



СРАВНЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ С РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИ НУЛЕВОЙ СТАДИЕЙ ГОНАРТРИТА

М.В.Макарова, М.Ю.Вальков

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет», 163000, Российская Федерация, Архангельск, пр-т Троицкий, д. 51

Резюме

Цель исследования. Сравнение диагностической точности метода ультразвуковой диагностики (УЗИ) с методом магнитно-резонансной томографии (МРТ) в качестве референтного в оценке патологических изменений мягких тканей на нулевой стадии остеоартрита (ОА) коленного сустава.

Материалы и методы. В анализ включены 19 больных с рентгенологически нулевой стадией ОА коленного сустава, которым в 2015 г. были одновременно проведены УЗИ и МРТ коленных суставов. Оценивали чувствительность и специфичность, прогностическую ценность положительного и отрицательного результатов в оценке патологических изменений в семи анатомических областях при УЗИ по сравнению с МРТ.

Результаты. Ложноположительных результатов отмечено не было. Данные УЗИ и МРТ полностью совпали при диагностике наличия избыточного количества свободной жидкости в полости сустава и супрапателлярной сумке, синовита и кисты Бейкера: у 15 (79%) и 4 (21%) больных соответственно. Наиболее часто ложноотрицательные результаты УЗИ были при оценке изменений латерального мениска и остеофитов: по 2 (11%) диагностированных случая против 15 (79%) при МРТ соответственно. При оценке дегенеративных изменений медиального мениска — 10 (53%) при УЗИ против 15 (79%) при МРТ соответственно. Метод УЗИ показал низкую чувствительность в выявлении начальных патологических изменений связочного аппарата коленного сустава: чувствительность и прогностическая ценность отрицательных результатов составили для крестообразных связок 47% и 18%, для коллатеральных связок — 24% и 13% соответственно.

Заключение. УЗИ высокоэффективно в диагностике синовита, свободной жидкости в полости сустава и супрапателлярной сумке, а также кист Бейкера у пациентов с рентгенологически нулевой стадией ОА. Это помогает выявить группу больных с наиболее высоким риском прогрессирования ОА. Метод УЗИ значительно уступает МРТ в диагностике ранних дистрофических изменений в связочном аппарате, менисках и хрящах сустава.

Ключевые слова:

остеоартрит, коленный сустав, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография

Оформление ссылки для цитирования статьи

Макарова М.В., Вальков М.Ю. Сравнение диагностической точности магнитно-резонансной томографии и ультразвуковой диагностики при исследовании коленных суставов с рентгенологически нулевой стадией гонартрита. Исследования и практика в медицине. 2018; 5(1): 10-19. DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-1-1

Для корреспонденции

Макарова Мария Васильевна, к.м.н., ассистент кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»

Адрес: 163000, Российская Федерация, Архангельск, ул. Гайдара, д. 3, E-mail: mtim10@gmail.com, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-9144-3901>

Информация о финансировании. Работа не имела финансовой поддержки со стороны, выполнена исключительно за счет средств авторов.

Конфликт интересов. Все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 29.11.2017 г., принята к печати 05.03.2018 г.



COMPARISON OF THE DIAGNOSTIC ACCURACY OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING AND ULTRASOUND EXAMINATION FOR X-RAY NEGATIVE STAGE OF KNEE JOINTS OSTEOARTHRITIS

M.V.Makarova, M.Yu.Valkov

Northern State Medical University, 51 Troitskii pr., Arkhangelsk 163000, Russian Federation

Abstract

Purpose. To compare of the diagnostic accuracy of ultrasonography (US) with magnetic resonance imaging (MRI) as a reference in the assessment of pathological changes of the soft tissues at the X-ray negative stage of knee joint osteoarthritis (OA).

Materials and methods. Nineteen patients with X-ray negative stage of knee OA diagnosed in 2015 underwent US and MRI of the knee joints. We estimated the sensitivity and specificity, positive and negative predictive values for pathological changes in 7 distinct anatomical areas on US comparing to MRI.

Results. There were no false positive results. The findings of US and MRI coincided for the presence of an excess amount of free fluid in the joint cavity and suprapatellar bursa synovitis and the presence of Baker's cyst, 15 (79%) and 4 (21%) patients, respectively. More often, false-negative results on US have been seen in assessing changes in the lateral meniscus and osteophytes: 2 (11%) diagnosed cases vs 15 (79%) for MRI, respectively. The degenerative changes in the medial meniscus were found in 10 (52.6%) on US compared to 15 (79%) for MRI, respectively. Method of US showed the low sensitivity in the detection of early pathological changes of the knee ligaments: sensitivity and predictive value of negative results accounted for the cruciate were 47% and 18%, for collateral ones only 24% and 13%, respectively.

Conclusion. Ultrasound examination is highly effective in the diagnosis of synovitis, free fluid in the joint cavity and suprapatellar bursa and Baker's cysts in patients with X-ray negative stage of knee OA. It helps to identify the group of patients with the highest risk of progression of OA. The method of ultrasound is significantly inferior to MRI in the diagnosis of early degenerative changes in ligaments, the menisci and cartilage of the joint.

Keywords:

osteoarthritis, knee joint, ultrasound examination, magnetic resonance imaging

For citation

Makarova M.V., Valkov M.Yu. Comparison of the diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging and ultrasound examination for X-ray negative stage of knee joints osteoarthritis. Research'n Practical Medicine Journal (Issled. pract. med.). 2018; 5(1): 10-19. DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-1-1

For correspondence

Maria V. Makarova, MD, PhD, assistant of the department of radiation diagnosis, radiotherapy and oncology, Northern State Medical University Address: 3 Gaidar str., Arkhangelsk 163000, Russian Federation, E-mail: mtim10@gmail.com, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-9144-3901>

Information about funding. The work did not have financial support from the outside, it was carried out exclusively at the expense of the authors.

