

На правах рукописи



Ян Яньбинь

**Лазерные технологии в лечении пациентов с хроническим синовитом
коленного сустава**

14.01.15 – Травматология и ортопедия

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Лычагин Алексей Владимирович

Официальные оппоненты:

Лазишвили Гурам Давидович – доктор медицинских наук, 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 кафедры

Маланин Дмитрий Александрович – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, заведующий кафедрой

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «26» сентября 2022 года в 13:00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.10 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 19435, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 1

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНМБ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119034, Москва, Зубовский бульвар, д. 37/1 и на сайте организации [www. sechenov.ru](http://www.sechenov.ru)

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор медицинских наук, профессор



Тельпухов Владимир Иванович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Остеоартроз коленного сустава – одна из наиболее распространенных ортопедических патологий, с которой пациенты обращаются за медицинской помощью [М.Ю. Блоков, 2016]. При этом в XXI веке остеоартроз все чаще встречается у пациентов не только пожилого, но и трудоспособного возраста, что является как медицинской, так и социально-экономической проблемой [Р.П. Матвеев, 2012].

У всех пациентов с остеоартрозом коленного сустава отмечается воспалительная реакция, имеющая волнообразное течение, причем для периодов обострения характерна гиперпродукция синовиальной жидкости. В ряде случаев, особенно при наличии внутрисуставных патологий, препятствующих движениям в суставе (поврежденные мениски, разрывы связок с явлениями нестабильности, свободные фрагменты разрушенного суставного хряща и др.) синовит приобретает хронический характер, и избыточное количество патологически измененной синовиальной жидкости в суставе отмечается уже постоянно, плохо поддаваясь проводимой противовоспалительной терапии [А.И. Дядык, 2012]. Одним из проявлений такого хронического синовита может являться формирование подколенной кисты (Бейкера), которая при достижении значительных размеров приводит к появлению хронического болевого синдрома и дисфункции сустава [L Martí-Bonmatí, 2000; T.J. Frush, 2015; A. Shah, 2017]. В связи с этим купирование хронического синовита является важной мерой для предотвращения прогрессирующих патологических изменений в коленном суставе, улучшения его функции и повышения показателей качества жизни пациентов [I. Atukorala, 2016; D.T. Felson, 2016; A. Mathiessen, 2017].

Применение нестероидных противовоспалительных препаратов без устранения механических препятствий для нормальных движений сустава имеет, как правило, лишь незначительный и кратковременный эффект. Но даже артроскопическая санация не всегда приводит к купированию длительно текущего

хронического воспалительного процесса. Измененная синовиальная оболочка уже сама поддерживает патологические реакции, слабо отвечая на противовоспалительное лечение, вплоть до внутрисуставного введения глюкокортикоидов, что приводит к необходимости определения показаний к синовэктомии [Г.М. Кавалерский, 2009].

Эту операцию можно выполнить с помощью химического, радионуклидного или хирургического воздействия, причем последнее осуществляют как «открытым» способом с применением артротомии, так и малоинвазивно, используя артроскопические методики. Наиболее щадящей и достаточно эффективной является методика артроскопической лазерной синовэктомии с применением длины волны 1,06 мкм [С.В. Иванников, 2001; А.В. Лычагин, 2021; А.Lychagin, 2021].

В отношении кисты Бейкера на смену методикам пункций, чрескожных инъекций и хирургического иссечения, имеющим высокую частоту осложнений и рецидивов, пришли артроскопические методики, в том числе с применением лазерных технологий, однако вопрос об оптимальных параметрах используемого излучения до конца не решен.

Таким образом, несмотря на все более широкое применение лазерных технологий в лечении хронических синовитов коленного сустава, до сих пор не сформирован единый подход к проведению комплексного артроскопического лечения таких пациентов, особенно при наличии кисты Бейкера. Отсутствуют публикации об одномоментном воздействии на синовиальную оболочку коленного сустава в сочетании с облитерацией кисты Бейкера. Имеющиеся работы говорят об ожидаемом хорошем результате от сочетания воздействия лазерного излучения с различной длиной волны, однако такую методику требуется разработать и обосновать, что и обуславливает актуальность предпринятого исследования.

Степень разработанности темы исследования

Остеоартроз коленного сустава, одна из наиболее распространенных ортопедических патологий (55%) [О.В. Бейдик, 2006]. На всех стадиях остеоартроза можно выявить синовит, который иногда сопровождается

формированием кисты Бейкера (КБ) [А.И. Дядык, 2012]. Удаление синовиальной оболочки и КБ можно осуществлять различными способами: химическим, радионуклидным, хирургическими («открытая» и артроскопическая методики).

Однако, до сих пор не сформирован единый подход к проведению комплексного артроскопического лечения таких пациентов, несмотря на все более широкое применение лазерных технологий в лечении хронических синовитов коленного сустава. Отсутствуют публикации об одномоментном воздействии на синовиальную оболочку коленного сустава в сочетании с облитерацией кисты Бейкера. Имеющиеся работы говорят об ожидаемом хорошем результате от сочетания воздействия лазерного излучения с различной длиной волны, однако такую методику требуется разработать и обосновать, что и обуславливает актуальность предпринятого исследования.

Цель работы - улучшить результаты лечения пациентов с хроническим синовитом коленного сустава путем применения артроскопических лазерных технологий.

Задачи работы:

1. Изучить в эксперименте термический эффект воздействия на синовиальную оболочку сустава лазерного излучения с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм.
2. Изучить в эксперименте морфологические изменения в синовиальной оболочке коленного сустава человека при воздействии на нее лазерного излучения с длиной волны 0,97 и 1,56 мкм в сравнении с воздействием холодноплазменной абляции.
3. Разработать методику лечения пациентов с хроническим синовитом коленного сустава, основанную на применении лазерных технологий, сочетающих в одном луче две длины волны.
4. Разработать методику и показать эффективность комплексного лазерного воздействия в лечении пациентов с кистой Бейкера на фоне хронического синовита коленного сустава.
5. Доказать преимущество применения при хроническом синовите коленного сустава разработанной методики лазерного воздействия.

Вид работы: Тема относится к плановой работе кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) «Лазерные технологии в лечении пациентов с хроническим синовитом коленного сустава» по специальности 14.01.15 – «травматология и ортопедия» и утверждена на Ученом совете (протокол № 1640/ОП-32 от 29.11.2018 г.).

