

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

УДК 616.728.3-006
DOI 10.25694/URMJ.2020.03.25

Кластеризация случаев кисты Бейкера по МРТ признакам как метод отбора пациентов для лазер-индуцированной термотерапии

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

Clustering of Baker's cyst cases by MRI is indicative as a method of selecting patients for laser-induced thermotherapy

Резюме

Киста Бейкера является хроническим заболеванием периартикулярных мягких тканей, приводящее к формированию постепенно увеличивающегося в объеме образования в подколенной области. Часто эта патология локализуется между сухожилиями медиальной головки икроножной и полуперепончатой мышц. Обычно киста соединена с полостью коленного сустава через соустье, функционирующее как канал однонаправленного движения выпота при повреждении внутрисуставных структур или обострения артропатии. Без внутрисуставных трансформаций формирование кисты происходит за счет функционирования дистрофически измененной синовиальной оболочки, избыточно продуцирующей экссудат в собственную полость. Размер и толщина стенки, состоящей в основном из коллагеновых волокон, зависит от длительности заболевания. Изначально подколенная киста протекает бессимптомно, но 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, провести дифференциальную диагностику, но и выбрать тактику лечения. Также можно объективизировать линейные размеры кисты, толщины ее стенки и расстояние до функционально важных структур подколенной области. Данная информация использована нами для кластерного анализа и формирования на его основе рабочей классификации кист. Последняя может быть применена критерий отбора для малоинвазивного оперативного лечения с применением технологии лазер-индуцированной термотерапии

Ключевые слова: патология коленного сустава, киста Бейкера, МРТ, метод кластерного анализа, лазер-индуцированная термотерапия

Summary

Baker's cyst is a chronic disease of periarticular soft tissue, resulting in the formation of a gradually increasing volume of education in the popliteal region. Often this pathology is localized between the tendons of the medial head of gastrocnemius and semimembranous muscle. Usually, the cyst is connected to the cavity of the knee joint through an anastomosis that functions as a channel of unidirectional motion of the effusion with damage to the intraarticular structures or exacerbation of arthropathy. Without intra-articular transformation, the formation of the cyst is due to the functioning of a dystrophically altered synovial membrane that excessively produces exudate into its own cavity. The size and thickness of the wall, consisting mainly of collagen fibers, depends on the duration of the disease. Initially, the popliteal cyst is asymptomatic, but with an increase in its volume, compression or irrigation of surrounding structures is possible, 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 pathology, to carry out differential diagnostics, but also to choose tactics of treatment. It is also possible to objectify 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 was used by us for cluster analysis and the formation on its basis of a working classification of cysts. The latter can be applied to the selection criteria for minimally invasive surgical treatment using laser-induced thermotherapy

Key words: pathology of the knee joint, Baker's cyst, MRI, cluster analysis, laser-induced thermotherapy

Введение

Киста Бейкера является одними из наиболее часто встречающихся кистозных поражений опорно-двигательного аппарата. Дегенеративные заболевания суставов считаются основным предрасполагающим фактором образования ганглиев и кист [1, 2], но они также могут быть связаны с рядом других состояний, таких как травма, ревматоидный артрит, подагра и системная красная волчанка [3, 4]. По определению ряда авторов, подколенные кисты являются выпячиванием синовиальной оболочки через слабое место в капсуле коленного сустава, заполненное синовиальной жидкостью [5]. Считается, что они служат дренажными резервуарами для сброса через соустье чрезмерного суставного выпота при обострении артропатии любой этиологии. Поток избыточного суставного выпота имеет односторонний характер в связи с наличием клапанного механизма в области шейки образования [3, 5]

МРТ является основным аппаратным методом диагностики в верификации периартикулярных поражений коленного сустава благодаря превосходному контрасту мягких тканей на сканах и чрезвычайно высокой диагностической мощности [4]. Есть исследования, которые свидетельствуют о том, что применение магнитно-резонансной томографии (МРТ) может помочь в выборе пациентов для нехирургического лечения кисты Бейкера [6]. В случаях неэффективной консервативной терапии МРТ облегчает планирование хирургического лечения, когда требуется не только иссечение подколенной кисты, но и внутрисуставная ортопедическая коррекция [7].

Проанализировав доступную нам литературу, мы обнаружили, что большинство классификаций подколенных кист базируются на анализе результатов инструментальных ультразвуковых методов исследования. Pastershank S.P., Mitcrrhell D.M. (1977), на основании изучения данных ультразвукового метода исследования больных, описали четыре типа подколенной кисты в зависимости от ее формы. Даниловой И.М. с соавт. (2002) была предпринята попытка разработать комплексную классификацию состоящую из трех стадий. Ее основой исследователи прияти так называемые «стадии структурной организации образований», получаемых по результатам интегрированного изучения данных артрографии, артросонографии и исследования препаратов удаленных кист и их жидкостного содержимого. Редкие работы используют разграничение по данным гистоморфологического исследования образований, удалённых открытым хирургическим способом. Так, Burleson R.J. (1956) различал 3 типа подколенных. Rupp S. (1999) классифицировал подколенные кисты также на три типа, просто исходя из ее размеров до 3 см и более 5

см. В предложенных классификациях не отражены особенности сопутствующих внутрисуставных патологических трансформаций, а также особенности синтопии, что не позволяет использовать их в качестве метода выбора и тактики хирургического лечения.

