

Чернядьев С.А.¹, Аретинский В.Б.², Блинов В.С.¹, Жилияков А.В.⁴,
Коробова Н.Ю.¹, Сивкова Н.И.³, Гребенев Е.А.⁵

DOI 10.25694/URMJ.2020.03.24

Параллели между данными УЗИ, МРТ и интраоперационной биопсией кисты Бейкера после лазер-индуцированной термотерапии. Сообщение о двух случаях

¹ ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, 620000, Россия, г. Екатеринбург, ул. Репина д.3, ² ГАУЗ СО «Областной специализированный центр медицинской реабилитации «Озеро Чусовское», 620043, Россия, г. Екатеринбург, п. Чусовское Озеро, ул. Мира, 1, ³ ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, ⁴ Общество с ограниченной ответственностью «Новые технологии для амбулаторной медицины» (ОО «НОТАМЕД»), 620057, Россия, г. Екатеринбург, Краснофлотцев 47-44, ⁵ ГБУЗ СО «Свердловский областной онкологический диспансер», 620036, Россия, г. Екатеринбург, ул. Соболева, д.29.

Chernyadiev S.A., Aretinsky V.B., Blinov V.S., Zhilyakov A.V., Korobova N.Yu., Sivkova N.I., Grebenev E.A.

Parallels between ultrasound, MRI and intraoperative biopsy of the Baker cyst after laser-induced thermotherapy. Report of two cases

Резюме

Киста Бейкера является хроническим заболеванием периартикулярных мягких тканей заключающееся в формировании постепенно увеличивающегося в объеме полостного образования. Часто эта патология обнаруживается случайно различными методами визуализации в виде отграниченного скопления жидкости между сухожилиями медиальной головки икроножной и полуперепончатой мышц. Патогистологическим субстратом является дистрофически изменённая синовиальная оболочка, продуцирующая экссудат в полость кисты. Ее размер и толщина стенки зависит от длительности заболевания. Обычно она соединена с полостью коленного сустава через соустье, функционирующее как канал однонаправленного движения выпота при повреждении внутрисуставных структур или обострения артропатии. Изначально подколенная киста протекает бессимптомно, но, с течением времени и при увеличении ее объема, возможно сдавление или раздражение окружающих структур, а также спонтанный разрыв с излиянием содержимого в межмышечное пространство. Стандартом диагностики кисты Бейкера и вызвавшей ее внутрисуставной патологии признан метод магнитно-резонансной томографии. Он позволяет не только выявить патологию, но и выбрать тактику лечения. Также он делает доступным тагане измерения линейных размеров кисты, толщины ее стенки и расстояния до функционально важных структур подколенной области. Данная информация необходима для создания различных классификаций кист, выбор критериев отбора, планирование способов и объёма оперативного лечения. Однако в доступной нам литературе, мы не встретили статей, описывающих применение визуализирующих и пункционно-биопсийных методов контроля при применении лазер-индуцированных термодеструктивных способов лечения подколенной кисты

Ключевые слова: аномалии, коленный сустав, киста Бейкера, магнитно-резонансная томография, термотерапия, лазерное излучение

Summary

Baker's cyst is a chronic disease of periarticular soft tissues, which consists in the formation of a gradually increasing volume of cavity formation. Often, this pathology is detected randomly by various imaging methods in the form of a delimited fluid accumulation between the tendons of the medial head of the gastrocnemius and semimembranous muscle. Pathohistological substrate is a dystrophic altered synovial membrane that produces exudate into the cyst cavity. Its size and wall thickness depends on the duration of the disease. Usually it is connected to the cavity of the knee joint through an anastomosis that functions as a channel of unidirectional motion of the effusion when the intraarticular structures are damaged or arthropathy worsens. Initially, the popliteal cyst is asymptomatic, but, over time and with an increase in its volume, it is possible to squeeze or irritate surrounding structures,

as well as a spontaneous break with the outflow of contents into the intermuscular space. The standard of diagnosis of Baker's cyst and the intra-articular pathology that caused it was recognized as the method of magnetic resonance imaging. It allows not only to reveal the pathology, but also to choose the tactics of treatment. It also makes available to the tagan a measurement of the linear dimensions of the cyst, the thickness of its wall and the distance to the functionally important structures of the popliteal region. This information is needed to create different cyst classifications, selection criteria for selection, planning methods and volume of surgical treatment. However, in the literature available to us, we have not encountered articles describing the use of visualizing and puncture-biopsy methods of control in the application of laser-induced thermdestructive methods for treating popliteal cyst