Научная новизна:

1. Впервые в эксперименте доказана термическая и морфологическая безопасность обработки синовиальной оболочки суставов лазерным излучением с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм.

2. Впервые доказана эффективность применения двух длин волн в одном лазерном луче при артроскопической лазерной синовэктомии коленного сустава.

3. Впервые разработана и успешно применена на практике двойная коагуляция устья кист Бейкера из трансартикулярного и транскистозного доступов.

4. Впервые доказана возможность и эффективность одновременного выполнения лазерной облитерации кисты Бейкера в сочетании с артроскопической лазерной синовэктомией.

Практическая значимость работы:

1. Экспериментальное обоснование безопасности обработки синовиальной оболочки лазерным лучом, сочетающим длины волны 0,97 и 1,56 мкм, позволило разработать и применить в клинической практике методику лечения пациентов, основанную на применении указанных параметров лазерного излучения.

2. Использование методики комплексного воздействия, включающей лазерную коагуляцию устья кисты Бейкера из двух доступов и лазерную артроскопическую синовэктомию лучом, сочетающим одновременно две длины волны 0,97 и 1,56 мкм, позволило улучшить результаты лечения пациентов, избежав осложнений и рецидивов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Применение при артроскопической лазерной синовэктомии коленного сустава двух длин волн в одном лазерном луче имеет преимущество перед использованием абляции как по безопасности, так и по результатам лечения.

2. При сочетании хронического синовита коленного сустава с кистой Бейкера может быть рекомендована методика одноэтапного выполнения двойной коагуляции устья кисты из трансартрикулярного и транскистозного доступов совместно с лазерной синовэктомией.

Апробация работы

Основные положения, изложенные в диссертации, были доложены и обсуждены на VI ПИРОГОВСКОМ ФОРУМЕ ТРАВМАТОЛОГОВ-ОРТОПЕДОВ, посвящённом 50-летию кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф МГМСУ имени А. И. Евдокимова (Москва, 2021).

Результаты диссертационного исследования доложены на кафедральном совещании кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины им. Н. Ф. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Внедрение в практику

Предложенные методы внедрены в практику клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов УКБ № 1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова г. Москвы, являющейся клинической базой кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Материалы исследования использованы в преподавании цикла травматологии и ортопедии студентам, клиническим ординаторам и аспирантам, проходящим обучение в ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Личный вклад автора

Автором лично была сформулирована тема настоящего исследования, проведен аналитический обзор зарубежной и отечественной литературы. Автором

сформулированы цель и задачи исследования, разработан дизайн исследования, проведен экспериментальный этап работы. Все материалы диссертации получены, обработаны и проанализированы лично автором: набор, обследование и анкетирование 127 пациентов и распределение их по группам с последующим тщательным анализом результатов, заполнением протоколов клинических наблюдений, статистической обработкой полученных результатов. Сформулированы выводы и практические рекомендации.

Публикации

По результатам исследования автором опубликовано 4 работы, в том числе 2 научных статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета / Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; 2 статьи в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 14.01.15 – «Травматология и ортопедия», а именно посвящена методам лечения пациентов с хроническим синовитом и кистой Бейкера, что будет способствовать сохранению здоровья населения, восстановлению трудоспособности, сокращению продолжительности и улучшению качества лечения, сокращению реабилитационного периода, повышению качества жизни. Результаты проведенного исследования соответствуют области исследования, согласно пунктам 1, 3, 4 паспорта научной специальности «Травматология и ортопедия».

Объем и структура диссертационного исследования

Текст диссертации изложен на 141 страницах текста, включающего введение, главу обзора литературы, главы собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, перечень используемых сокращений и список литературы, содержащий 214 источников, из которых 89 отечественных и 125 зарубежных авторов. В работе 41 рисунок и 54 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Мы провели проспективное когортное исследование в клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов Сеченовского Университета в период с 2018 по 2021 гг., разделив его на две фазы – экспериментальную и клиническую. Схематично дизайн исследования представлен на Рисунок 1.



Рисунок 1 – Дизайн исследования

Экспериментальная фаза была выполнена в сентябре и октябре 2019 года. Задача этапа – определение степени воздействия и безопасности лазерного излучения при артроскопической лазерной синовиэктомии. Экспериментальная фаза разделена на 2 этапа. Первый этап – оценка термического эффекта лазерного воздействия на синовиальную оболочку коленного сустава. Второй этап – морфологическое исследование воздействия лазерного излучения после термической обработки.

Цель первого этапа эксперимента: определение оптимальных параметров на основании изучения степени воздействия лазерного излучения на синовиальную оболочку коленного сустава при проведении артроскопической лазерной операции при хроническом синовите.

Эксперимент разработан, создан и протестирован совместно с лабораторией НТО «ИРЭ-Полюс» (Россия, г. Москва) при участии кандидата физико-математических наук Е. Д. Старцевой.

Измерение тепловых полей, образующихся при воздействии лазерного излучения на поверхность синовиальной оболочки, проводилось локально с помощью термопары (Рисунок 2).

Первый этап эксперимента

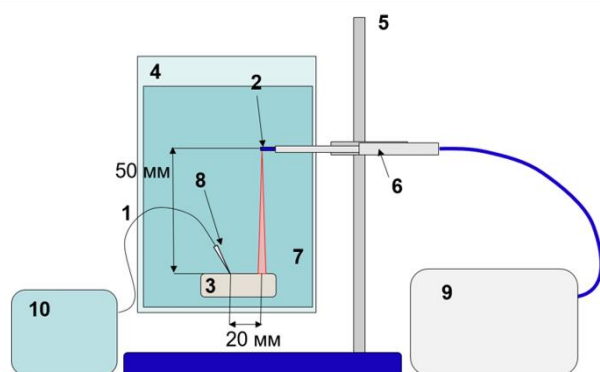


Рисунок 2 - Принципиальная схема экспериментальной установки для локального измерения температуры синовиальной оболочки: 1 - Термопары Physitemp IT-23; 2 - Волоконный инструмент; 3 - Синовиальная оболочка; 4 - Контейнер; 5 - Лабораторный стенд; 6 - Держатель волокна; 7 - Раствор хлорида натрия; 8 - Инъекционная игла; 9 - Лазерный аппарат; 10 – ПК