Для предоперационного планирования артроскопического вмешательства в полость коленного сустава с целью ликвидации причины хронического синовита Николаевым К.А. (2005) была предложена собственная классификация, в которой использованы данные лучевых методов исследования и анатомо-топографические особенности локации образования и стадия течения воспалительного процесса в стенке кисты. Но, он также не учитывал стадии гонартроза и степень патологических внутрисуставных деформаций, что может радикально повлиять на выбор объёма и вида хирургического пособия.

В последние годы высокоэнергетическое лазерное излучение активно внедряется в практику лечения полостных доброкачественных новообразований. Лазериндуцированная термотерапия (ЛИТТ) – один из новых методов синовиальных кист, в частности кист Бейкера. [8, 9, 10, 11]. Имеются многочисленные сообщения о способности МРТ к дифференцированию доброкачественных и злокачественных образований мягких тканей дистальных отделов верхних конечностей с чувствительностью и специфичностью до 95% [12], следовательно, этот метод реально использовать также для определения противопоказаний к локальному применению лазерного излучения как для терапевтического, так и для хирургического лечения.

В литературе есть множество работ доказывающих, что МРТ позволяет достоверно изучить анатомическую топографию кисты Бейкера и определить ее размеры образования в трех измерениях [13, 14, 15] но мы не обнаружили работ, посвященных использованию этой методики для классификации или отбора пациентов при планировании лазер-индуцированной термотерапии.

Цель исследования: на основе измерений МР визуализируемых морфометрических параметров кисты Бейкера и оценки состояния внутрисуставных тканей, используя метод кластерного анализа, разработать собственную рабочую классификацию для формирования критериев отбора пациентов для лазер-индуцированной опосредованной термотерапии синовиального новообразования подколенной области.

Материалы и методы

МРТ выполнялась на аппарате Achiva (Philips) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл с использованием радиочастотной катушки для коленного сустава. Пациен-

ты располагались в томографе в положении лежа на спине. Стандартный протокол исследования включал в себя 6 фаз: топограмма (по 3 среза в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях), две серии протон-взвешанных и T1-взвешанных изображений в корональной проекции, 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 (FOV) 18 x 18 см, толщина среза 3 мм, матрица 272 x 512, общее время сканирования – 30 минут.

На рабочей станции томографа проводилась качественная и количественная оценка кист Бейкера, сопутствующая внутрисуставная патология: наличие повреждений менисков (полный, неполный разрыв), отека костного мозга, выпота в полости сустава, наличия и степени дегенеративно-дистрофических изменений в суставе. Степень дегенеративно-дистрофических изменений в суставе определялась по классификации Kellgren & Lawtence: I стадия - незначительные остеофиты, II стадия - четко выраженные остеофиты, суставная щель не изменена, III стадия - выраженные остеофиты, умеренное сужение суставной щели, IV стадия - выраженное сужение суставной щели, субхондральный склероз. Также производилась оценка морфометрических данных наличие и размер соустья, толщина стенки кисты, количество камер и размер кисты. Все данные заносились в электронную таблицу и статистически обрабатывались в пакете SPSS 14.0. Для проверки статистических различий использовался критерий χ^2 Пирсона, а также критерий U Манна Уитни.

Кластеризация проводилась на основе двух переменных – это обнаружение методом МРТ разрыва менисков и внутрикостного отека. Эти критерии внутрисуставных повреждений были выбраны как наиболее часто встречающиеся и объективно характеризующие степень поражения сустава. Вторая причина их выбора заключалась в том, что на лазер-индуцированная термотерапия кисты Бейкера не оказывает влияние на данные виды патологических трансформаций. Кластеризация по переменным как вид статистического анализа позволяет работать не только с количественными, но и с порядковыми или номинальными переменными. А также позволяет количественно оценить качество разбиения на кластеры.

Для проверки надёжности полученных групп был использован метод иерархического кластерного анализа, который хорошо работает на малых выборках и дает возможность визуально проследить этапы кластеризации и определить количество кластеров. В качестве контрольного способа был выбран метод Варда (Ward's method), а также была проведена Z-стандартизация переменных. Для повышения надежности полученных кластеров методом двушагового и иерархического кластерного анализа, кластеризация проводилась несколько раз, а переменные в базе менялись местами. Показатель «выпот» в кластеризацию включён не был, так как он присутствует в 98% случаев.

Исследование основано на оценке количественных

результатов МРТ 37 пациентов с кистами Бейкера, из них 29 (78,4%) женщин, 8 (21,6%) – мужчин. Средний возраст обследуемых пациентов составил 60,3 года, (от 25 до 82 лет). Медианный возраст - 61 год. У 3х пациентов было обследовано оба коленных сустава, соответственно, всего проанализировано 40 случаев МРТ. Обследовано 17 (42,5%) правых коленных суставов, 23 (57,5%) – левых.

Результаты и обсуждение

При анализе результатов МРТ была выявлена частота внутрисуставных патологий в исследуемой группе: выпот, отек, наличие полного/неполного разрыва менисков. Признаки выпота в коленном суставе зафиксировано в 39 (98%) случаях. Проявления внутрикостного отека - у 17 (43%) случаев. Полный или неполный разрыв одного из отделов мениска обнаружен в 31 (78%) случае, а у 9 (22%) данная патология не выявилась. Таким образом, можно предположить, что в популяции имеются субъекты, у которых есть киста Бейкера, но отсутствуют значимые внутрисуставные повреждения.