Key words: abnormalities, knee joint, Baker's cyst, Magnetic Resonance Imaging, thermotherapy, laser radiation

Введение

Синовиальные полостные образования в подколенной области составляют 9,5% среди обратившихся с опухолями и опухолеподобными заболеваниями коленного сустава, около 7-15% у бессимптомных пациентов [1], а с внутрисуставной патологией – 20 - 23% [2], а у больных остеоартрозом различной этиологии в диапазоне от 5 до 38 % [3].

Традиционное хирургическое вмешательство предполагает не только полное устранение образования, но и пластику соустья, соединяющего полость сустава с кистой. Подобные вмешательства выполняются в условиях стационара приводят к длительному периоду реабилитации и часто к косметическим дефектам кожи подколенной области [4, 5]. Тактика лечения больных кистой Бейкера в последние годы радикально пересматривается. Новым способом, который позволяет ликвидировать кисту Бейкера, является лазер-индуцированная опосредованная термотерапия. Метод заключается в облучении потоком фотонов внутрикостозной жидкости, являющегося своего рода теплоносителем. В последующем за счет конвекции происходит равномерное тепловое воздействие на всю площадь стенки образования, что вызывает коагуляцию с последующим фиброзированием и облитерацией полости кисты [6]. При всей простоте данного способа остаются неясные моменты, касающиеся определения места метода среди других видов вмешательств, направленных на удаление кисты Бейкера, разработки критериев отбора пациентов к его назначению, а также формирования алгоритма выполнения данной операции. Пока не проведены исследования, обладающие высоким уровнем доказательности, результаты будут малопредсказуемы и неоптимальны для хирурга и пациента.

Цель статьи - сравнение ближайших и отдаленных результатов лазер-индуцированной термотерапии кисты Бейкера, выполненной с разными периодами теплового воздействия на подколенное синовиальное полостное образование. Представленное наблюдение также демонстрирует обязательность постоянной ультразвуковой визуализации манипуляции на всех этапах, а также целесообразность использования МРТ для оценки результатов лечения.

Материалы и методы

Были обследованы две пациентки с кистами Бейкера. Условно мы назвали их как Пациентка 1 (65 лет) и Пациентка 2 (62 года). Наблюдение проводилось в

Екатеринбургском Филиале ЗАО «Центр Флебологии» (заведующий отделением к.м.н. О.А. Виноградов). Для постановки диагноза и оценки эффективности лечения были применены клинические и лучевые методы исследования.

На первичном и контрольных приёмах проводился сбор жалоб и анамнеза, стандартный общий и местный осмотр. Для объективизации и приведению к числовому выражению нарушения функций коленного сустава, вызванное наличием кисты, пациентками заполнялись анкеты, составленные на основании опросников W. Rauschning & P.G. Lindgren (RL) (1979). Для выявления степени выраженности симптомов гонартроза был проведён расчёт альгофункционального индекса (АФИ) Лекена (Lequesne, пересмотр 1997). Также проводилось исследование уровня болевого синдрома в области коленного сустава при движении и в покое по шкале ВАШ. Все три методики использовались для оценки динамики болевого синдрома и попытки дифференциации основного источника боли.

Визуализация кист Бейкера и оценка эффективности лечения проводились методами ультразвукового исследования (УЗИ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ). УЗИ выполнялось на аппарате SONOS-2000 (HewlettPackard, США) с применением линейного датчика с частотой 5 - 7,5 МГц. Данный аппарат был использован и для контроля выполнения операции и биопсии.

Для МРТ был использован аппарат Achiva (Philips) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл с использованием радиочастотной катушки для коленного сустава. Стандартный протокол исследования включал в себя 6 фаз: топограмма (по 3 среза в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях), две серии изображений в корональной проекции быстрого спин-эхо (PDTSE) и T1-взвешанные изображения, две серии изображений в сагиттальной проекции: T2-взвешанные изображения без и с подавлением сигнала от жировой ткани, одна серия аксиальных изображений с подавлением сигнала от жировой ткани (PDSPAIR). Поле обзора 16 x 16 см, толщина среза 3 мм, общее время сканирования – 30 минут.