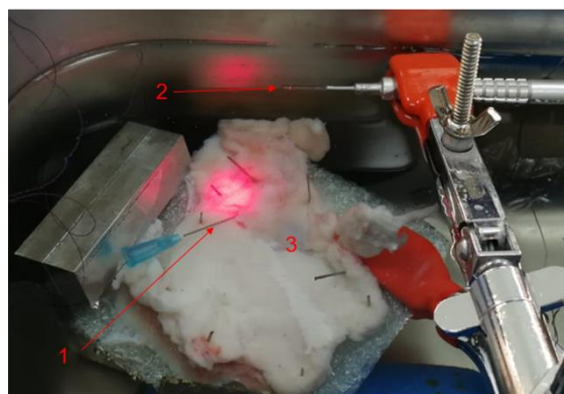


Рисунок 3 - Фотография лабораторной установки для локального измерения температуры синовиальной оболочки. 1 - Термопара Physitemp IT-23 (США) диаметром 0,076 мм; 2 - Волоконный световод диаметром 600 мкм с боковым выходом; 3 - Синовиальная оболочка

Все измерения производились при комнатной температуре, т.к. во время операции ирригация полости коленного сустава производится физическим раствором комнатной температуры ($\approx 22^\circ\text{C}$). Локальное измерение температуры в объеме синовиальной оболочки производилось с использованием термопары Physitemp IT-23 (США) диаметром 0,076 мм.

Для эксперимента мы использовали синовиальную оболочку, которую фиксировали в ёмкости с физраствором (Рисунок 3).

Воздействие на синовиальную оболочку производилось лазерным излучением с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм, мощностью 10 Вт в импульсно-периодическом режиме со скважностью импульсов равной 1,5. Длительность воздействия составляла 50 секунд. Измерение локальной

температуры синовиальной оболочки в течение 50 секунд показало увеличение температуры в точке на 1°C . Воздействие лазерного излучения на синовиальную оболочку является безопасно (Рисунок 4).

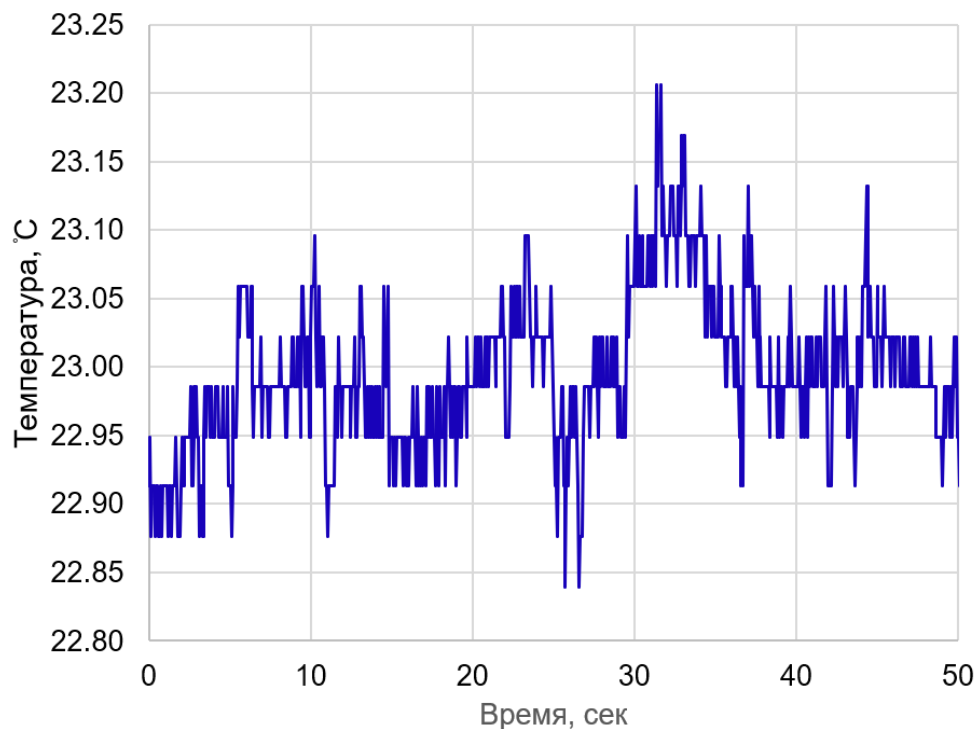


Рисунок 4 – Зависимость температуры синовиальной оболочки от времени при воздействии лазерного излучения с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм в водной среде на расстоянии от точки воздействия 50 мм от поверхности образца и 20 мм от центра лазерного пятна

Цель второго этапа эксперимента: изучение морфологических изменений воздействия лазерного излучения и холодноплазменной абляции на синовиальную оболочку коленного сустава пациентов на поздних стадиях ОА *in vitro*.

Нами проведено исследование хирургического материала, полученного при резекции патологически измененных коленных суставов у 5 пациентов в ходе выполнения тотального эндопротезирования. Соединительная ткань каждого пациента была разделена на 3 части – всего 15 фрагментов синовиальной оболочки.

Было выполнено разделение на три группы: 1. Интактная синовиальная оболочка – принята за контрольную (n=5); 2. Синовиальная оболочка после воздействия лазера (n=5) – подверглась воздействию лазера в

импульсно-периодическом режиме (длина волны 0,97 мкм, импульс 100 мс, пауза 50 мс, мощность 5 Вт) и в непрерывном режиме (длина волны 1,56 мкм, мощность 5 Вт, 10 секунд); 3. Синовиальная оболочка после холодноплазменной абляции (n=5) – воздействию холодноплазменной абляции (мощность 40 Вт, 10 секунд; VAPR® COOLPULSE® 90 Suction Electrode, Depuy Mitek, USA). И лазер, и холодноплазменная абляция применялись в течение 10 сек. Материал обрабатывали рутинными методиками. Гистологические срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, а также пикрофуксином по ван Гизону.

Мы сравнили морфологические результаты воздействия на синовиальную оболочку лазерного излучения и холодноплазменной абляции. Результаты свидетельствуют о том, что применение лазера приводит лишь к поверхностным изменениям. Некротизируются кроющие синовиоциты и развивается отек субсиновиального слоя. Этот метод не оказывает воздействия на капсулу сустава (Рисунок 5). Применение холодноплазменной абляции повреждает не только кроющие синовиоциты, но и субсиновиальный слой. Развивается коагуляционный некроз. При этом мы увидели очаги коагуляционного некроза и в капсуле (Рисунок 6).