Conflict of interest. All authors report no conflict of interest.

The article was received 29.11.2017, accepted for publication 05.03.2018

Остеоартрит (ОА) коленных суставов составляет до 80% всех случаев ОА и является важной клинической и социальной проблемой. Социальная значимость этой проблемы обусловлена значительным «помолодением» первичных пациентов: если в конце XX в. средний возраст ОА составлял 40–45 лет, то к 2010 г. — уже 25–28 лет [1]. Его диагностика на начальных стадиях с помощью рутинно рекомендуемой рентгенографии затруднена, поскольку этот метод не позволяет визуализировать его связочный аппарат, хрящи и другие мягкие ткани. В таких случаях более предпочтительны другие методы диагностики. Основными из них сегодня являются ультразвуковое исследование (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) [2].

УЗИ включено в стандарт диагностики ОА коленных суставов при подозрении на синовит [3], но на практике используется значительно шире: на основании этого исследования часто ставится диагноз ОА. В руках специалиста этот метод достаточно информативен, но имеет некоторые объективные ограничения в визуализации ряда глубоко расположенных анатомических структур, таких как хрящ большеберцовой кости, костномозговой канал, крестообразные связки на всем их протяжении. При этом он основан на зрительном анализе полученного изображения оператором, что предопределяет его субъективность [4]. Достоверность полученных данных зависит не только от квалификации специалиста, но также и от возможностей используемой аппаратуры. Эффективность УЗИ повышается при сопоставлении полученной информации с данными клинического осмотра, анамнеза, а также других методов исследования [5].

Бесспорно, наиболее информативным неинвазивным методом диагностики раннего ОА коленного сустава в настоящее время является МРТ. Методу МРТ доступна визуализация всех отделов сустава, но изменения в определенных анатомических структурах (коллатеральные связки, хрящи, мениски, супрапателлярная сумка) могут быть визуализированы при использовании обоих методов, что может дать преимущество УЗИ как более дешевому методу. В ряде работ было показано, что УЗИ обладает высокой информативностью в диагностике травматических и выраженных дегенеративных изменений в доступных визуализации не костных структурах [6–8], однако исследованиям по оценке УЗИ и МРТ в диагностике начальных стадий ОА коленного сустава в литературе уделено недостаточно внимания.

Цель исследования — сравнение диагностической точности метода УЗИ с методом МРТ в качестве референтного в оценке патологических изменений в мягких тканях на нулевой стадии ОА коленного сустава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящий анализ включали больных с рентгенологически нулевой стадией ОА коленного сустава, проходивших обследование и лечение в медицинских учреждениях г. Архангельска: Городская поликлиника № 1 и № 2, Первая городская клиническая больница им. Е. Е. Волосевич в рамках рандомизированного исследования [9]. Это исследование, исходно направленное на сравнение эффективности методов лечения ОА, было одобрено этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 10 от 21.12.2011). Все пациенты перед началом исследования подписывали информированное добровольное согласие на участие в проведении исследования. Набор осуществлялся в период с января 2015 г. по декабрь 2015 г.

Критерии включения

Когорта больных, включенных в исследование, и характеристика использованных методов подробно описаны ранее [8], приводим ее кратко. Основным критерием включения был рентгенонегативный ОА коленных суставов (по Косинской Н. С.), клинически подтвержденный по критериям Altman, 1991 (клинические: боль в коленном суставе, крепитация при активных движениях, утренняя скованность менее 30 мин, увеличение объема сустава при осмотре) в сочетании с лабораторными проявлениями и без них, но при отсутствии патологических изменений при рентгенографии. Всем больным в дальнейшем проводили УЗИ и МРТ, интервал между исследованиями не превышал 2 нед.

Для УЗИ использовали сканеры экспертного класса, исследование проводили специалисты с опытом работы в данной области [8]. Коленный сустав исследовали из четырех стандартных доступов: переднего (поперечная и продольная супрапателлярные и инфрапателлярные плоскости сканирования, тангенциальная супрапателлярная); медиального и латерального (в поперечных плоскостях) в положении пациента лежа на спине с согнутым на 10° коленным суставом и заднего (продольная подколенная, поперечные проксимальная и дистальная плоскости) в положении пациента лежа на животе со сгибанием на 5° [10]. Исследование проводили в В-режиме серой шкалы, панорамного сканирования, тканевой гармоники.

МРТ коленных суставов проводили на аппаратах с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (коронарной, сагитальной и аксиальной проекциях). Перечень последовательностей включал «спин-эхо»

(spin-echo, SE), турбо «спин-эхо» (turbo spin-echo, TSE), протонно-взвешенные изображения (proton density, PD), восстановление с инверсией и ослаблением сигнала жидкости (Fluid Attenuated Inversion Recovery, FLAIR, fl). Получали T1-и T2-взвешенные изображения (ВИ), изображения с подавлением МР-сигнала от жира во фронтальной, сагиттальной и аксиальной проекциях.