Метод хирургического лечения кист Бейкера заключался в пункционной лазер-индуцированной термотерапии. Данная методика была осуществлена с применением полупроводникового хирургического аппарата DIODERM ENDO 1,53 мкм (INTERmedic, Испания). Предустановленная мощность излучения - 10 Вт, подавалось по гибкому световоду толщиной 600 мкм, про-

ведённому через специальный герметичный двухканальный интродьюсер (разработан ООО «Нотамед», патент № 176655, № РЗН 2016/4679).

Для биопсии стенок подколенных кист после термо-терапии были использованы иглы гильотинного типа BIO CUT® (размер извлекаемого фрагмента - 20 мм). Биопсийный материал после размещался во флаконах с 10% раствором формалина. Из каждого биоптата изготавливалось по 3-4 микроскопических среза, толщиной 5-7 мкм. Окраска препаратов осуществлялась гематоксилином и эозином. Для гистологической идентификации соединительной ткани использовали окраску препаратов по Ван Гизону. После окрашивания микропрепараты исследовались под световым микроскопом Leica DM 2500 с возможностью вывода изображения на монитор компьютера.

Результаты и обсуждение

Пациентка 1. При визите 18.01.18 предъявляла жалобы на боль в левом коленном суставе механического ритма, усиливающуюся при движении, ограничение подвижности и отёк. Также отмечала жалобы на тянущие боли по задней поверхности левого коленного сустава после интенсивной нагрузки. Больной себя считает в течение последних 3 лет. Консервативное лечение в виде приема препаратов НПВС внутрь и локально малоэффективно. В анамнезе - травма левого коленного сустава (лечение консервативное).

При ультразвуковом сканировании выявлено жидкостное образование с гиперэхогенной капсулой в медиальной части подколенной области с несколькими гиперэхогенными перегородками. Внутриполостная жидкость эхо-прозрачная. При компрессии датчиком образование легко сжималось, и не опорожнялось в полость сустава. На рисунке 1 представлены сонограммы кисты Бейкера, выявленной у пациентки до вмешательства.

При МРТ левого коленного сустава пациентки 1 (рис. 2) выявлен гонартроз IV стадии по Келлгрэн-Лоуренсу (K-L). Дегенеративно-дистрофические изменения в латеральном мениске, III степень по Stoller. Дегенеративно-дистрофические изменения в медиальном мени-

ске, полный разрыв мениска. Дегенеративные изменения в обоих крестообразных связках. Умеренный выпот в коленном суставе. В подколенной ямке определялась киста Бейкера. Размер подколенной кисты: 48*20*48 мм.

Пациентка 2. На предоперационном осмотре описывала жалобы на боль в области правого коленного сустава механического ритма и тянущие боли по задне-медиальной поверхности коленного сустава после интенсивной продолжительной ходьбы. Больной себя считает в течение 3 месяцев. Консервативное лечение малоэффективно. Начало заболевания связывает с длительной работой с опорой на коленные суставы. Факт травмы отрицает. При детальном расспросе выявлены жалобы на появление периодических судорог икроножной мышцы и эпизод резкой боли по задней поверхности левого коленного сустава с последующим отёком левой голени примерно 2 месяца назад. При локальном осмотре пальпаторно определялось подкожное образование 4 x 2 см плотно-эластичной консистенции, неподвижное. Изменений кожи над ним не было.

При ультразвуковом исследовании визуализировано анэхогенное жидкостное образование с гиперэхогенной капсулой в медиальной части подколенной области, которое легко сжималось при давлении датчиком. Ультрасонограммы кисты Бейкера пациентки 2 также представлены на рисунке 1.

При МРТ правого коленного сустава пациентки 2 (рис. 3) в подколенной ямке, в медиальных отделах, визуализировано жидкостное образование, размером 26*9*36 мм (Д*Ш*В). Структура кисты однородная, внутрикистозных хондральных тел не определялось. Киста состояла из 7 камер. Определялся остеоартроз правого коленного сустава, II стадии по KL. Дегенеративно-дистрофические изменения в латеральном мениске, I степень по Stoller. Дегенеративно-дистрофические изменения в медиальном мениске, IIIA степень по Stoller, неполный разрыв медиального мениска. Подколенная киста Бейкера, количество камер - 4.