Данный эксперимент подтверждает малую травматичность воздействия лазерного излучения.

Второй этап эксперимента

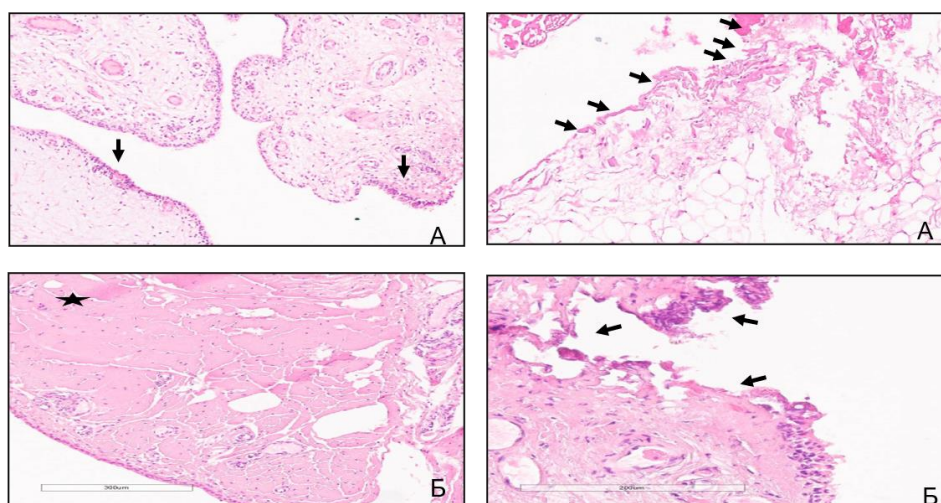


Рисунок 5 - Остеоартроз. Синовиальная оболочка после воздействия лазера: А) Выраженный отек субсиновиального слоя. Очаговый поверхностный некроз кроющих синовиоцитов (стрелка). Б) Склероз и гиалиноз (звездочка). Окр. Г-Э, x100.

Рисунок 6 - - Остеоартроз. Синовиальная оболочка после воздействия холодноплазменной абляции: А) Синовиальная оболочка. X100. Б) капсула. x250. Коагуляционный некроз и отек тканей (стрелки). Окр. Г-Э.

Клиническая фаза исследования проводилась с декабря 2019 года по сентябрь 2021 года. Проведено лечение 127 пациентов, которых наблюдали в течение 12 месяцев. Все пациенты проходили анкетирование с целью оценки показателей качества жизни, функции и состояния коленного сустава. Анкетирование проводилось в динамике: до операции, через 3, 6, 12 месяцев после операции, при помощи следующих опросников: ВАШ, индекс Лекена, WOMAC и KOOS. Через 6 и 12 месяцев после операции пациентам была повторно выполнена МРТ.

Критерии включения пациентов в исследование:

1. Возраст пациента свыше 18 лет;
2. Диагноз: артроз коленного сустава I-III стадии по Kellgren-Lawrence на основании данных рентгенографии, хронический синовит и Киста Бейкера;
3. Интенсивность болевого синдрома при ходьбе по ВАШ > 40 мм на протяжении 2 недель до включения в исследование;
4. Отсутствие приема нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) в течение 2 недель до включения в исследование;
5. Неэффективность консервативного лечения в течение 6 месяцев;
6. Добровольное согласие пациента к участию в исследовании и адекватное сотрудничество в ходе его проведения;

Критерии невключения пациентов в исследование:

1. Множественные поражения суставов;
2. Хирургическое лечение остеоартроза в предшествующие 6 месяцев;
3. Наличие выраженной деформации и нестабильности коленного сустава;
4. Внутрисуставное введение гиалуроновой кислоты или кортикостероидов в течение последних 6 месяцев;
5. Наличие серьезных или нестабильных соматических заболеваний (тяжелых заболеваний печени, сердечно-сосудистой системы, лёгких или почек, онкологических, психических заболеваний, декомпенсированного сахарного диабета);
6. Наличие сопутствующей ортопедической патологии, препятствующей восстановлению функции и проведению реабилитационного периода по

предлагаемому протоколу;

7. Отказ от участия в исследовании и в подписании формы информированного согласия.

Критерии исключения пациентов из исследования:

1. Отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании;
2. Несоблюдение рекомендаций врача в послеоперационном периоде;
3. Внезапное тяжелое сопутствующее заболевание, травма, смерть.

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от метода лечения. Все пациенты с хроническим синовитом разделены на две группы:

В основную группу (1 группа) с применением лазерной технологии вошли 77 пациентов: 50 пациентам (подгруппа 1А) выполнена артроскопическая санация, артроскопическая лазерная синовэктомия коленного сустава с помощью лазера с двумя разными длинами волн 0,97 мкм и 1,56 мкм (Рисунок 7); 27 пациентам (подгруппа 1Б) с хроническим синовитом и КБ после артроскопической лазерной синовэктомии одноэтапно выполнена лазерная облитерация КБ (1,56 мкм, 8 Вт) под контролем УЗИ (Рисунок 8).

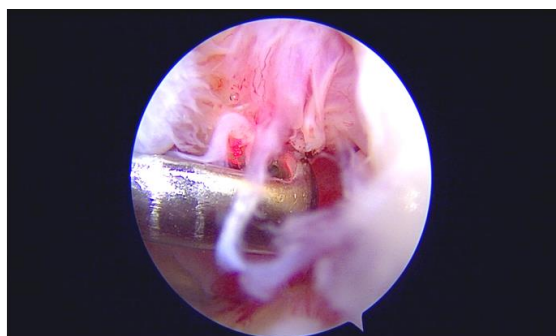


Рисунок -7 Артроскопическая лазерная синовэктомия коленного сустава

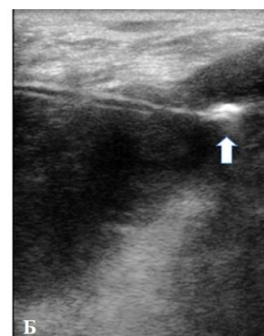
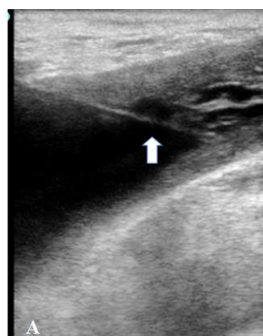


Рисунок 8 - Лазерная облитерация КБ. А: В полость кисты введен лазерный торцевой световод (Стрелка). Б: Под УЗИ-контролем выполнена лазерная облитерация кисты; место облитерации обозначено стрелкой

В группе сравнения (2 группа, 50 пациентов) выполнена артроскопическая санация, артроскопическая синовэктомия коленного сустава с помощью холодноплазменной абляции (VAPR® COOLPULSE® 90 Suction Electrode, Depuy Mitek, USA).

