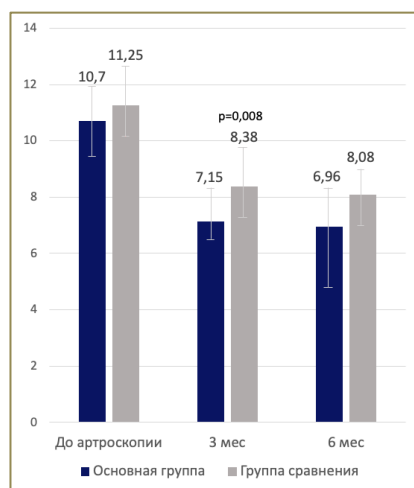


Рисунок 5 – Динамика индекса LAI в группах исследования

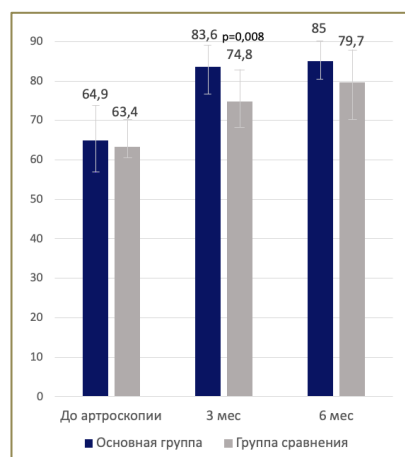


Рисунок 6 – Динамика индекса Lysholm в группах исследования

На исходном этапе в группах лечения и сравнения наблюдались в целом сопоставимые показатели по отдельным шкалам опросника SF-36 (Рисунок 7). Через 3 месяца в основной группе наблюдались значительно более высокие показатели физического функционирования (PF) ($79,2 \pm 2,2$ против $71,7 \pm 2,0$; $p = 0,014$, t-критерий Стьюдента 2,566), телесной боли (BP) ($74,3 \pm 3,0$ против $61,3 \pm 4,2$; $p = 0,016$, t-критерий Стьюдента 2,504) и общего состояния здоровья (GH) ($79,8 \pm 1,9$ против $70,2 \pm 2,2$; $p < 0,001$, t-критерий Стьюдента 3,285) по сравнению с группой сравнения. Кроме того, медианные баллы ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием (RP), были значительно выше в основной группе ($75,0 [50,0-75,0]$), чем в группе сравнения ($50,0 [25,0-75,0]$) ($p = 0,042$, тест Манна-Уитни), что указывает на меньшее количество ограничений из-за физического состояния.

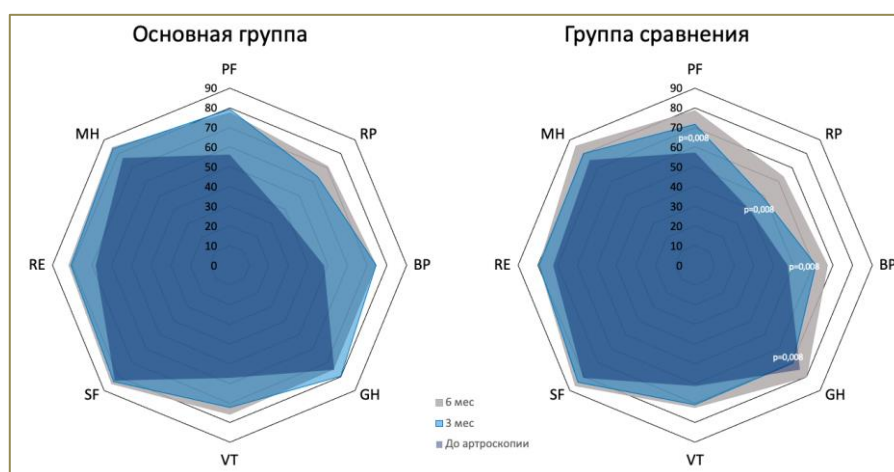


Рисунок 7 – Динамика шкал SF-36 в группах исследования с течением времени

Интегральный показатель физического здоровья (PCS) через три месяца после операции также продемонстрировал статистически значимое улучшение в обеих группах ($p < 0,05$, Рисунок 8). В основной группе выявлен более высокий показатель PCS по сравнению с контрольной группой ($44,1 \pm 1,14$ против $38,1 \pm 1,07$) со статистически значимой межгрупповой разницей ($p < 0,001$; t-критерий Стьюдента = 3,88). Через шесть месяцев после операции различия между группами по показателям PCS стали сопоставимыми.