В таблице 2 представлены сводные данные по клиническим и лучевым методам исследования пациенток.

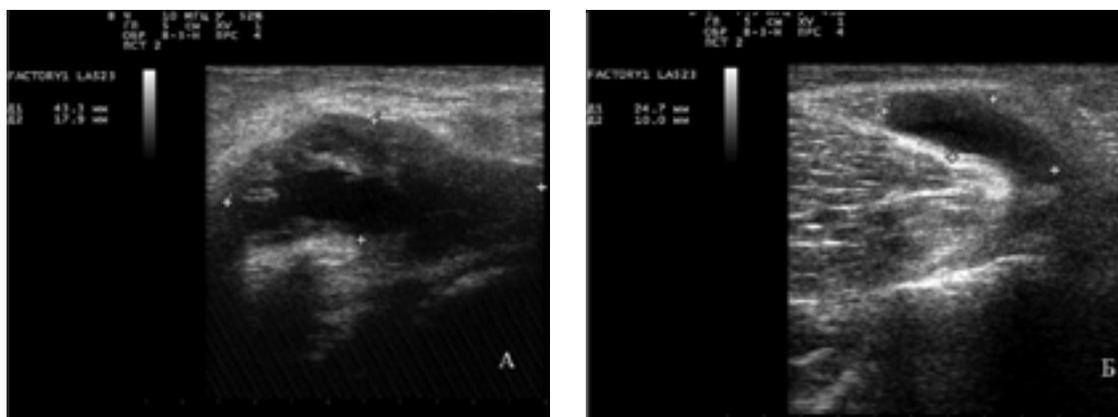


Рисунок 1. Сонограммы до лазер-индуцированной термотерапии

Примечание: в подколенной области Пациентки 1 (а) и Пациентки 2 (б) определяются жидкостное образование с гиперэхогенными перегородками и капсулой

Таблица 1. Характеристики операции лазер-индуцированной термотерапии

Критерий сравнения	Пациентка 1	Пациентка 2
Дата операции	05.02.18	12.02.18
Энергия (Дж)	2528	1452
Мощность (Вт)	10	10
Время (сек)	252	145
Объем введенного теплоносителя (мл)	10	10

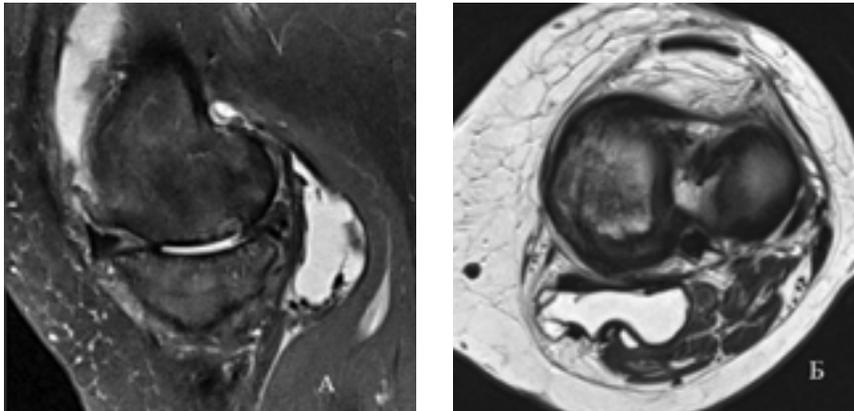


Рисунок 2. Пациентка 1. МРТ сканы до лазер-индуцированной термотерапии

Примечание: МРТ левого коленного сустава Пациентки 1: а – сагиттальное протон-взвешенное изображение, б – аксиальное T2-взвешенное изображение. В подколенной ямке определяется жидкостное многокамерное образование