Среди 127 пациентов с хроническим синовитом, все пациенты были

сопоставимы по полу, возрасту (в среднем $47,6 \pm 13,8$ (от 20 до 75 лет) и $48,6 \pm 13,2$ (от 22 до 74 лет) для основной группы и групп сравнения), ИМТ в среднем $28,2 \pm 4,6$ и $28,3 \pm 6,0$ для первой и второй групп, длительное течение синовита коленного сустава до операции – $2,2 \pm 1,7$ и $2,5 \pm 1,9$ лет для первой и второй групп соответственно ($p > 0,05$) (Таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика основной группы и группы сравнения

		Основная группа	Группа сравнения	χ^2	P
Пол	Женщины	43 (55,8 %)	31 (62,0 %)	0,472	0,492
	Мужчины	34 (44,2 %)	19 (38,0 %)		
Возраст(лет)		$47,6 \pm 13,8$	$48,6 \pm 13,2$	-	0,674*
ИМТ (кг/м ²)		$28,2 \pm 4,6$	$28,3 \pm 6,0$	-	0,920*
Длительность поражения сустава		$2,2 \pm 1,7$	$2,5 \pm 1,9$	-	0,294*

*- Различия статистически не значимы по сравнению с исходными данными, $p > 0,05$

До операции всем пациентам помимо клинического обследования и стандартной предоперационной подготовки, проводилась МРТ поврежденного сустава, анкетирование при помощи опросников ВАШ, WOMAC, Лекена, KOOS. Оценка результатов хирургического лечения в динамике проводилась при помощи МРТ через 6 и 12 месяцев после операции, а также посредством анкетирования, через 3, 6, 12 месяцев после операции.

Все пациенты, включенные в исследование, предварительно заполнили информированное согласие. Данное исследование одобрено локальным этическим комитетом по этике при ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» (протокол № 34-20).

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакета статистического анализа данных SAS software 9.4 for Windows (SAS, Inc., Cary, N.C. USA) и Excel 2019.

Информация, содержащаяся в протоколах, вводилась в компьютер вручную, после чего проведена программная и визуальная проверка данных на полноту,

допустимые диапазоны, логические и медицинские взаимосвязи. Нормальность распределения количественных данных оценивалась с помощью графиков КК. Для количественных показателей были рассчитаны минимальные и максимальные значения, среднее значение, ошибка среднего, стандартное отклонение, медиана, 25-й и 75-й перцентили; для качественных показателей были созданы таблицы сопряженности. В работе использованы следующие статистические методы: Категориальные данные сравнивались с использованием критерия хи-квадрат и точного критерия Фишера; сравнение двух независимых групп по одному признаку (непараметрический метод) – критерий Манна-Уитни, для сравнения количественных показателей в динамике был использован однофакторный дисперсионный анализ. Для сравнения средних значений двух независимых между собой выборок был использован Т-критерий Стьюдента для независимых выборок. Статистически значимыми считались различия между показателями при уровне вероятности $p < 0,05$.

Послеоперационная динамика является положительной и статистически значимо отличается от исходных данных (Рисунок 9).

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ

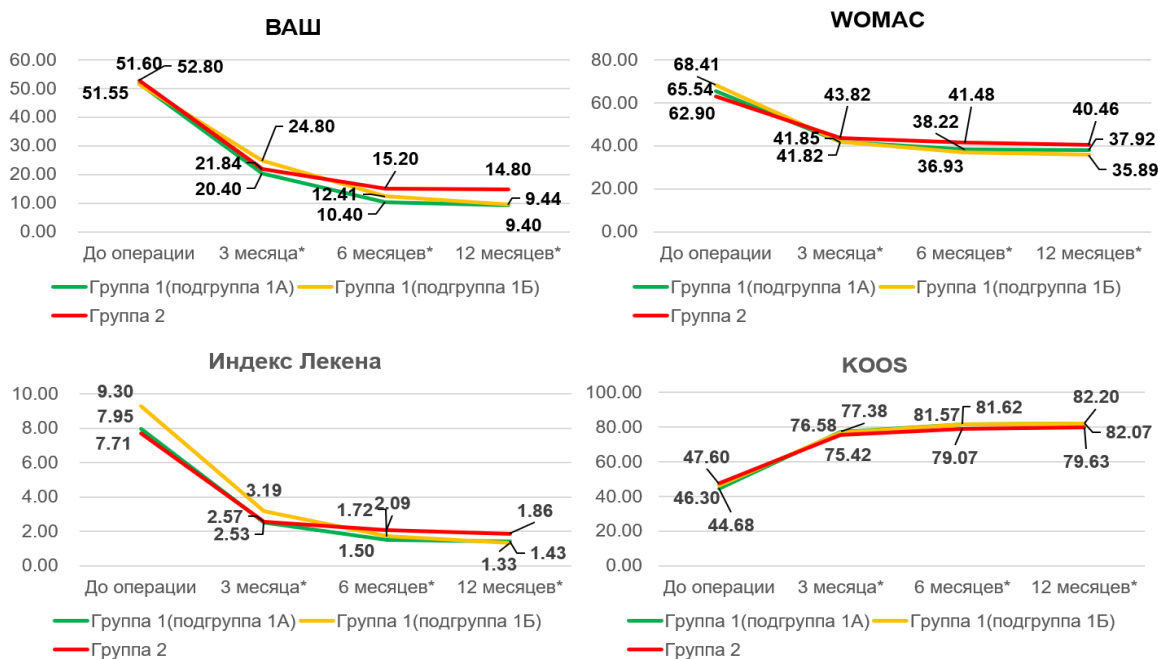


Рисунок 9 – Динамика средних суммарных показателей по шкале ВАШ, WOMAC, Индекс Лекена и KOOS (в баллах),

*- Различия статистически значимы по сравнению с исходными данными, $p < 0,05$

Боль в суставе определяли по 100-балльной визуально-аналоговой шкале (ВАШ). Как показано Рисунок 9 по всем группам и параметрам наших наблюдений достигнута положительная динамика. Оценка результатов показала статистически значимое снижение интенсивности боли по шкале ВАШ. По шкалам WOMAC, KOOS и по Индексу Лекена, также отмечено статистически значимое улучшение показателей при сроке наблюдения 12 месяцев.