Применение двухшагового кластерного анализа позволило выделить 3 кластера (рис. 1). Первый кластер (22,5%) характеризовался отсутствием разрывов мениска и внутрикостного отека, то есть его основной признак - наличие кисты без внутрисуставных повреждений (рис. 2). Второй кластер (35,0%) отличался выявлением разрыва одной из частей мениска без костного отека (рис. 3), таким образом киста Бейкера сопутствовала минимальным изменениям анализируемых структур. Третий кластер (42,5%), в нем одновременно присутствуют МРТ признаки разрыва мениска и внутрикостного отека. Из чего следует, что подколенная киста сочетается с максимальной степенью интраартикулярных патологических трансформаций (рис. 4).

В качестве показателя меры сплоченности и разделения на кластеры, полученных методом двухшагового кластерного анализа, использовался коэффициент Стьюдента, в нашем случае он был равен 0,6, что свидетельствует о хорошем качестве разбиения на кластеры. Как видно из данных таблицы № 1, корреляция между полученными кластерами и обозначенными выше факторами (разрыв и отек) статистически абсолютно значима ($\text{Sig.}=0,000$).

Представленная на рисунке 5 дендрограмма отражает выделение трех кластеров методом иерархического кластерного анализа, которые соответствуют по размеру кластерам, полученным первым способом (рис. 6).

Корреляция между полученными кластерами и обозначенными выше выбранными переменными (разрыв мениска и внутрикостный отек) также как и в случае двушагового кластерного анализа статистически абсолютно значима ($\text{Sig.}=0,000$), что отражено в таблице № 2. Следовательно, мы можем сделать вывод, что как в случае иерархического кластерного анализа, так и при использовании двушагового кластерного анализа выделяются три идентичных кластера, которые существенно различаются между собой по одним и тем же качественным и количественным характеристикам.

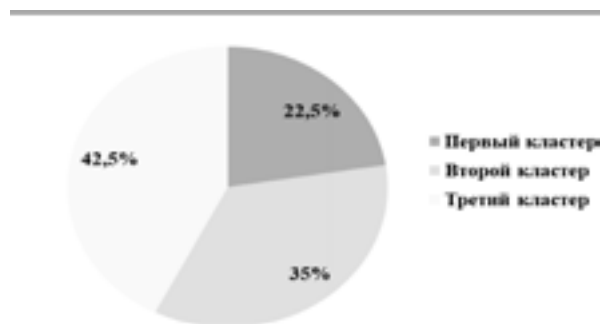


Рисунок 1. Размер кластеров, полученных методом двухшагового кластерного анализа, (в %)

Примечание: проанализировано 40 случаев, из них 17 были определены как первый кластер, - 14 как второй и 9 как третий

Корреляция между полученными кластерами и обозначенными выше выбранными переменными (разрыв мениска и внутрикостный отек) также как и в случае двухшагового кластерного анализа статистически абсолютно значима ($\text{Sig.}=0,000$), что отражено в таблице № 2.

Далее рассмотрим некоторые различия по различия между кластерами по демографическим и физиологическим показателям.

Выявленные различия между кластерами.

По данным таблицы видно, что в первом и втором кластерах мужчины встречаются несколько реже, чем в третьем кластере. По данным таблицы 3 видно, что в первом и втором кластерах мужчины встречаются несколько реже, чем в третьем кластере. Вероятно, это свидетельствует о том, что мужчины обращаются за врачебной помощью уже на стадии достаточно сильного повреждения. Визуально мы наблюдаем обозначенное выше различие, хотя статистически оно не нашло своего подтверждения ($\text{sig}=0,377$).

Как видно на рисунке 7, полученные кластеры существенно различаются между собой по возрастным характеристикам ($\text{sig}=0,022$). Первый кластер – относительно молодой, средний возраст составляет 49 лет. Второй кластер – средневозрастной, средний возраст составляет 60 лет, а в третьем кластере наибольшее число пожилых, средний возраст составляет 66 лет.

Были обнаружены статистически значимые различия между кластерами по вошедшим в них стадий гонартроза ($\text{sig}=0,001$), что отражено на рисунке 8. В первом кластере полностью отсутствуют случаи 4 стадии гонартроза, во втором кластере – преобладают пациенты с третьей стадией (79%), а в третьем кластере 65% случаев составляют четвертую стадию.

Статистический анализ также выявил различия между кластерами по максимальной толщине стенки и количеству камер в кисте, а именно, чем меньше повреждений в кластере, тем тоньше стенка кисты. Данные представлены на рисунке 9. Видно, что в первом кластере средняя толщина стенки составляет 0,94 мм. Во втором кластере – 1 мм., в третьем кластере – 1,24 мм.

Попытки обнаружить отличия в группах по другим качественным признакам не выявили значимых результа-

тов. Среднее количество камер в кисте. В первом кластере представлены кисты с наибольшим количеством камер, средняя составляет 8,44. Во втором кластере кисты имеют несколько меньше камер - 6,71, в третьем всего лишь – 6,06. В тоже время статистически различия не подтвердились, значимость критерия U Манна Уитни составила всего 0,287. Размер кисты. Несмотря на то, что размер образования в первом кластере был меньше, чем в других, статистически это различие не подтвердилось, поскольку значимость критерия U Манна Уитни составила 0,634.