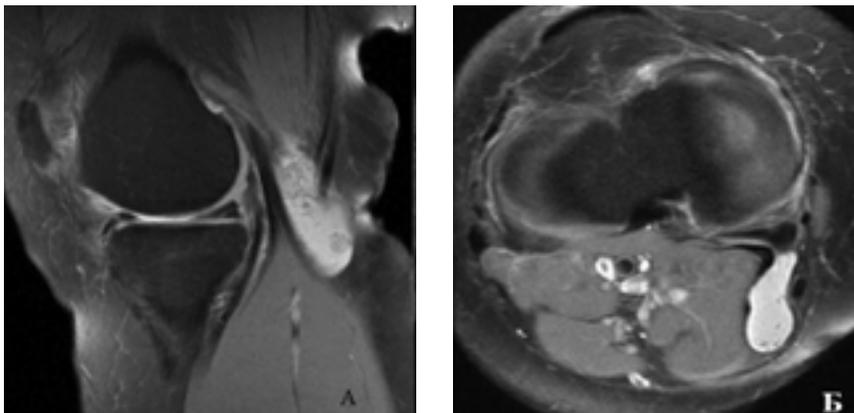


Рисунок 3. Пациентка 2. МРТ сканы до лазер-индуцированной термотерапии

Примечание: МРТ правого коленного сустава Пациентки 2: а – сагиттальное протон-взвешенное изображение, б – аксиальное протон-взвешенное изображение. В подколенной ямке определяется жидкостное многокамерное образование с гипоинтенсивными включениями (хондральные тела)

Учитывая наличие показаний и отсутствие абсолютных противопоказаний пациенткам была предложена лазер-индуцированная термотерапия кисты Бейкера. Согласие на вмешательство получено в соответствии с Хельсинской декларацией 1975 г. (пересмотр 1983 г.) и ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации".

Отличий в техническом выполнении процедуры у пациенток 1 и 2 не было. В условиях манипуляционной

после общепринятой антисептической обработки операционного поля под местной анестезией Лидокаин 2% - 2,0 пациенткам была произведена пункция кисты специальным двухканальным интродьюсером, с последующей полной эвакуацией содержимого. Затем через дополнительный канал интродьюсера в полость кисты введено 10,0 Лидокаин 0,5%. После этого в полость образования через заглушку с эластичной силиконовой мембраной проведён световод, подключённый к хирургической ла-

зерной установке. На рисунке 4 представлены фотографии основных этапов операции.

Мощность излучения на лазерной установке выбрана - 10 Вт, режим – непрерывный. Процесс термотерапии контролировался при помощи УЗИ по феномену образования «пузырьков» и формирования гиперэхогенных участков в зоне облучения. Но из-за большей эмоциональной лабильности пациентки 2 вмешательство длилось меньше, поэтому возникли различия в экспозиционных и энергетических аспектах операции, которые приведены в таблице 1.

После операции, сохраняя объем теплоносителя в полости кисты для поддержания визуализации контуров кисты, у пациенток была взята пункционная биопсия стенки образования. Материал был размещён во флакон с 10% формалином и направлен в гистологическую лабораторию. На рисунке 5 представлен этап биопсии стенки кист Бейкера.

На рисунке 6 (Примечание редактора: 6 рисунок находится на цветной вставке) представлены микрофотографии гистологических препаратов стенок кист Бейкера пациенток после лазер-индуцированной термотерапии.

При оценке гистологических препаратов обнаружено, что у пациентки 1 они имели признаки максимальной степени термического повреждения ткани, распространяющегося с внутренней поверхности стенки примерно

на 1/3 толщины всего препарата. Выявлялся тотальный некроз волокнистых структур поверхностного и среднего слоя кисты, а также единичные фокусы некроза, достигающие до наружного слоя стенки.

А у пациентки 2 изменения заключались в формировании участков некроза поверхностных структур стенки кисты. Отмечается некроз клеток в синовиальной оболочке, и только в ближайших слоях подлежащих ей волокнистых структурах.

Через 1 неделю на контрольном осмотре после проведённой манипуляции пациентки жалоб активно не предъявляли. Локальный статус: отека, инфильтрации в области термотерапии не было, имелись небольшие экхимозы вокруг точки пункции (рис. 7). Рекомендовано: ношение полужёсткого ортеза при физических нагрузках, приём хондропротекторов. На рисунке 6 представлены фотографии области коленных суставов пациенток 1 и 2 через 1 неделю после лазер-индуцированной термотерапии кист Бейкера.