Как показано в таблице 2, при сравнительной оценке результатов лечения пациентов с кистой Бейкера (подгруппа 1Б) и без (подгруппа 1А), у всех пациентов были достигнуты хорошие результаты, причем ни по одному из исследованных параметров не было получено статистически значимых отличий между сравниваемыми подгруппами.

Подгруппы 1А и подгруппа 1Б были условно объединены в основную группу в связи с отсутствием статистической значимости различий по указанным критериям.

Таблица 2 – Результаты лечения пациентов в подгруппах 1А и 1Б, отсутствие статистической значимости различий, $p > 0.05$

	Подгруппа 1А	Подгруппа 1Б	t	P
ВАШ				
До операции	51.60 ± 16.08	55.56 ± 14.76	-1.06	0.293
3 месяца	20.40 ± 9.68	24.81 ± 11.22	-1.18	0.075
6 месяцев	10.40 ± 9.89	12.44 ± 9.34	-0.87	0.390
12 месяцев	9.40 ± 9.07	9.44 ± 7.25	-0.02	0.983
WOMAC				
До операции	65.54 ± 16.50	68.41 ± 13.92	-0.77	0.445
3 месяца	41.82 ± 7.00	41.85 ± 6.60	-0.02	0.985
6 месяцев	38.22 ± 6.39	36.93 ± 4.89	0.92	0.362
12 месяцев	37.92 ± 5.90	35.89 ± 4.52	1.56	0.124
Индекс Лекена				
До операции	7.95 ± 3.18	9.30 ± 4.52	-1.52	0.132
3 месяца	2.53 ± 1.47	3.19 ± 1.97	-1.65	0.103
6 месяцев	1.50 ± 0.98	1.72 ± 1.36	-0.82	0.413
12 месяцев	1.43 ± 1.37	1.33 ± 1.25	0.32	0.747
KOOS (SCORE)				
До операции	44.68 ± 15.02	46.30 ± 14.11	-0.46	0.647
3 месяца	77.38 ± 8.42	76.58 ± 9.16	0.39	0.700
6 месяцев	81.62 ± 6.85	81.57 ± 6.80	0.03	0.976
12 месяцев	82.20 ± 6.52	82.07 ± 5.93	0.08	0.936

При сравнении основной группы и группы сравнения к началу наблюдения средний показатель боли во всех группах был примерно одинаковый – находился в диапазоне «умеренная боль». Средний показатель перед началом лечения составил $52,99 \pm 15,65$ и $52,80 \pm 15,12$ баллов для основной группы и группы сравнения соответственно ($p > 0,05$). Для основной группы через 3 месяца среднее значение интенсивности боли по ВАШ снизилось на 60% и составило $21,95 \pm 10,39$ баллов, $p < 0,05$. К 6 месяцу после операции боль уменьшилась до $11,10 \pm 9,67$ баллов ($p < 0,05$), с сохранением результатов к 12 месяцу после операции ($9,41 \pm 8,43$, $p < 0,05$). Для группы сравнения через 3 месяца среднее значение интенсивности боли по ВАШ снизилось на $21,84 \pm 11,65$ баллов, $p < 0,05$. Достигнутые результаты сохранились к 6 и 12 месяцу после операции - $15,20 \pm 10,35$ и $14,80 \pm 10,30$ баллов соответственно ($p < 0,05$). При сравнении основной группы и группы сравнения боль в суставе по ВАШ перед началом лечения и к 3 месяцу после операции была идентичной ($p > 0,05$). Однако, к 6 и 12 месяцу после операции показатели по шкале ВАШ в основной группе были статистически значимо лучше показателей группы сравнения (Рисунок 10).

Показатели шкалы WOMAC также в начале исследования существенно не отличались у пациентов основной группы и группы сравнения. К 3 месяцу наблюдения средние суммарные показатели WOMAC в основной группе и группе сравнения существенно не изменились (разница составила 1,99 баллов). Статистически значимые различия появились только к 6 и 12 месяцу после операции ($p < 0,05$) (Рисунок 10).

Результат по индексу Лекена аналогичен результатам шкалы WOMAC. Через 6 и 12 месяцев после операции более высокие баллы отмечены в основной группе. Суммарные показатели KOOS в начале наблюдения не имели значительных различий. Полученные результаты по шкале KOOS через 6 и 12 месяцев после операции в основной группе лучше, чем в группе сравнения ($p < 0,05$) (Рисунок 10).

При сравнении данных МРТ пациентов основной группы и группы сравнения через 6 и 12 месяцев после операции толщина синовиальной оболочки и степень выраженности синовита существенно не отличались (Таблица 3).