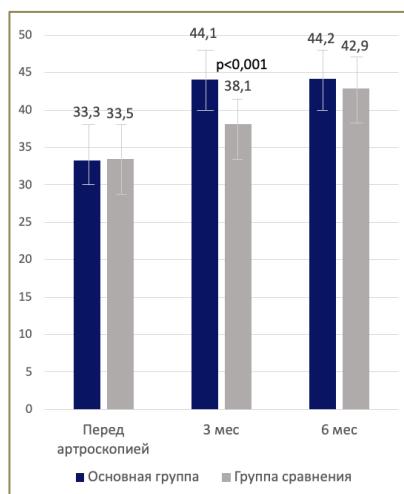


Рисунок 8 – Динамика по шкале PCS в обеих группах

Таким образом, проведённое исследование комплексно охарактеризовало проблему развития длительного стойкого синовита после артроскопии коленного сустава у пациентов с остеоартритом 1–2 стадии, экспериментально подтвердило риски, связанные с повторными внутрисуставными инъекциями глюкокортикоидов, выявило клинически значимые предикторы неблагоприятного течения и позволило создать инструменты индивидуального прогнозирования риска.

ВЫВОДЫ

1. Подтверждена высокая клиническая значимость проблемы осложнений после артроскопии коленного сустава. Установлено, что послеоперационный синовит является частым осложнением артроскопии, встречаясь у 25,7% пациентов, затрудняя послеоперационную реабилитацию, увеличивая сроки нетрудоспособности и ухудшая функциональные результаты лечения.

2. Предикторами затяжного синовита коленного сустава после артроскопии у пациентов с ОА 1–2 стадии были мужской пол (ОШ 16,481, 95% ДИ 1,458–186,317), отсутствие магнитотерапии (ОШ 17,606, 95% ДИ 1,98–156,554), артроскопическое вмешательство с рефиксацией корня мениска (ОШ 16,504, 95% ДИ 1,281–212,557), а также высокие предоперационные уровни СОЭ (ОШ 1,377, 95% ДИ 1,068–1,774) и ИМТ (ОШ 1,565, 95% ДИ 1,147–2,136).

3. Экспериментальное исследование подтвердило наличие зависимости между числом внутрисуставных инъекций бетаметазона или триамцинолона и выраженностью морфологических изменений компонентов сустава. Однократное введение препаратов не вызывало выраженных структурных изменений в тканях сустава. При трёхкратных еженедельных всГКС отмечались дистрофические и некротические изменения: площадь поражения хрящевой ткани составила $10,05 \pm 0,75\%$ ($p < 0,05$), субхондральной кости – $8,11 \pm 0,5\%$ ($p < 0,001$), синовиальной оболочки – $6,25 \pm 0,32\%$ ($p < 0,05$). При шестикратном введении препарата площадь некротических изменений хряща оказалась на $6,39 \pm 0,75\%$ больше по сравнению с группой, получившей три инъекции ($p < 0,001$), субхондральной кости – на $11,18 \pm 0,5\%$ ($p < 0,001$), синовиальной оболочки – на $6,12 \pm 0,32\%$ ($p < 0,001$). Инфильтрация воспалительных клеток в тканях сустава не выявлялась, что указывает на асептическую природу некротических изменений.

4. На основе выделенных предикторов была разработана прогностическая модель для оценки риска длительного синовита, которая продемонстрировала высокую чувствительность (71,4%) и специфичность (95,8%) с AUC 0,968 (95% ДИ 0,936–0,999) в обучающей выборке, а в тестовой выборке – AUC 0,742 (95% ДИ 0,556–0,927) с положительной прогностической ценностью 62,5% и отрицательной прогностической ценностью 92,0%.

5. Предложенная мультимодальная модель периоперационного и послеоперационного ведения пациентов не приводила к увеличению риска инфекций, но сократила длительность синовита (1,0 [1,0; 2,0] мес против 3,0 [1,0; 4,75] мес, $p = 0,008$, логарифмический ранговый тест: хи-квадрат 4,4 ($p = 0,036$) и улучшила функциональные показатели, что проявилось в достоверно более выраженных изменениях к третьему месяцу в основной группе: подшкала KOOS боль – $78,54 \pm 9,65$ против $72,83 \pm 11,10$ в группе сравнения, симптомы ($79,71 \pm 7,46$ против $69,75 \pm 14,73$), индекс Lysholm ($83,6 \pm 9,3$ против $74,8 \pm 12,5$), а также LAI ($7,15 \pm 2,06$ против $8,38 \pm 1,58$) и IKDC ($70,77 \pm 9,88$ против $64,59 \pm 10,77$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Пациентам с ОА 1–2 стадии, которым планируется артроскопическое вмешательство, рекомендуется учитывать выявленные предикторы развития затяжного синовита: мужской пол, отсутствие магнитотерапии, запланированная рефиксация корня мениска, а также высокие предоперационные уровни СОЭ и ИМТ.