Через 3 месяца обоим пациенткам выполнена контрольная МРТ, при анализе которой у пациентки 1 не выявлено кисты Бейкера, а у пациентки 2 – образование сохранялось, но уменьшилось в размерах 28*10*45 мм (Д*Ш*В), а толщина стенки бывшая ранее от 0,4 до 1 мм при контрольном исследовании стала тоньше - 0,2 до 0,6 мм. На рисунке 8 и 9 представлены МР-томограммы па-



Рисунок 4. Основные этапы лазер-индуцированной термотерапии

Примечание: а – эвакуация содержимого кисты через дополнительный канал интродьюсера б - введение светодиода через силиконовую мембрану заглушки на основном канале интродьюсера

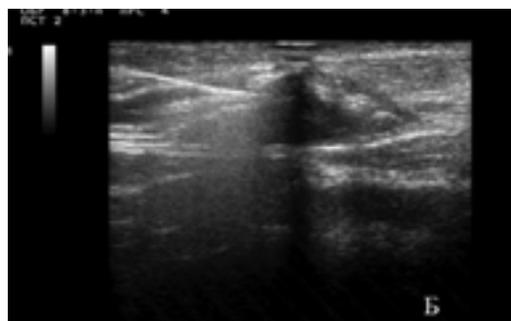


Рисунок 5. Биопсия кисты после термотерапии под контролем УЗИ

Примечание: а - биопсия проводится под дополнительной местной анестезией и контролируется ультразвуковым сканером; б - скан, демонстрирующий процесс пункции стенки кисты. Ее чёткий контур сохранен, благодаря герметичности интродьюсера. Отчётливо виден ход пункционной иглы, а также «зона гиперэхогенности», возникшей после сеанса термотерапии

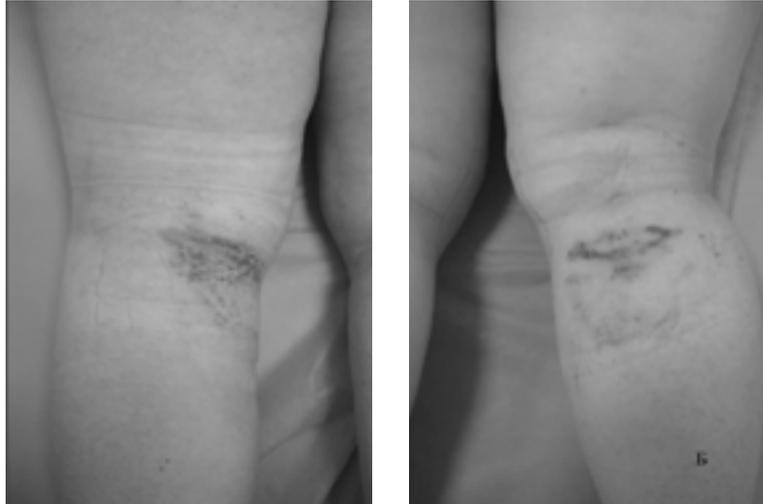


Рисунок 7. Внешний вид подколенных областей через неделю после манипуляции

Примечание: а - Пациентка 1. Экзима вокруг места пункции кисты Бейкера. б - Пациентка 2 Определяется незначительная экзема вокруг зоны вмешательства

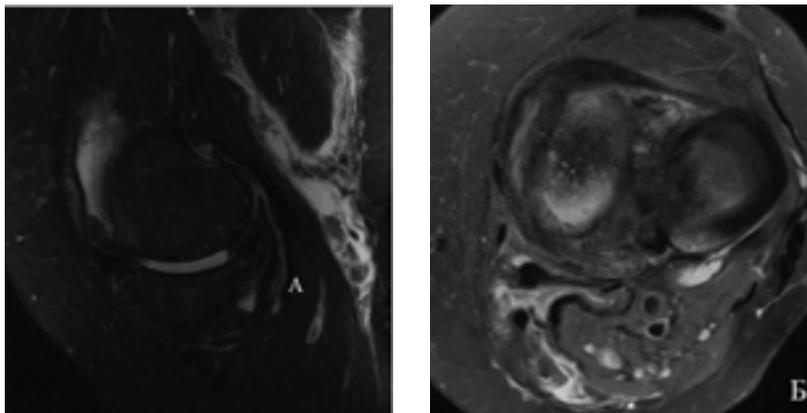


Рисунок 8. Пациентка 1. МРТ сканы после лазер-индуцированной термотерапии

Примечание: МРТ левого коленного сустава пациентки 1: а – сагиттальное T2 взвешенное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани, б – аксиальное протон-взвешенное изображение. В подколенной ямке определяется отек и жидкость по межмышечным перегородкам