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГРУПП 1 И 2

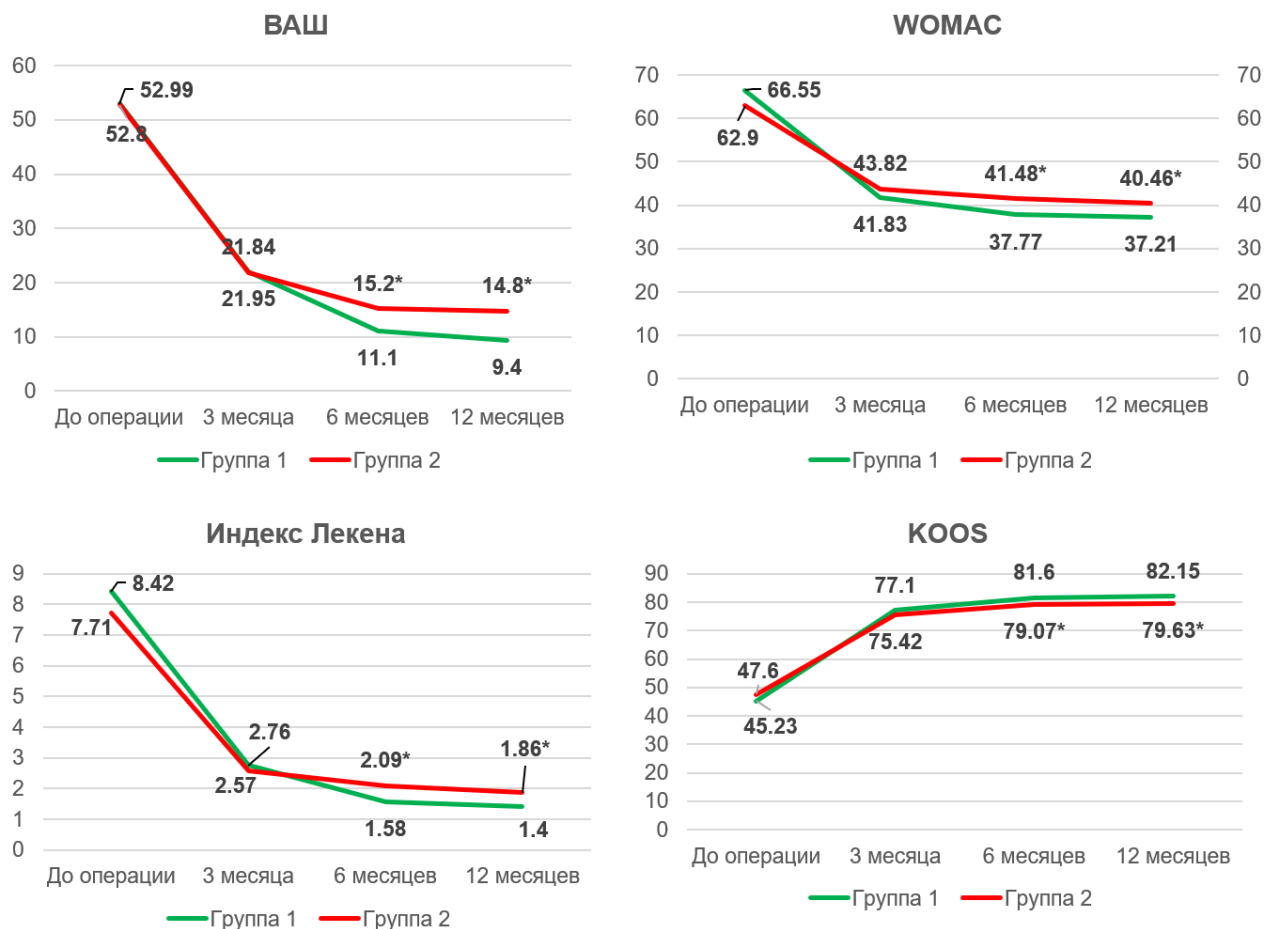


Рисунок 10 – При сравнении динамики результатов по шкале группы 1 и группы 2, *- Различия статистически значимы по сравнению с исходными данными, $p < 0,05$

Таблица 3 – Результаты лечения пациентов в основной группе и группе сравнения ($p > 0,05$)

	Основная группа	Группа сравнения	<i>t</i>	<i>P</i>
Толщина синовиальной оболочки (0-3)				
До операции	2,25±0,75	2,26±0,78	0,025	0,980
6 месяцев	0,39±0,53	0,42±0,53	0,524	0,600
12 месяцев	0,35±0,52	0,43±0,53	0,394	0,694
Суммарная оценка синовита (0-12)				
До операции	9,01±1,49	9,02±1,27	0,027	0,978
6 месяцев	1,56±1,11	1,66±0,98	0,528	0,599
12 месяцев	0,70±0,69	1,70±1,02	0,392	0,696

Следовательно, методика лазерной синовэктомии позволяет улучшить качество жизни пациентов, функцию коленного сустава и не уступает

традиционному методу обработки синовиальной оболочки при ОА, а именно ее абляции.

Важно отметить, что до настоящего времени данная методика лазерного излучения (2 длины волны) не применялась. Очевидным ее преимуществом является возможность одноэтапного выполнения операции, что позволяет минимизировать или вовсе исключить возможность рецидива КБ, как для кист среднего, так и крупного размера, так как помимо соустья производится удаление главного источника гиперпродукции синовиальной жидкости – синовиальной оболочки.

Ценность методики также основана на щадящем воздействии лазера на синовиальную оболочку без повреждения капсулы сустава, являясь минимально травматичной технологией.

Лазерную синовэктомию и лазерную облитерацию КБ можно выполнить одноэтапно, улучшив функцию коленного сустава и качество жизни пациентов.

Одноэтапное выполнение лазерной синовэктомии и лазерной облитерации КБ позволяет минимизировать или вовсе исключить возможность рецидива КБ, так как помимо соустья производится удаление главного источника гиперпродукции синовиальной жидкости – синовиальной оболочки.

Клинический пример 1

Пациентка А, 38 лет, с жалобами на боль в левом коленном суставе в течение последних 2-х лет. При осмотре выявлены клинические признаки синовита. Выполнена операция: Артроскопическая санация, менисэктомия левого коленного сустава, лазерная синовэктомия. В послеоперационном периоде отмечена положительная динамика: снижение интенсивности боли и улучшение показателей качества жизни (Рисунок 11).

	До операции	Через 3 месяца:	Через 6 месяцев	Через 12 месяцев
ВАШ	60(умеренная)	20(слабая)	0(нет боли)	0(нет боли)
WOMAC	87(неудовлетворительно)	45(хорошо)	38(отлично)	35(отлично)
Индекс Лекена:	9(тяжелая)	2.5(средняя)	1.5(легкая)	2(легкая)
KOOS	46(неудовлетворительно)	86(отлично)	92(отлично)	89(отлично)