Сопоставление данных УЗИ и МРТ оценивали качественно в следующих анатомических областях:

1. связочно-сухожильный аппарат (дегенеративные изменения сухожилий, боковых и в визуализируемых отделах задней и передней крестовидных связок);

2. признаки синовита тибioфemorального сочленения (увеличение объема внутрисуставной жидкости, утолщение синовиальной оболочки, ее экзогенность и однородность);

3. наличие повышенного количества жидкости в других суставных сумках;

4. состояние суставных поверхностей костей, образующих сустав (ровность, четкость, однородность);

5. дополнительные образования (остеофиты, кисты);

6. состояние хрящей (однородность, ровность, изменение структуры для медиального, латерального хрящей и задней поверхности надколенника);

7. мениски (конфигурация, контур, структура, фрагментация, наличие включений).

Для уменьшения субъективности интерпретации все показатели оценивали по двум градациям (0 — отсутствие, 1 — наличие патологических изменений).

Статистическая обработка данных

Оценивали прогностическую ценность положительного и отрицательного результатов, а также чувствительность и специфичность изучаемых структур для УЗИ при использовании МРТ как референтного метода. Анализ проведен путем заполнения простых четырехпольных таблиц с представлением 95% доверительных интервалов (ДИ) для каждого из показателей. Расчеты проведены при помощи онлайн-калькулятора JavaStat (<http://statpages.info/ctab2x2.html>).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходно были отобраны 22 пациента с соответствующими критериям Altman жалобами на боли, скованность, тугоподвижность в коленном суставе. Один пациент отказался от дальнейшего обследования, двое не прошли одно из сравниваемых исследований — МРТ либо УЗИ. В окончательный анализ вошли 19 пациентов.

Среди отобранных для нашего анализа пациентов было 7 (36,8%) мужчин и 12 (63,2%) женщин. Сред-

ний возраст составил 22,6 (95% ДИ 20,8–24,2) лет.

Сравнительная характеристика оцениваемых показателей для УЗИ и МРТ у больных с рентгенологически нулевой стадией ОА коленного сустава (n = 19) приведена в таблице 1.

При анализе диагностической точности метода УЗИ с использованием МРТ в качестве референтного метода были обнаружены существенные расхождения в трактовке данных. Ложноположительных результатов (наличие патологии на УЗИ при отсутствии изменений на МРТ) отмечено не было. Наиболее часто ложноотрицательные результаты по данным УЗИ были отмечены при оценке изменений латерального мениска и остеофитов: по 2 (10,5%) диагностированных случая против 15 (78,9%) при МРТ соответственно. Меньше расхождений было при оценке изменений дегенеративных изменений медиального мениска — 10 (52,6%) по УЗИ против 15 (78,9%) по МРТ соответственно. Данные полностью совпали при диагностике наличия избыточного количества свободной жидкости в полости сустава и супрапателлярной сумке, синовита: у 15 (78,9%) больных. Совпали данные УЗИ и МРТ также в диагностике кисты Бейкера: она выявлена у 4 (21,1%) пациентов.

Расчеты чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного и отрицательного результатов для УЗИ приведены в таблице 2.

Чувствительность, специфичность, прогностическая ценность положительного и отрицательного результатов для УЗИ в оценке синовита, свободной жидкости в полости сустава (рис. 1), а также кист Бейкера (рис. 2) составила 100%.

Минимальные показатели информативной ценности (чувствительность и прогностическая ценность отрицательного результата) УЗИ были выявлены в оценке остеофитов (чувствительность — 13,3%, прогностическая ценность отрицательного результата — 23,5%), а также изменений латерального мениска (чувствительность — 13,3%, прогностическая ценность отрицательного результата — 51,9%) (рис. 3).

Метод УЗИ также показал низкую чувствительность в выявлении начальных патологических изменений связочного аппарата коленного сустава: чувствительность и прогностическая ценность отрицательного результата составили для крестообразных связок 47,1% и 18,2%, для коллатеральных связок — 23,5% и 13,3% соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В нашем исследовании мы отметили роль УЗИ в оценке начальных дегенеративных изменений

в коленном суставе при наличии клинических признаков ОА в отсутствие рентгенологических изменений (рентгенологическая стадия 0). В качестве референтного метода мы выбрали МРТ, неинвазивный метод, позволяющий достоверно визуализировать начальные изменения дегенеративно-воспалительного характера в суставе [11], но существенно более дорогостоящий.

Мы выбрали качественную (да/нет) оценку патологических изменений в тканях коленного сустава, поскольку при рентгенонегативном ОА очень маловероятно наличие выраженных поражений не костных структур. Это, кроме того, позволяет уменьшить субъективность трактовок и улучшить статистическую мощность исследования.

Данные УЗИ были конкордантны результатам МРТ в диагностике кисты Бейкера и, что важнее, синовита.

Ранее нами было показано, что именно этот симптом является существенным предиктором прогрессирования ОА в рентгенопозитивные стадии [8]. Согласно современным представлениям о патогенезе развития ОА, после первичного микротравматического воздействия на не костные ткани сустава в суставной жидкости происходит увеличение содержания провоспалительных цитокинов (интерлейкинов 1 бета, 6, 11, 17, 18, фактора некроза опухоли альфа) и снижение противовоспалительных (интерлейкинов 4, 10, 13, тканевых ингибиторов металлопротеиназ, факторов роста) вследствие активации синовиоцитов. Именно они продуцируют катаболические и провоспалительные медиаторы, инициирующие избыточную продукцию протеолитических ферментов. Воспаление поддерживается активированными Т- и В-клетками, инфильтрированными макрофагами. Синовит явля-

Таблица 1. Сопоставление результатов ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии при рентгенологически нулевой стадии гонартрита (n = 19)
Table 1. The comparison of the results of ultrasound examination and magnetic resonance imaging in X-ray negative stage of gonarthrosis (n = 19)