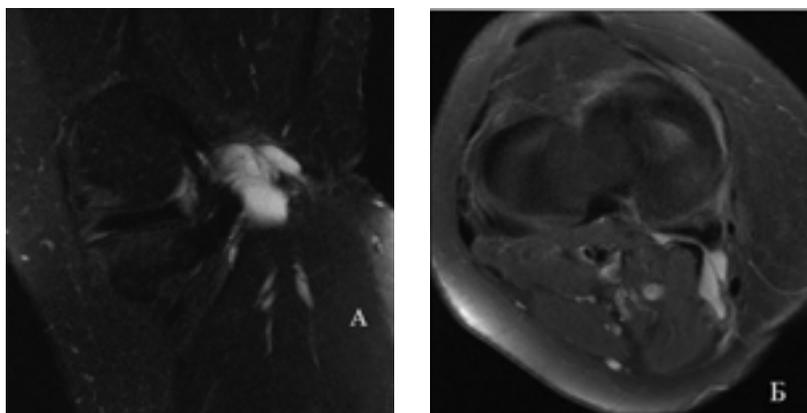


Рисунок 9. Пациентка 2. МРТ сканы после лазер-индуцированной термотерапии

Примечание: МРТ правого коленного сустава пациентки 2: а – сагиттальное T2-взвешенное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани, б – аксиальное протон-взвешенное изображение. В подколенной ямке определяется резидуальная подколенная киста, меньших размеров, с более тонкими стенками

циенток до и после лазер-индуцированной термотерапии кист Бейкера.

При контрольном визите через 4 месяца (01.06.18) был проведён осмотр и опрос в объёме первичного. Пациентки отмечали значительное уменьшение исходных жалоб. В таблице 2 представлены клинические данные пациенток до и после операции. При осмотре объем движений в коленных суставах не ограничен, признаков сосудистых или неврологических расстройств нижних конечностей не выявлено. УЗ контроль у пациентки 1 зафиксировал небольшой очаг изо- гипозоногенной структуры, вытянутой формы, без жидкостного содержимого, размером 30x4x2 мм, а у пациентки 2 - лоцировано жидкостное образование с гиперэхогенными перегородками и капсулой, но меньше размером и с более гипозоногенным содержимым. (рис. 10).

Выводы

1. Лазер-индуцированная термотерапия является безопасным и малоинвазивным методом лечения кист Бейкера.

2. После лазер-индуцированной термотерапии клинические проявления болевого синдрома, оцениваемые по разным шкалам, снизились у обеих пациенток.

3. У пациентки 1 был получен более выраженный клинический эффект, поскольку экспозиция теплового воздействия была значительно больше, что позволило зоне термодеструкции распространиться практически на всю толщу стенки кисты.

4. У пациентки 2 уменьшение толщины стенки было вероятно достигнуто за счет усадки (shrinkage) молекул коллагена, составляющего ее основную массу. Но это, безусловно, требует проведения отдельных исследований.

5. В обоих случаях выполнение лазер-индуцированной термотерапии не привело к утяжелению имевшихся до операции внутрисуставных повреждений или внутрисуставному ожогу.

6. Более выраженные внутрисуставные изменения у Пациентки 1 не помешали добиться лучшего результата термотерапии кисты Бейкера.

7. Феномен образования пузырьков при vaporization и формирования гиперэхогенной тени не являются надёжными критериями достижения клинического эффекта термотерапии.

8. Наш опыт лазер-индуцированной термотерапии показывает необходимость в прямом контроле внутритканевой температуры, поскольку все ранее описанные в литературе косвенные способы имеют низкую достоверность.

9. Применение двухканального интродьюсера позволяет сохранять необходимый объем носителя на протяжении всей операции, что значительно облегчает работу хирурга. ■

Чернядьев Сергей Александрович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Аретинский Виталий Бо-