2. Для оценки риска длительного синовита целесообразно использовать разработанную прогностическую модель, реализованную в виде онлайн-калькулятора, мобильного приложения и номограммы. Мобильное приложение позволяет персонализировать тактику ведения пациентов и своевременно реализовывать профилактические мероприятия.

3. В периоперационном периоде рекомендуется следовать предложенному алгоритму лечения, включающему предоперационное введение селективных НПВП и антибиотиков, обязательную магнитотерапию и раннее внутрисуставное введение ГКС при сохранении синовита более двух недель. Реализация этих мероприятий способствует значительному сокращению длительности синовита и улучшению функциональных показателей коленного сустава.

4. Рекомендуется избегать повторных внутрисуставных инъекций ГКС, учитывая высокий риск дистрофических и некротических изменений тканей сустава.

СОДЕРЖАНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Полученные результаты определяют перспективные направления дальнейших исследований: выявленные предикторы стойкого СпАС (мужской пол, отсутствие магнитотерапии, рефиксация заднего рога мениска, повышенные СОЭ и ИМТ) формируют основу для совершенствования предоперационной стратификации риска и требуют проверки на более крупных многоцентровых выборках с возможным расширением модели за счёт методов визуализации и молекулярных маркеров; высокая точность прогностической модели (AUC 0,968 и 0,841) подтверждает её клинический потенциал и обосновывает разработку

цифровых инструментов для персонализированного планирования пери- и послеоперационного ведения; эффективность предложенного алгоритма лечения и профилактики в снижении длительности СпАС и улучшении функции сустава подчёркивает необходимость дальнейших рандомизированных исследований для оценки его долгосрочной безопасности, результативности и влияния на прогрессирование остеоартрита.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Раннее внутрисуставное введение глюкокортикостероидов при синовите коленного сустава после артроскопии: эффективность в снижении болевого синдрома и продолжительности синовита / А.Н. Нуриахметов, Т.Ю. Нуриахметова, И.Ф. Ахтямов [и др.] // Политравма. – 2025. – № 1. – С. 13–19.
2. Превентивное применение глюкокортикостероидов при высоком риске послеоперационного синовита: влияние на клинические и функциональные результаты / А.Н. Нуриахметов, Т.Ю. Нуриахметова, И.Ф. Ахтямов, Р.З. Салихов // Практическая медицина. – 2025. – Т. 23, № 1. – С. 125–133.
3. Нуриахметов А.Н. Способ прогнозирования риска длительного послеоперационного синовита коленного сустава / А.Н. Нуриахметов, Т.Ю. Нуриахметова, И.Ф. Ахтямов // Патент RU 2822328 С1. – 2024. – 4 июля. – Заявка № 2024112214 от 06.05.2024.
4. SYNOCALC / А.Н. Нуриахметов, И.Ф. Ахтямов, Т.Ю. Нуриахметова, Б.И. Закиров // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024690056. – 2024. – 11 декабря. – Заявка № 2024687554 от 18.11.2024.
5. Дозозависимое влияние бетаметазона на суставной хрящ (экспериментальное исследование) / А.Н. Нуриахметов, И.Ф. Ахтямов, Д.Э. Цып-лаков [и др.] // Гений ортопедии. – 2021. – Т. 27, № 1. – С. 80–86.
6. Effect of triamcinolone acetonide on articular cartilage / A.N. Nuriakhmetov, I.F. Akhtyamov, D.E. Tsyplakov [et al.] // BioNanoScience. – 2022. – №12. – С. 496 – 501.
7. Functional morphology of regional lymph nodes after intra-articular injection of various doses of betamethasone into the knee joint (experimental study) /

D.E. Tsyplakov, N.L. Blatt, I.F. Akhtiamov [et al.] // BioNanoScience. – 2022. – №12. – С. 700 – 707.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АсКС – артроскопия коленного сустава

БМ – бетаметазон

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

ГКС – глюкокортикостероиды

ИМТ – индекс массы тела

ОА – остеоартрит

СОЭ – скорость оседания эритроцитов

СпАС – синовит после артроскопии

ТА – триамцинолона ацетонид

AUC – площадь под кривой (area under the curve)

KOOS – шкала оценки результатов травмы коленного сустава и остеоартрита (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score)

LAI – индекс Лекена (Lequesne Algofunctional Index)

MCID – минимально клинически значимое улучшение (minimal clinically important difference)

PASS – состояние симптомов, приемлемое для пациентов (patient acceptable symptom state)

SF-36 – опросник качества жизни (short form 36)

WOMAC-боль – раздел боли индекса ОА Университетов Западного Онтарио и Макмастера