Объект исследования	Методы исследования			
	УЗИ		МРТ	
	нет изменений	есть изменения	нет изменений	есть изменения
Дегенеративные изменения связочно-сухожильного аппарата				
Крестообразные связки, n (%)	11 (57,9)	8 (42,1)	2 (10,5)	17 (89,5)
Коллатеральные связки, n (%)	15 (78,9)	4 (21,1)	2 (10,5)	17 (89,5)
Признаки синовита тибioфemorального сочленения				
Синовит, избыточное количество жидкости в полости сустава и супрапателлярной сумке, n (%)	2 (10,5)	17 (89,5)	2 (10,5)	17 (89,5)
Суставные поверхности костей, образующих сустав				
Изменения ровности, четкости, однородности, n (%)	14 (73,7)	5 (26,3)	6 (31,6)	13 (68,4)
Оценка дополнительных внутрисуставных тел				
Остеофиты, n (%)	17 (89,5)	2 (10,5)	4 (21,1)	15 (78,9)
Киста Бейкера, n (%)	15 (78,9)	4 (21,1)	15 (78,9)	4 (21,1)
Состояние хряща				
Медиальный хрящ, n (%)	14 (73,7)	5 (26,3)	4 (21,1)	15 (78,9)
Латеральный хрящ, n (%)	13 (68,4)	6 (31,6)	1 (5,2)	18 (94,8)
Хрящ задней поверхности надколенника, n (%)	11 (57,9)	8 (42,1)	7 (36,8)	12 (63,2)
Патологические изменения менисков				
Медиальный, n (%)	9 (47,4)	10 (52,6)	4 (21,1)	15 (78,9)
Латеральный, n (%)	17 (89,5)	2 (10,5)	4 (21,1)	15 (78,9)

ется причиной болевого синдрома у 80% пациентов с ОА [12], а также прогностически неблагоприятным фактором течения заболевания [13, 14].

В работах ряда авторов изучалась диагностическая значимость метода УЗИ в оценке синовита при ОА коленного сустава. Так, в работе Н.В. Нуднова и соавт. при обследовании 700 пациентов с различными стадиями гонартрита было показано, что незначительное (до 5 см³) скопление жидкости в полости сустава на УЗИ выявляется достаточно часто — в 68%, в супрапателлярной сумке количество жидкости того же объема — в 17%, кисты Бейкера в ходе исследования авторы встречали только у 12,6%. Однако в этом протоколе не была выделена группа пациентов с дорентгенологической стадией ОА, и, следовательно, не была оценена частота синовита у этой группы больных [15].

По данным Е.М. Ермак, А.Ю. Кинзерского, чувствительность УЗИ при определении синовита при клинически выраженном ОА 3-й стадии составляет 80%, специфичность — до 95%, когда в качестве референтного метода используется артроскопия. Э.Р. Кириллова и соавт. указывают, что при УЗИ пациентам с ОА коленных суставов 2–3-й стадий синовит регистрировали у 88,7% пациентов, а в 27,7% эти изменения сопровождались наличием кист Бейкера. В литературе есть указания на то, что диагностическая ценность УЗИ в диагностике синовита снижается только при наличии травматических повреждений [16].

В нашем исследовании УЗИ показало низкую чувствительность и прогностическую ценность отрицательного результата при оценке дегенеративных изменений связочного аппарата. В оценке изменений

Таблица 2. Оценка чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного и отрицательного результатов для ультразвукового исследования (референтный метод – МРТ)
Table 2. The assessment of sensitivity, specificity, prognostic value of positive and negative results for ultrasound (reference method – MRI)

Объект исследования	Чувствительность, % (95% ДИ)	Специфичность, % (95% ДИ)	Прогностическая ценность положительного результата, % (95% ДИ)	Прогностическая ценность отрицательного результата, % (95% ДИ)
Крестообразные связки	47,1 (37,7–56,5)	100,0 (20,9–100,0)	100,0 (80,2–100,0)	18,2 (3,8–32,6)
Коллатеральные связки	23,5 (14,3–27,5)	100,0 (21,9–100,0)	100,0 (60,9–100,0)	13,3 (2,9–16,2)
Синовит, избыточное количество жидкости в полости сустава и супрапателлярной сумке	100,0 (90,9–100,0)	100,0 (22,9–100,0)	100,0 (90,9–100,0)	100,0 (22,9–100,0)
Изменение суставных поверхностей костей	38,5 (20,7–59,2)	100,0 (61,5–100,0)	100,0 (53,8–100,0)	42,9 (26,4–69,3)
Наличие остеофитов	13,3 (2,9–16,2)	100,0 (60,9–100,0)	100,0 (21,9–100,0)	23,5 (14,3–37,8)
Наличие кисты Бейкера	100,0 (48,3–100,0)	100,0 (86,2–100,0)	100,0 (48,3–100,0)	100,0 (86,2–100,0)
Изменение медиального хряща	33,3 (19,1–52,4)	100,0 (46,6–100,0)	100,0 (57,3–100,0)	28,6 (13,3–41,9)
Изменение латерального хряща	33,3 (28,1–61,4)	100,0 (5,0–100,0)	100,0 (84,3–100,0)	7,7 (0,4–8,1)
Изменение хряща задней поверхности надколенника	66,7 (51,8–100,0)	100,0 (64,2–100,0)	100,0 (68,7–100,0)	63,6 (40,9–99,6)
Изменение медиального мениска	66,7 (51,8–100,0)	100,0 (42,2–100,0)	100,0 (77,7–100,0)	44,4 (19,6–64,0)
Изменение латерального мениска	13,3 (13,3–16,0)	100,0 (88,6–100,0)	100,0 (20,4–100,0)	51,9 (46,0–97,9)

для коллатеральных связок чувствительность метода составила 47,1%, что может быть связано с субъективностью интерпретации данных, учитывая доступность этого анатомического отдела осмотру [17].