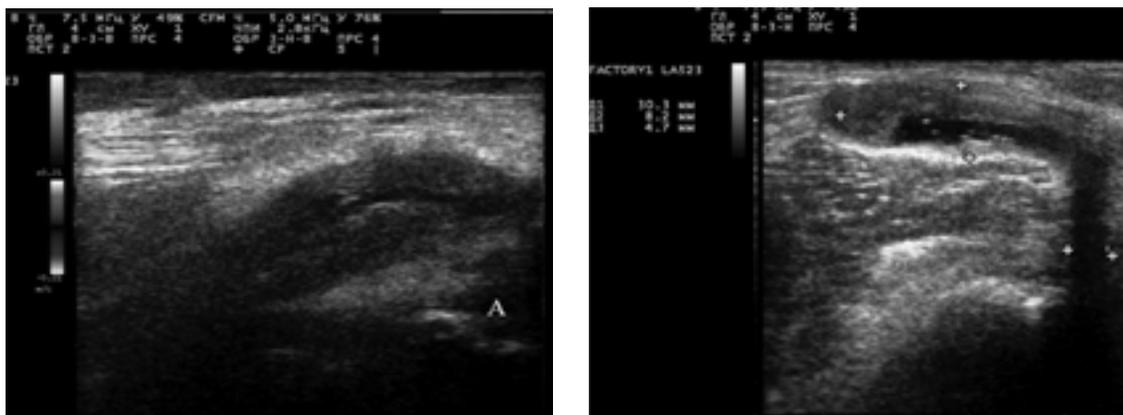


Рисунок 10. Сонограммы после лазер-индуцированной термотерапии

Примечание: в подколенной области пациентки 1 (а) нет четкого жидкостного образования, отграниченного от окружающих тканей гиперэхогенной стенкой. У пациентки 2 (б) все также определяются киста с гиперэхогенными перегородками и капсулой

Таблица 2. Динамика данных клинических методов исследования до и после лазер-индуцированной термотерапии

Критерий	Пациентка 1		Пациентка 2	
	до	после	до	после
Шкала RL	3	2	0	0
АФИ Lequesne	19	15	9	8
ВАШ ходьба	80	60	40	20
ВАШ покой	50	20	10	0
Шкала KL	4	4	2	2

рисович, д.м.н., главный врач, заслуженный работник здравоохранения РФ, профессор УГМА, доктор медицинских наук, ГАУЗ СО "Областной специализированный центр медицинской реабилитации «Озеро Чусовское», **Блинов Владислав Сергеевич**, к.м.н., ассистент кафедры лучевой диагностики факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, **Жиляков Андрей Викторович**, к.м.н., генеральный директор Общества с ограниченной ответственностью «Новые технологии для амбулаторной медицины» (ООО «НОТАМЕД»), **Коробова Наталья**

Юрьевна, к.м.н., хирург-флеболог, ассистент кафедры хирургических болезней Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, **Сивкова Надежда Ивановна**, к.с.н., доцент кафедры социально-политических наук, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», **Гребнев Евгений Анатольевич**, к.м.н., заместитель директора по лучевой диагностике ГБУЗ СО «Свердловский областной онкологический диспансер». Автор, ответственный за переписку: Жиляков Андрей Викторович: E-mail: doctor-zhilyakov@rambler.ru

Литература:

1. de Miguel Mendieta E., Ibáñez T.C., Jaeger J.U., Hernán G.B., Mola E. M. Clinical and ultrasonographic findings related to knee pain in osteoarthritis // *Osteoarthritis and cartilage*. – 2006. – V. 14. – №. 6. – P. 540-544
2. Artul S., Jabaly-Habib H., Artoul F., Habib G. The association between Baker's cyst and medial meniscal tear in patients with symptomatic knee using ultrasonography // *Clinical imaging*. – 2015. – V. 39. – №. 4. – P. 659-661,
3. Bevers K., Bijlsma J.W., Vriesekolk J.E., van den Ende C.H., den Broeder A.A. Ultrasonographic features in symptomatic osteoarthritis of the knee and relation with pain // *Rheumatology*. – 2014. – V. 53. – №. 9. – P. 1625-1629.
4. Чезуров О.К., Макушин В.Д. Оперативное лечение посттравматического гонартроза // *Гений ортопедии*. – 2011. – №. 2. с. 60-63
5. Herman A. M., Marzo J. M. Popliteal cysts: a current review // *Orthopedics*. – 2014. – V. 37. – №. 8. – P. e678-e684.
6. Чудновский В.М., Юсупов В.И., Дыдыкин А.В., Невожай В.И., Кисилёв А.Ю., Жуков С.А., Баграташвили В.Н. Лазероиндуцированное кипение биологических жидкостей в медицинских технологиях // *Квантовая электроника*. 2017. Т. 47, №. 4. С. 361-370.