Наличие соустья. Во всех кластерах практически в 90% случаев оно присутствует на МРТ сканах. Вероятно, в оставшихся случаях, оно не визуализируется различными техническим или анатомическим причинам. В первом кластере соустье выявлено в 88,9%. Во втором кластере в - 85,7%, в третьем соединении с полостью сустава обнаруживалось чаще всего – 94,1%. После статистической обработки данных стало очевидно, что различий между кластерами по такому признаку как наличие соустья нет, на что указывает значение критерия χ^2 Пирсона ($\text{sig}=0,734$). Ширина соустья кисты. Средняя ширина соединения с полостью сустава кисты в первом кластере составила 1,72 мм, во втором кластере – 2,15 мм., в третьем кластере – 1,62 мм. Различия между этими средними также оказались незначимы, что подтверждается низким уровнем значимости критерия U Манна Уитни, который составил от 0,365 до 0,759.

Это исследование позволило нам выделить три кластера случаев больных с кистой Бейкера. Набор оцениваемых при МРТ признаков формирует типичный портрет больного советующего кластера. Первый кластер – относительно молодой и средний возраст (около 49 лет), в нем полностью отсутствуют случаи 4 стадии гонартроза и нет внутрисуставных повреждений. Второй кластер – средневозрастной, средний возраст составляет 60 лет, преобладают случаи с третьей стадией гонартроза, внутрисуставные повреждения минимальны. В третьем кластере наибольшее число пожилых, средний возраст составляет 66 лет, а в 64% составляют случаи четвертой стадии остеоартроза, изменения в суставе максимальны. Во всех кластерах практически в

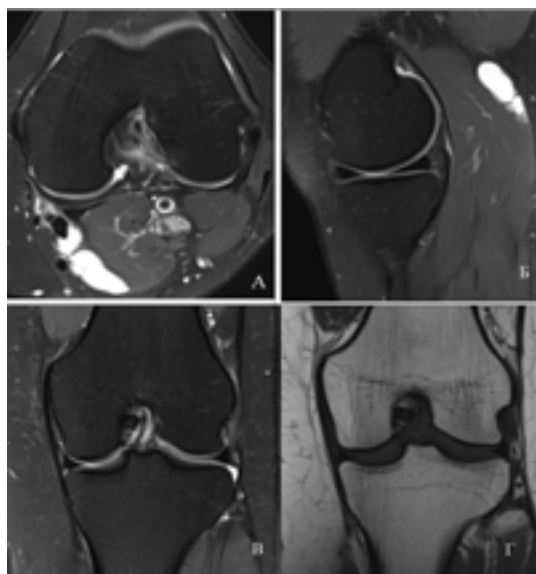


Рисунок 2. Магнитно-резонансные томограммы правого коленного сустава пациентки С., 47 лет. Отнесена к первому кластеру

Примечание: а - аксиальное протон-взвешанное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани (PD FS), б - сагитальное протон-взвешанное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани (PD FS), в – корональное протон-взвешанное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани (PD FS), з – корональное T1-взвешанное изображение. а - в подколенной ямке определяется гиперинтенсивное образование – киста Бейкера, б - дегенеративно-дистрофические изменения в медиальном мениска, отека мышечков не определяется, в, з - разрывов менисков не определяется

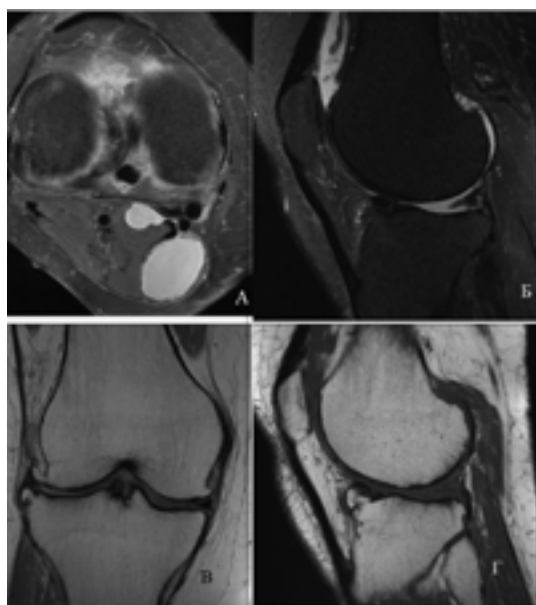


Рисунок 3. Магнитно-резонансные томограммы правого коленного сустава пациентки Ф., 67 лет. Отнесена ко второму кластеру

Примечание: а - аксиальное протон-взвешанное изображение (PD), б - сагитальное T2-взвешанное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани (T2 FS), в – корональное протон-взвешанное изображение (PD), з – сагитальное протон-взвешанное изображение.