В то же время визуализация дегенеративных изменений в крестообразных связках, возможно, является объективным ограничением мето-

да, поскольку они видны только в области прикрепления к кости и только при использовании специальных проекций (чувствительность УЗИ — 23,5%). А начальные патологические изменения в крестообразных связках еще более трудноуловимы при использовании УЗИ [18]. Немалое об-

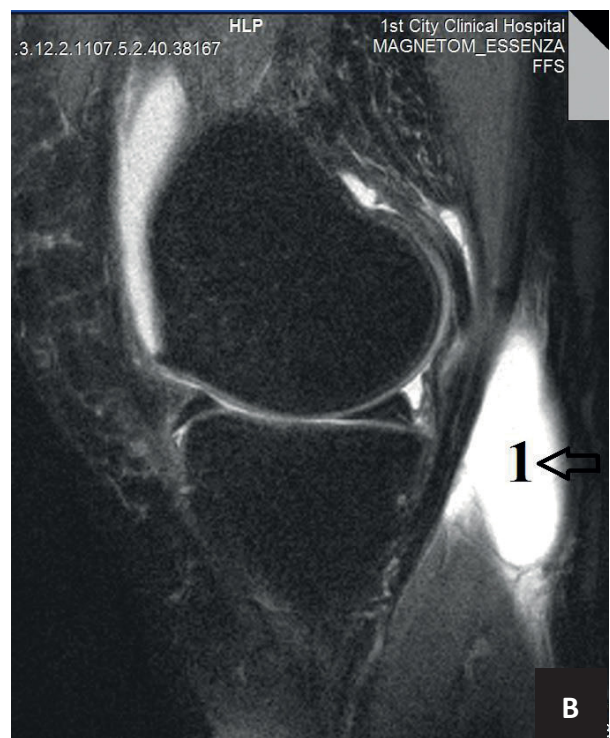
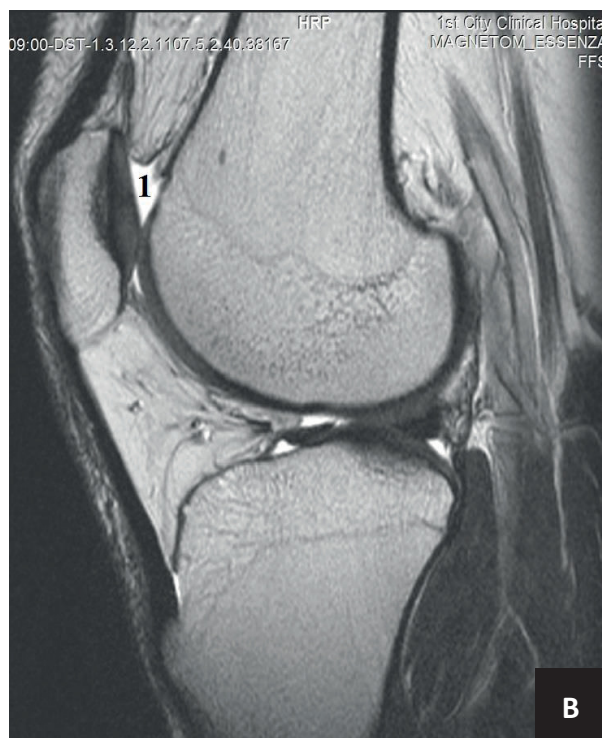
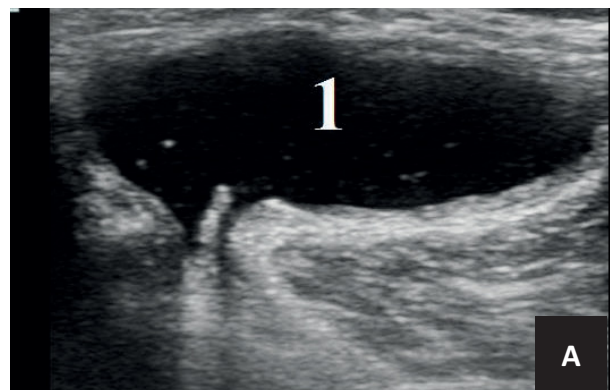
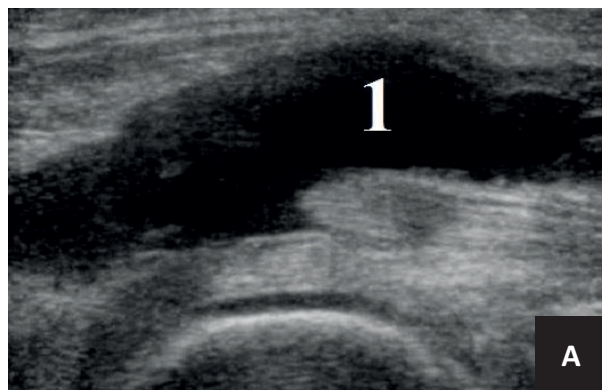


Рис. 1. Синовит. Пациент О.: А – УЗИ. Супрапателлярная поперечная плоскость, повышенное скопление жидкости в супрапателлярной сумке (1); Б – МРТ. Сагиттальная плоскость. T2-ВИ. В полости коленного сустава и в супрапателлярной сумке визуализируется повышенное скопление жидкости (1).