До операции

Через 12 месяцев после операции

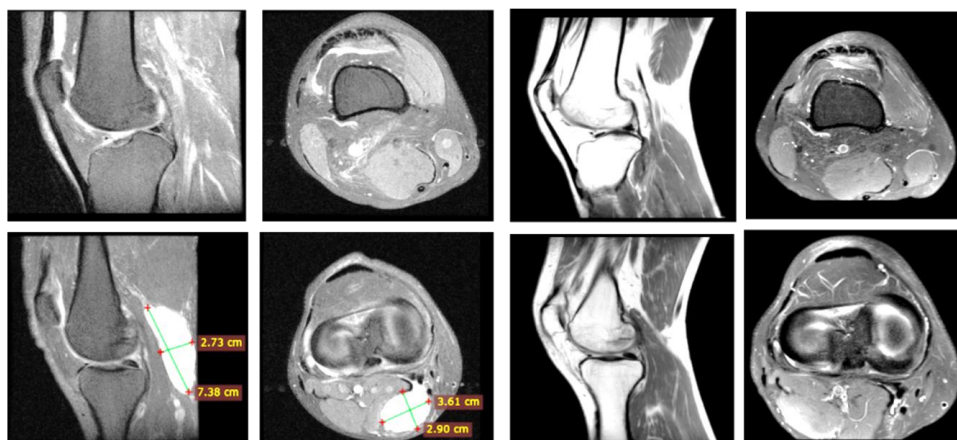
Рисунок 11 – Клинический пример 1, динамика результатов анкетирования при помощи опросников ВАШ, WOMAC, индекс Лекена, KOOS и МРТ-исследование

Клинический пример 2

Пациент В, 53 года, с жалобами на боль и дискомфорт в правом коленном суставе и правой подколенной области в течение последних 3х лет. При осмотре выявлены клинические признаки синовита и кисты Бейкера. Выполнена операция: Артроскопическая санация, менискэктомия, лазерная синовэктомия и облитерация КБ правого коленного сустава.

Положительная динамика, а именно снижение интенсивности боли, улучшение функций оперированного сустава. Положительную динамику также подтверждает заключение МРТ (Рисунок 12).

	До операции	Через 3 месяца:	Через 6 месяцев	Через 12 месяцев
ВАШ	60(умеренная)	25(слабая)	5(слабая)	5(слабая)
WOMAC	89(неудовлетворительно)	47(хорошо)	29(отлично)	33(отлично)
Индекс Лекена:	14.5(чрезвычайно тяжелая)	5.5(средняя)	1(легкая)	1(легкая)
KOOS	34(неудовлетворительно)	72(хорошо)	85(отлично)	84(отлично)



МРТ до операции

МРТ через 12 месяцев после операции

Рисунок 12 – Клинический пример 2, динамика результатов анкетирования при помощи опросников ВАШ, WOMAC, индекс Лекена, KOOS и МРТ-исследование

ВЫВОДЫ

1. Воздействие в водной среде на синовиальную оболочку лазерным излучением с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм приводит к повышению температуры ткани не более, чем на 1°C, в связи с чем является безопасным.

2. Воздействие лазера с длиной волны 0,97 и 1,56 мкм на синовиальную оболочку коленного сустава вызывает лишь поверхностные изменения, тогда как при абляции коагуляционный некроз поражает субсиновиальный слой и определяется в виде некротических очагов в капсуле сустава.

3. Лазерное артроскопическое воздействие у пациентов с хроническим синовитом коленного сустава позволило к 12 месяцу наблюдения снизить среднее значение болевого синдрома в 4,9 раза, улучшить показатели по шкале WOMAC в 1,8 раза, по шкале KOOS в 1,8 раза и индексу Лекена в 6 раз.

4. При сочетании хронического синовита коленного сустава с кистой Бейкера одноэтапное выполнение двойной коагуляции устья кисты из трансартикулярного и транскистозного доступов совместно с лазерной синовэктомией позволило добиться результатов, не имеющих статистически значимых отличий по всем исследуемым показателям от пациентов, не имевших кисты.

5. Применение разработанных лазерных хирургических методик позволило у пациентов с хроническим синовитом коленного сустава к 12 месяцу после операции получить средние показатели боли меньше на 5,4 балла по ВАШ, функции сустава по WOMAC на 3,3 балла, KOOS на 2,5 балла и индексу Лекена на 0,5 балла по сравнению с использованием абляции.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При хроническом синовите коленного сустава для выполнения синовэктомии можно рекомендовать использование лазерного воздействия с сочетанием длин волн 0,97 и 1,56 мкм в одном луче.

2. Для выполнения облитерации устья кисты Бейкера целесообразно сочетать трансартикулярный и транскистозный (чрескожный) доступы, используя лазерное излучение с длиной волны 1,56 мкм.

3. Во избежание повреждений окружающих тканей лазерное воздействие на кисту Бейкера следует осуществлять под постоянным визуальным контролем, при этом УЗИ-навигация способна обеспечить такой контроль, не уступающий артроскопическому.

4. У пациентов с сочетанием хронического синовита коленного сустава и кисты Бейкера можно рекомендовать сочетание лазерных методик артроскопической синовэктомии и облитерации устья кисты, что доказало свою эффективность и безопасность.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Ян Яньбинь.** Киста Бейкера: данные литературы, клинические результаты комбинированной лазерной облитерации кист большого размера / Лычагин А.В., Я. Ян, Гаркави А.В. [и др.] // **Журнал кафедры травматологии и ортопедии.** – 2021. – Т. 44. - № 2. – С. 12-21. (ВАК)

2. **Ян Яньбинь.** Оценка эффективности артроскопической лазерной двухрежимной синовэктомии у пациентов с хроническим синовитом коленного сустава / Лычагин А.В., Я. Ян, Иванников С.В. [и др.] // **Российский медицинский журнал.** – 2021. – Т. 27. – № 5. - С. 445-454. (ВАК)

3. **Ян Яньбинь.** Dynamics of Quality of Life Indicators in Patients with Chronic Synovitis of the Knee Joint after Arthroscopic Laser Double-mode Synovectomy / Lychagin A, Yanbin Y, Ivannikov S, [et al] // **Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences.** – 2021. – Т. В. – №9. – P.1054-1060 [Scopus].

4. **Ян Яньбинь.** Laser osteoperforation of lumbar facet joints: experimental study on mini pigs / Lychagin A. V., Cherepanov V. G., Ivannikov S. V., [et al.] // **Laser Physics** – 2022. – Т. 5. – № 32. – P: 055602[Scopus].

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АСЭ	Артроскопическая синовэктомия
ВАШ	Визуальная аналоговая шкала
КБ	Киста Бейкера
МРТ	Магнитно-резонансная томография
ОА	Остеоартроз
ПК	Персональный компьютер
УЗИ	Ультразвуковое исследование
ICRS	International Cartilage Repair Society (Международное общество репарации хряща)
KOOS	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score
WOMAC	Индекс Университета западного Онтарио