а - в подколенной ямке определяется гиперинтенсивное образование – киста Бейкера, б - отека латеральных мышечков большеберцовой и бедренной костей не определяется, в, з - разрыв латерального мениска

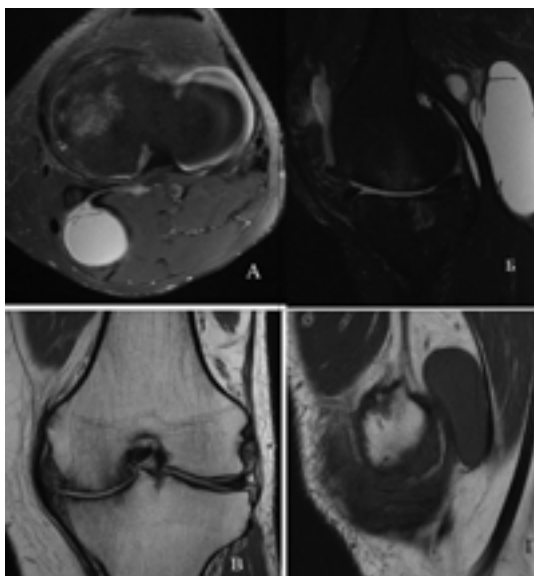


Рисунок 4. Магнитно-резонансные томограммы левого коленного сустава пациента К., 53 года. Отнесён к третьему кластеру

Примечание: а - аксиальное протон-взвешанное изображение (PD), б - сагиттальное T2-взвешанное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани (T2 FS), в – корональное протон-взвешанное изображение (PD), г – сагиттальное протон-взвешанное изображение. а - в подколенной ямке определяется гиперинтенсивное образование – киста Бейкера, б - отек медиальных мышечков большеберцовой и бедренной костей, в, г - полный разрыв медиального мениска

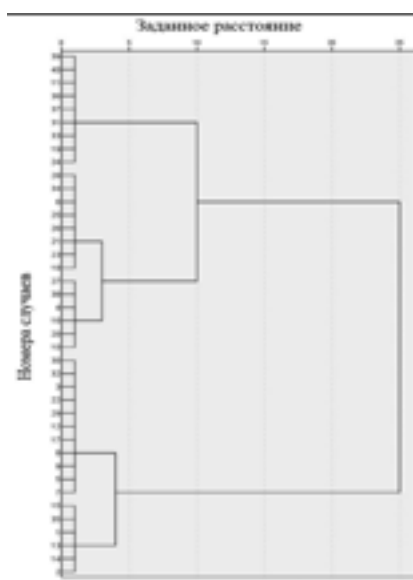


Рисунок 5. Дендрограмма расстояний и последовательности объединения в кластеры

90% выявлялось соустье, что можно считать диагностическим критерием истинной кисты Бейкера. Некоторое учащение встречаемости соустья, связанное со средним возрастом является результатом разрывов в дегенеративно изменённой капсуле сустава [16,17].

В нашей работе, также как и во многих предыдущих, изучающих взаимосвязь находок на МРТ сканах, выявлена сильная прямо пропорциональная связь между возрастом, степенью повреждения внутрисуставных

структур и стадией гонартроза [18, 19, 20]. Но, учитывая наличие большого количества наблюдений, выявляющих интраартикулярные патологии, особенно у пациентов молодой и средневозрастной групп, при МРТ исследованиях без клинической симптоматики [21, 22] позволяет предположить, что процессы деформации костной ткани и повреждения фиброзно-хрящевых структур коленного сустава развиваются чаще независимо друг от друга и идут параллельно возрастным изменениям, лишь взаим-

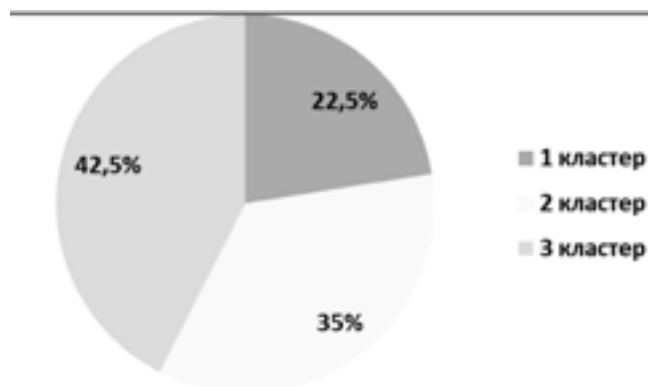


Рисунок 6. Размер кластеров, полученных методом иерархического кластерного анализа, (в %)

Приложение: рассмотрены те же 40 случаев МРТ наблюдений, результат получен аналогичный итогам метода двухшагового кластерного анализа

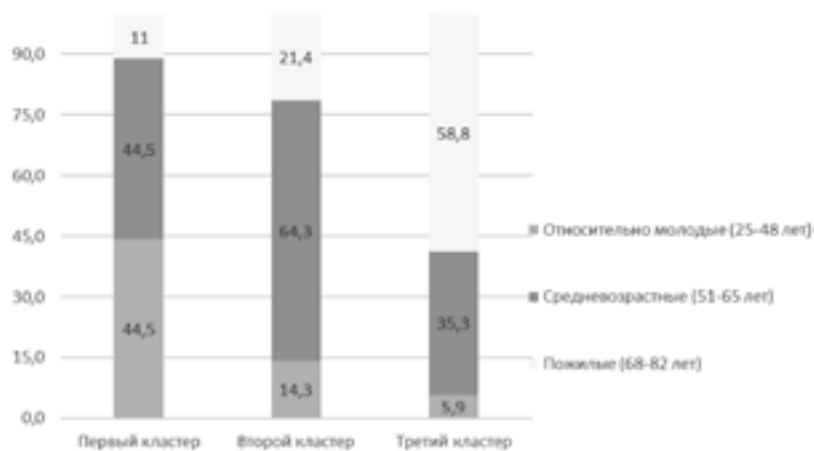


Рисунок 7. Возрастные особенности кластеров, (в % по каждому кластеру)