Fig. 1. The synovitis. Patient O. A – Ultrasound examination. Supratellar transverse plane. The increased volume of fluid is visualized in the suprapatellar bursa (1), B – MRI. Sagittal imagine. T2-weight imaging. The increased volume of fluid is visualized within the cavity of the knee joint and suprapatellar bursa (1).

Рис. 2. Киста Бейкера. Пациент Д.: А – УЗИ. Подколенная поперечная дистальная плоскость. В подколенной области жидкостное образование размерами 3,0 × 4,8 см (1); Б – сагиттальная плоскость. PD TSE. Подколенная синовиальная киста размерами до 3,6 × 1,7 × 5,5 см (1).

Fig. 2. Baker's Cyst. Patient D. A – ultrasound examination. A distal popliteal transverse plane. There is a liquid formation above 3.0 × 4.8 cm in the popliteal region, (1). B – Sagittal imaging. P. Proton density image. A popliteal cyst above 3,6 × 1,7 × 5,5 cm (1).

1996 (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin, DEGUM) для оптимальной визуализации крестообразных связок рекомендует использовать несколько плоскостей исследования (продольная инфрапателлярная — для исследования дистальных отделов передней крестообразной связки, продольные подколенные — для изучения задней крестообразной связки, для визуализации проксимальных отделов крестообразных связок применяют поперечный подколенный доступ) [19]. Более четкая визуализация крестообразных связок возможна при сгибании в коленном суставе на 10–90° [10, 20]. Методика УЗИ, применявшаяся в нашем исследовании, не предусматривала использования «функциональных» проекций, что также, вероятно, было причиной высокой частоты ложноотрицательных заключений. Необходимо также учитывать, что визуализация крестообразных связок существенно затруднена при склеротических изменениях в жировом теле, параартикулярных мягких тканях [21].

Чувствительность и специфичность в обнаружении начальных патологических изменений суставных поверхностей коленного сустава для УЗИ составили 38,5% и 100% соответственно. Однако этот признак не является основным в диагностике ОА и стабильно выявляется на более поздних стадиях заболевания [22].

Патологические изменения в хрящевой ткани на начальных стадиях ОА улавливались редко: чувствительность и прогностическая ценность отрицательного результата УЗИ составили всего 33,3% и 28,6%, а аналогичных показателей для латерального хряща — 33,3% и 7,7% соответственно. Это может быть связано с тем, что при наличии синовита возможно ухудшение визуализации хряща за счет отека в субкортикальных отделах и удержания жидкости гиалуроновой кислотой хондроцитов [13]. При этом при наличии морфологических, лабораторных и артроскопических изменений, ультразвуковая картина может практически не отличаться от нормы [23]. При МРТ за счет четкой визуализации субхондральных отделов, а также при исследовании в режиме жироподавления, можно четко оценить структуру и характер изменения хряща [24]. В то же время ценность этих изменений для прогнозирования прогрессирования ОА в случае их выявления при МРТ невысока [11].

Дегенеративные изменения менисков при УЗИ на начальных стадиях характеризуются неровностью контуров, небольшим пролабированием (до 10–20%), изменением эхогенности. Но эти изменения характерны для более поздних стадий ОА. По-видимому, минимальные патологические изменения в менисках, в целом доступных УЗИ, трудны

для интерпретации. Ранее нами было показано, что трактовка этих изменений субъективна [8].

Достаточно большое количество ложноотрицательных результатов при определении остеофитов можно объяснить тем, что при начальных дегенеративных изменениях остеофиты локализуются по медиальному краю большеберцовой кости, который для УЗИ имеет ограниченный доступ (подколенные продольные плоскости сканирования) [10].



Рис. 3. Остеофиты. Больной М.: А – УЗИ. Подколенная медиальная продольная плоскость. Справа – неизмененный ровный контур большеберцовой кости без признаков остеофитов; Б – МРТ. Коронарная плоскость. Т1 PD. По медиальному контуру большеберцовой кости краевой остеофит размерами до 2 × 4 мм (стрелка).

Fig. 3. Osteophytes. Patient M. A – ultrasound examination. Popliteal medial longitudinal plane. There is right smooth contour of the tibia without evidence of osteophytes. B – MRI. Coronary imaging. T1 proton density. The marginal osteophyte more than to 2 × 4 mm is revealed along the medial contour of the tibia (arrow).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности УЗИ в диагностике синовита, свободной жидкости в полости сустава и супрапателлярной сумке, а также кист Бейкера у пациентов с рентгенологически нулевой стадией ОА. Это помо-

гает выявить группу больных с наиболее высоким риском прогрессирования ОА. В то же время метод УЗИ значительно уступает МРТ в диагностике ранних дистрофических изменений в связочном аппарате, менисках и хрящах сустава. Однако клиническая и прогностическая значимость этих изменений менее существенна.

Список литературы

1. Балабанова Р. М., Дубинина Т. В., Эрдес Ш. Ф. Динамика заболеваемости ревматическими заболеваниями взрослого населения России за 2010–2014 гг. Научно-практическая ревматология. 2016;54 (3):266–270. DOI: 10.14412/1995-4484-2016-266-270
2. Лучихина Л. В., Каратеев Д. Е. Новые подходы к ранней диагностике артроза и перспективы его патогенетической терапии. Современная ревматология. 2014; (4):33–38. DOI: 10.14412/2074-2711-2014-4-33-38
3. Наумов А. В., Алексеева Л. И., Верткин А. Л. Ведение больных остеоартритом и коморбидностью в общей врачебной практике. Клинические рекомендации консенсуса экспертов Российской Федерации. М., 2015.
4. Jacobson J. A. Musculoskeletal Ultrasound. Philadelphia Saunders E. 2007; (12):264–333.
5. Еськин Н. А. Ультразвуковая диагностика в травматологии и ортопедии. М.: Видар, 2009.
6. Дьячкова Г. В., Бакарджиева А. Н., Дьячков К. А. Определение чувствительности и специфичности МРТ и УЗИ при обследовании больных с повреждениями элементов коленного сустава. Гений ортопедии. 2014; (1):21–4.
7. Ермак Е. М. Ультразвуковая диагностика патологии опорно-двигательного аппарата. Руководство для врачей. М.: Видар, 2015.
8. Макарова М. В., Вальков М. Ю., Валькова Л. Е., Ревчук А. С., Агапитов А. В., Черных И. А., и др. Предикторы перехода рентгенологической нулевой стадии остеоартрита коленных суставов в первую стадию (на основании балльной комплексной системы оценки коленного сустава WOMBS). Травматология и ортопедия России. 2017;23 (1):33–44. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-33-44
9. Пицын И. А. Применение принципа обратной связи специалистов с целью улучшения эффективности ультразвуковой диагностики внутрисуставных повреждений коленного сустава. Врач-аспирант. 2016; (2.2):284–93.
10. Сенча А. Н., Беляев Д. В., Чижов П. А. Ультразвуковая диагностика. Коленный сустав. М.: Видар, 2012.
11. Menashe L, Hirko K, Losina E, Kloppenburg M, Zhang W, Li L, Hunter DJ. The diagnostic performance of MRI in osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2012 Jan;20 (1):13–21. DOI: 10.1016/j.joca.2011.10.003
12. Кашеварова Н. Г., Алексеева Л. И. Факторы риска прогрессирования остеоартроза коленных суставов. Научно-практическая ревматология. 2014;52 (5):553–561. DOI:

- 10.14412/1995-4484-2014-553-561
13. Зайцева Е. М., Алексеева Л. И. Причины боли при остеоартрозе и факторы прогрессирования заболевания (обзор литературы). Научно-практическая ревматология. 2011; (1):50–57.
14. Филатова Е. С., Туровская Е. Ф., Алексеева Л. И. Анализ патогенетических механизмов хронической суставной боли у больных ревматоидным артритом и остеоартрозом коленных суставов. Научно-практическая ревматология. 2014;52 (6):631–5. DOI: 10.14412/1995-4484-2014-631-635
15. Нуднов Н. В., Николаева М. В. Ультразвуковые признаки воспалительного процесса в различных отделах коленного сустава. Вестник РНЦРР. 2013; (13). Доступно: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v13/papers/nikolaeva_v13.htm [дата обращения 16.11.2017]
16. Ермак Е. М., Кинзерский А. Ю. Диагностика ранних стадий деструкции суставного хряща и ряда преартрозных факторов. Сборник тезисов Международной конференции к 10-летию кафедры УЗД РМАПО. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2002;2:297–98.
17. Шмидт Г. Ультразвуковая диагностика. Практическое руководство. М.: Видар, 2014.
18. Кириллова Э. Р., Хадыева Е. И., Абдракипов Р. З., Афанасьева М. А., Сухорукова Е. В., Абдулганиева Д. И. Оценка значимости ультразвукового исследования у пациентов с остеоартрозом в реальной клинической практике. Остеопороз и остеопатии. 2016; (2):105.
19. Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin, DEGUM. Available at: <http://www.degum.de/index.html>
20. Еськин Н. А., Атабекова Л. А., Бурков С. Г. Ультрасонография коленных суставов (методика и ультразвуковая анатомия). *SonoAceInternational*. 2002; (10):85–92.
21. Bevers K, Bijlsma JW, Vriezekolk JE, Ende CH, Broeder AA. Ultrasonographic features in symptomatic osteoarthritis of the knee and relation with pain. *Rheumatology (Oxford)*. 2014 Sep;53 (9):1625–9. DOI: 10.1093/rheumatology/keu030.
22. Клементьева В. И., Чернышева Т. В., Сырычева Ю. А. Оценка состояния хряща и субхондральной костной ткани у больных на ранних стадиях гонартроза. Современные проблемы науки и образования. 2016;4:36.
23. Oegema T. R., Thompson R. C. Cartilagebone-interface (tidemark). *Cartilage changes in osteoarthritis*. Brandt-Indianapolis. 1997; (21):43–52.
24. Блинк Э. Основы МРТ: физика. СПб., 2000.

References

1. Balabanova R, Dubinina TV, Erdes ShF. Trends in the incidence of rheumatic diseases in the adult population of Russia over 2010–2014. *Rheumatology Science and Practice*. 2016;54 (3):266–270. DOI: 10.14412/1995-4484-2016-266-270 (In Russian).

2. Luchikhina LV, Karateev DE. New approaches to early diagnosis of arthrosis and prospects for its pathogenetic therapy. *Modern Rheumatology Journal*. 2014; (4):33–38. DOI: 10.14412/2074-2711-2014-4-33-38 (In Russian).