Примечание: гистограмма убедительно показывает связь выраженности внутрисуставных изменений у пациентов с кистой Бейкера от возраста. Интересно отметить, что во втором кластере больше средневозрастных субъектов, имеющих лишь повреждения фиброзно-хрящевой ткани сустава

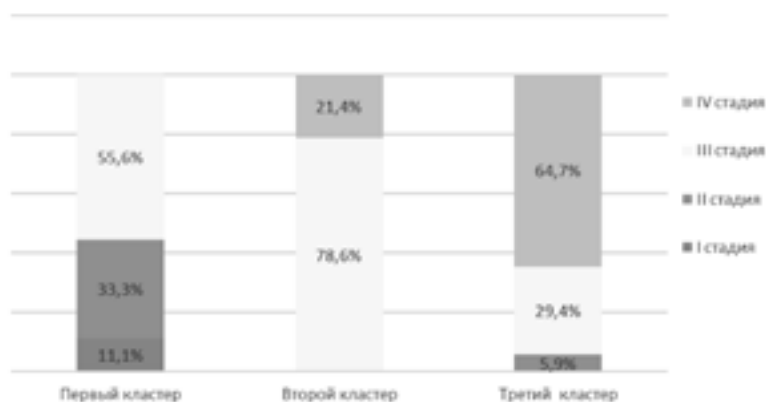


Рисунок 8. Выраженность гонартроза в кластерах, (в % по каждому кластеру)

Примечание: рисунок наглядно демонстрирует, что есть группа в первом кластере с минимальными внутрисуставными изменениями не требующих внутрисуставных хирургических вмешательств

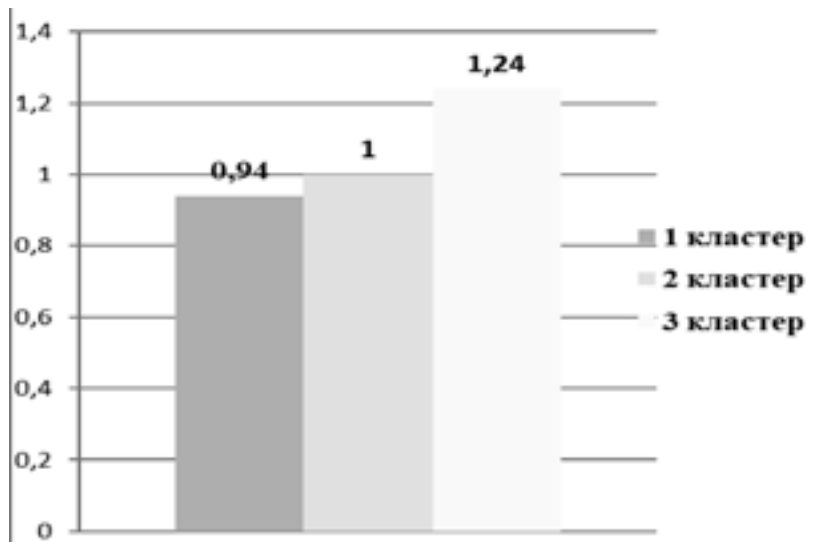


Рисунок 9. Средняя толщина стенки кисты в кластерах, (мм.)

Примечание: изменения средней толщины стенки очевидны, но статистически оказались незначимы. Хотя это явление вполне закономерно, чем дольше течет хронический воспалительный процесс, тем толще слой, возникший в результате пролиферативных изменений

Таблица 1. Количественные характеристики кластеров, полученных методом двушагового кластерного анализа, (в % по каждому кластеру)

		1 кластер		2 кластер		3 кластер	
		Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%
Разрыв	Нет разрыва	9	100	0	0	0	0
	Неполный разрыв	0	0	8	57,1	6	35,3
	Полный разрыв	0	0	6	42,9	11	64,7
Признаки внутрикостного отека	Нет	9	100	14	100	0	0
	Есть	0	0	0	0	17	100

Таблица 2. Количественные характеристики кластеров, полученных методом иерархического кластерного анализа, (в % по каждому кластеру)

		1 кластер		2 кластер		3 кластер	
		Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%
Разрыв	Нет разрыва	9	100	0	0	0	0
	Неполный разрыв	0	0	8	57,1	6	35,3
	Полный разрыв	0	0	6	42,9	11	64,7
Признаки внутрикостного отека	Нет	9	100	14	100	0	0
	Есть	0	0	0	0	17	100

Таблица 3. Распределение по полу внутри кластеров, (в % по каждому кластеру)

	1 кластер	2 кластер	3 кластер
Мужчины	11,1%	14,3%	31,3%
Женщины	88,9%	85,7%	68,8%
	100%	100%	100%

но отягощая течение заболевания.

Мы согласны с исследованием [23], что нарушение биомеханики нижней конечности и связанное с этим патологическое напряжение и хроническая микротравматизация икроножной полусухожильной мышц способны вызывать гиперпродукцию синовиальной жидкости и воспаление подлежащих бурс. Вероятно, таким образом и формируются представители первого кластера, являющиеся значительной целевой группой в популяции ($\approx 10\%$) больных кистой Бейкера для изолированной лазер-индуцированной термотерапии. Подтверждением этой гипотезы служит исследование [24], выявившее образование хронического экссудативного синовита коленного сустава на фоне хронического напряжения полуперепончатой и икроножной мышц.