3. Naumov AV, Alekseeva LI, Vertkin AL. Management of patients with osteoarthritis and comorbidity in General practice. Clinical guidelines consensus of experts from the Russian Federation. Moscow, 2015. (In Russian).
4. Jacobson J. A. Musculoskeletal Ultrasound. Philadelphia Saunders E. 2007; (12):264–333.
5. Eskin NA. Ul'trazvukovaya diagnostika v travmatologii i ortopedii [Ultrasound diagnosis in traumatology and orthopedics]. Moscow: "Vidar" Publ., 2009. (In Russian).
6. D'iachkova GV, Bakardzhieva AN, D'iachkov KA. Determination of MRT and USE sensitivity and specificity for examination of patients with the knee element injuries. Genij Ortopedii. 2014; (1):21–4. (In Russian).
7. Ermak EM. Ul'trazvukovaya diagnostika patologii oporno-dvigatel'nogo apparata [Ultrasound diagnosis of pathology of the musculoskeletal system]. Moscow: "Vidar" Publ., 2015. (In Russian).
8. Makarova MV, Valkov MYu, Valkova LE, Revchuk AS, Agapitov AV, Chernykh IA, et al. Transition Predictors of X-Ray 0 Stage for knee Osteoarthritis Into the 1STStage (Based on the Complex Evaluation of the knee Joint by MRI WORMS). Traumatology and Orthopedics of Russia. 2017;23 (1):33–44. DOI: 10.21823/2311–2905–2017–23–1–33–44 (In Russian).
9. Pitsyn IA. The application of the principle of feedback of experts to improve the efficiency of ultrasonic diagnostics of intra-articular injuries of the knee joint. Postgraduate Doctor. 2016; (2.2):284–93. (In Russian).
10. Sencha AN, Belyaev DV, Chizhov PA. Ul'trazvukovaya diagnostika. Kolennyi sustav [Ultrasound diagnosis. The knee joint]. Moscow: "Vidar" Publ., 2012. (In Russian).
11. Menashe L, Hirko K, Losina E, Kloppenburg M, Zhang W, Li L, Hunter DJ. The diagnostic performance of MRI in osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. Osteoarthritis Cartilage. 2012 Jan;20 (1):13–21. DOI: 10.1016/j.joca.2011.10.003
12. Kashevarova NG, Alekseeva LI. Risk factors of the knee osteoarthritis progression. Rheumatology Science and Practice. 2014;52 (5):553–61. DOI: 10.14412/1995–4484–2014–553–561 (In Russian).
13. Zaitseva EM, Alekseyeva LI. The causes of pain in osteoarthritis and the factors of disease progression (a review of literature). Rheumatology Science and Practice. 2011; (1):50–57. (In Russian).
14. Filatova E, Turovskaya EF, Alekseeva LI, Erdes ShF, Filatova EG. Analysis of the pathogenetic mechanisms of chronic joint pain in patients with rheumatoid arthritis and knee osteoarthritis. Rheumatology Science and Practice. 2014;52 (6):631–5. DOI: 10.14412/1995–4484–2014–631–635 (In Russian).
15. Nudnov NV, Nikolaeva MV. Ultrasound indications of inflammatory process in various segments of knee joints. Journal of RNTSRR. 2013; (13). Available at: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v13/papers/nikolaeva_v13.htm [accessed 16.11.2017] (In Russian).
16. Ermak EM, Kinzerskii AYu. Diagnostics of early stages of destruction of articular cartilage and predatron number of factors. Proceedings of the International conference for the 10th anniversary of the department of ultrasound diagnostics Russian Medical Academy of Continuous Professional Education. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2002;2:297–98. (In Russian).
17. Shmidt G. Ul'trazvukovaya diagnostika [Ultrasonic diagnostics]. Moscow: "Vidar" Publ., 2014. (In Russian).
18. Kirillova ER, Khadyeva EI, Abdrakipov RZ, Afanas'eva MA, Sukhorukova EV, Abdalganieva DI. Assessment of the importance of ultrasound examination in patients with osteoarthritis in clinical practice. Osteoporosis and osteopathy (Osteoporosis i osteopatii). 2016; (2):105. (In Russian).
19. Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin, DEGUM. Available at: <http://www.degum.de/index.html>
20. Es'kin HA, Atabekova LA, Burkov SG. Ultrasonography of the knee (technique and ultrasound anatomy). SonoAceInternational. 2002; (10):85–92.
21. Bevers K, Bijlsma JW, Vrieseke JE, Ende CH, Broeder AA. Ultrasonographic features in symptomatic osteoarthritis of the knee and relation with pain. Rheumatology (Oxford). 2014 Sep;53 (9):1625–9. DOI: 10.1093/rheumatology/keu030.
22. Klementeva VI, Chernysheva TV, Sarycheva YA. Evaluation of cartilage and subchondral bone tissue in patients at early stages of gonarthrosis. Modern Problems of Science and Education. 2016;4:36. (In Russian).
23. Oegema T.R., Thompson R.C. Cartilagebone-interface (tide-mark). Cartilage changes in osteoarthritis. Brandt-Indianapolis. 1997; (21):43–52.
24. Blink E. Osnovy MRT: fizika. [Fundamentals of MRI: physics]. St.Petersburg, 2000. (In Russian).

Информация об авторах:

Макарова Мария Васильевна, к.м.н., ассистент кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет». ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-9144-3901>

Вальков Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет». ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-3230-9638>

Information about authors:

Maria V. Makarova, MD, PhD, assistant of the department of radiation diagnosis, radiotherapy and oncology, Northern State Medical University. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-9144-3901>

Mikhail Yu. Valkov, MD, PhD, DSc, professor, head of the department of radiation diagnosis, radiotherapy and oncology, Northern State Medical University. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-3230-9638>