В нашей работе выявлено, что средняя толщина стенки кисты увеличивалась в связи с возрастом и стадией остеоартроза, но различия оказались незначимы из-за небольшого объема выборки и характера распределения. Для проверки статистических различий использовался критерий U Манна Уитни, ($\text{sig}=0,089$). Но, с другой стороны, ошибка составляет всего 8,9% процента. Это позволяет сделать предположение о возможных статистических различиях между кластерами в выборках, больших по объему, для подтверждения этой гипотезы требуется проведение исследования с большим числом субъектов.

Мы обнаружили несколько работ, описывающих средние размеры подколенной кисты или ее объем. Все они отметили различные, не имеющие какой-либо закономерности значения. Так, например, в работах Самойленко А.А. у 64,9% пациентов объем кист не превышал 10 мл, у 35% — более 10 мл, у 28,4% из них — превышал 50 мл [25], в то время как Tschirch F.T. (2003) указывал на более скромные средние размеры - $20 \times 7 \times 9$ мм (1,3 мл) до $19 \times 8 \times 10$ мм (или 1,5 мл) [26].

По данным литературы количество камер также непостоянно. В ранних работах Васильева О.И. (1984) и Федосеева В.А. обратили внимание, что иногда киста Бейкера может быть многокамерной или гигантских размеров, при этом кисты могут симулировать опухоль коленного сустава.

Таким образом, очевидно, что количество камер и размер образования являются непостоянными, эти критерии сильно зависят от размеров и количества бурс, составляющих кисту Бейкера, а также от фазы и длительности воспаления [27, 28] и поэтому не могут служить базовыми параметрами рабочей хирургической классификации. Также понятно, что эти признаки не играют роли в выборе объема и в тактике оперативного вмешательства [29, 30].

Попытки разделить кисты на группы с характерными особенностями предпринимались и ранее, все они не имели практического значения для хирурга. Основная цель этой статьи — разработать классификацию кист Бейкера используя в качестве базовых признаков внутрисуставные повреждения. Такой подход мы считаем оправданным, поскольку от них зависит объем оперативного

лечения. Включение в классификацию второстепенных морфологических признаков кисты Бейкера, позволило выделить группу пациентов, у которых подколенное образование вызывает больше жалоб, чем внутрисуставные повреждения. Мы предполагаем, что это когорта больных является целевой для изолированной лазерной термотерапии кисты Бейкера.

Выводы

1. Методом кластеризации данных МРТ выделяется три значительно отличающихся группы. Значимые параметры позволяют принять тактику, направленную на устранение не только кисты, но и причины ее формирования.
2. Пациенты второго и третьего кластера нуждаются в проведении внутрисуставных хирургических вмешательств перед применением лазер-индуцированной термотерапии, как дополнительного этапа лечения кисты Бейкера.
3. Лазер-индуцированная опосредованная термотерапия у больных первого кластера может быть использована как самостоятельный способ устранения кисты Бейкера.
4. Необходимо продолжить исследования для определения зависимости толщины стенки кисты от кластера.
5. Для выбора тактики оперативного лечения, набавленного на устранение кисты Бейкера или причины формирования, такие признаки как ее размер, ширина сосуда и количество камер не имеет решающего влияния. ■

Чернядьев Сергей Александрович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России. Арепинский Виталий Борисович, 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. Жилияков 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: Жилияков Андрей Викторович: E-mail: doctor-zhilyakov@rambler.ru

Литература:

- Giard M.C., Pineda C. Ganglion cyst versus synovial cyst? Ultrasound characteristics through a review of the literature // *Rheumatology international*. – 2015. – V. 35. – №. 4. – P. 597-605.
- Apostolaki E., Davies A.M., Evans N., Cassar-Pullicino V.N. MR imaging of lumbar facet joint synovial cysts // *European radiology*. – 2000. – V. 10. – №. 4. – P. 615-623.
- Beaman F.D., Peterson J.J. MR imaging of cysts, ganglia, and bursae about the knee // *Radiologic Clinics*. – 2007. – V. 45. – №. 6. – P. 969-982.
- Bermejo A., De Bustamante T.D., Martinez A., Carrera R., Zabia E., Manjón P. MR imaging in the evaluation of cystic-appearing soft-tissue masses of the extremities // *Radiographics*. – 2013. – V. 33. – №. 3. – P. 833-855.
- Perdikakis E., Skiadas V. MRI characteristics of cysts and “cyst-like” lesions in and around the knee: what the radiologist needs to know // *Insights into imaging*. – 2013. – VT. 4. – №. 3. – P. 257-272.
- Fielding J.R., Franklin P.D., Kustan J. Popliteal cysts: a reassessment using magnetic resonance imaging // *Skeletal radiology*. – 1991. – V. 20. – №. 6. – P. 433-435.
- Дулаев А.К., Заяц В.В., Дыдыкин А.В., Джусоев И.Г. Хирургическое лечение рецидивирующих кист Бейкера с применением эндоскопической техники // *Травматология и ортопедия России*. – 2014. – №. 2 (72).
- Юсупов А.С. Способ лечения синовиального ганглиона // Патент на изобретение № 2302840 от 20.11.2005 г. Патент РФ.
- Чудновский В.М., Юсупов В.И., Дыдыкин А.В., Невожай В.И., Кисилёв А.Ю., Жуков С.А., Баграшвили В.Н. Лазероиндуцированное кипение биологических жидкостей в медицинских технологиях // *Квантовая электроника*. – 2017. – Т. 47. – №. 4. – С. 361-370.
- Гнусарев О.С., Хамидулина А.М. Лазерная термотерапия в комплексном лечении кист Бейкера у детей // *Материалы 69-й межвузовской (IV Всероссийской) итоговой научной студенческой конференции М 45 с международным участием, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне, г. Челябинск, 28 апреля 2015 г.* — Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного медицинского университета, 2015. — 171, 1 с. — 2015. — С. 37.
- Чернядьев С.А., Чернооков А.И., Жиляков А.В., Коробова Н.Ю. Использование ультразвукового метода для контроля выполнения интервенционной лазерной облитерации кисты Бейкера и оценки ее ближайших результатов // *Радиология-практика*. – 2015. – №. 3. – С. 24-26.
- McKeon K.E., Wright B.T., Lee D.H. Accuracy of MRI-based diagnoses for distal upper extremity soft tissue masses // *Journal of hand and microsurgery*. – 2015. – V. 7. – №. 1. – P. 61-66.
- Елисеев А.С. Морфометрические особенности кисты Бейкера // *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. – 2016. – Т. 15. – №. 6. – С. 114-117.
- Neto N., Nunnes P. Spectrum of MRI features of ganglion and synovial cysts // *Insights into imaging*. – 2016. – V. 7. – №. 2. – P. 179-186.
- Kim K.I., Lee S.H., Ahn J.H., Kim J.S. Arthroscopic anatomic study of posteromedial joint capsule in knee joint associated with popliteal cyst // *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. – 2014. – V. 134. – №. 7. – P. 979-984.
- Lindgren PG, Willen R. Gastrocnemio-semimembranosus bursa and its relation to the knee joint: I. Anatomy and histology. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1977; 18:497-512.
- Labropoulos N, Shifrin DA, Paxinos O. New insights into the development of popliteal cysts. *Br J Surg*. 2004; 91:1313-1318.
- Wang C., Yang H., Deng M., Liu H., Songlun L.I., Hou R., Pan S. Correlation between marrow edema and related MRI and clinical manifestations in patients with knee osteoarthritis // *Journal of Practical Radiology*. – 2017. – V. 33. – №. 8. – P. 1236-1240.
- Deshpande B.R., Losina E., Smith S.R., Martin S.D., Wright R.J., Katz J.N. Association of MRI findings and expert diagnosis of symptomatic meniscal tear among middle-aged and older adults with knee pain // *BMC musculoskeletal disorders*. – 2016. – V. 17. – №. 1. – P. 154.
- Carotti M., Salaffi F., Di Carlo M., Giovagnoni A. Relationship between magnetic resonance imaging findings, radiological grading, psychological distress and pain in patients with symptomatic knee osteoarthritis // *La radiologia medica*. – 2017. – Т. 122. – №. 12. – P. 934-943.
- Beals C.T., Magnussen R.A., Graham W.C., Flanigan D.C. The prevalence of meniscal pathology in asymptomatic athletes // *Sports Medicine*. – 2016. – V. 46. – №. 10. – P. 1517-1524.
- Culvenor A.G., Øiestad B.E., Hart H.F., Stefanik J.J., Guermazi A., Crossley K.M. Prevalence of knee osteoarthritis features on magnetic resonance imaging in asymptomatic uninjured adults: a systematic review and meta-analysis // *Br J Sports Med*. – 2018. – P. bjsports-2018-09925.7
- Ахтямова Н.Е. Современные подходы к лечению бурсита (рекомендации хирургу амбулаторного звена) // *PMЖ*. – 2016. – Т. 24. – №. 3. – С. 193-196.
- Могила А. А. Определение зависимости выраженности синовиита коленного сустава от степени мышечно-тонического синдрома полуперепончатой и медиальной икроножной мышцы методом ультразвукового сканирования // *Мир медицины и биологии*. – 2017. – Т. 13. – №. 2 (60). – С. 92-96.

25. Самойленко А.А., Левенец С.В., Андреева И.В., Виноградов А.А. Возможности сонографии в диагностике кист Бейкера // Укр. мед. альманах. - 2008. - Т. 11, № 3. - С. 129 - 131
26. Tschirch F.T., Schmid M.R., Pfirrmann C.W., Romero J., Hodler J., Zanetti M. Prevalence and size of meniscal cysts, ganglionic cysts, synovial cysts of the popliteal space, fluid-filled bursae, and other fluid collections in asymptomatic knees on MR imaging // *American Journal of Roentgenology*. - 2003. - V. 180. - №. 5. - P. 1431-1436.
27. Бадаמיшина Л.М., Митьков В.В., Зубарева Е.А. Ультразвуковая семиотика заболеваний коленного сустава у детей и подростков // *Медицинская визуализация*. - 2005. - №. 2. - С. 90-95]
28. Хитров Н.А. Параартикулярные ткани: варианты поражения и их лечение // *Медицинский совет*. - 2017. - №. 5. - С. 120-130.
29. Takahashi M., Nagano A. Arthroscopic treatment of popliteal cyst and visualization of its cavity through the posterior portal of the knee // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. - 2005. - V. 21. - №. 5. - P. 638. e1-638. e4
30. Frush T.J., Noyes F.R. Baker's cyst: diagnostic and surgical considerations // *Sports health*. - 2015. - V. 7. - №. 4. - P. 359-365.