

Остеоартрит коленных суставов на ранней стадии: оценка структурных изменений с помощью инструментальных методов

Хальметова А.Р.¹, Ли́ла А.М.^{1,2}, Таскина Е.А.¹, Алексеева Л.И.^{1,2},
Савушкина Н.М.¹, Кашеварова Н.Г.¹, Стребкова Е.А.¹, Кудинский Д.М.¹,
Алексеева О.Г.¹, Колесникова К.В.¹

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой», Москва;

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Минздрава России, Москва

¹Россия, 115522, Москва, Каширское шоссе, 34А; ²Россия, 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

Цель исследования — определить выявляемые при магнитно-резонансной томографии (МРТ) признаки структурных изменений у пациентов с ранней стадией остеоартрита (ОА) коленных суставов (КС) с использованием системы WORMS.

Материал и методы. В исследование включено 78 женщин в возрасте от 35 до 68 лет с жалобами на боль в КС длительностью ≤1 год и минимальными рентгенологическими изменениями по Kellgren–Lawrence (0–II стадия, без сужения суставной щели). На каждую больную заполнялась унифицированная индивидуальная карта, включавшая антропометрические данные (индекс массы тела, ИМТ), анамнез заболевания, результаты клинического обследования, оценку боли в КС по визуальной аналоговой шкале и общую оценку состояния здоровья пациентом, показатели индекса WOMAC, шкалы KOOS, опросника DN4, а также сведения о сопутствующих заболеваниях. Всем больным проводилась стандартная рентгенография, УЗИ, МРТ КС, лабораторное обследование. МРТ-изображения оценивались по системе WORMS.

Результаты и обсуждение. На ранней стадии ОА наиболее распространенными находками по данным МРТ являлись синовит (96,2%), изменения в хряще (93,6%) и дегенеративное поражение менисков (до 89,7%). Остеофиты, преимущественно малых размеров, визуализировались у 38,5% больных; остеит и субхондральные кисты выявлялись относительно редко — менее чем у 15%. При корреляционном анализе отсутствовали ассоциации между синовитом, дефектами хряща и клинико-антропометрическими параметрами. В то же время определены умеренные, но значимые связи между наличием остеофитов, остеита, менископатий и возрастом больных, ИМТ, наличием метаболического синдрома (МС) и интенсивностью боли в КС.

Как показал сравнительный анализ различных инструментальных методов визуализации (МРТ, УЗИ и рентгенографии), частота выявления остеофитов при МРТ (38,5%) была сопоставима с таковой при рентгенографии (34,6%), тогда как при УЗИ она оказалась существенно меньшей (16,6%). МРТ отличалась наиболее высокой информативностью при обнаружении синовита (96,2%), превосходя УЗИ (84,6%) и клинический осмотр (23%), $p < 0,05$.

Заключение. Полученные результаты подтверждают, что МРТ является ценным инструментом визуализации структурных изменений на ранних этапах ОА. При наличии таких клинических факторов, как пожилой возраст, повышенный ИМТ, МС, боль и синовит, выявленный при клиническом осмотре, МРТ можно считать обоснованным методом верификации ранних признаков ОА КС. Установленные значимые корреляции между МРТ-изменениями и клиническими показателями открывают перспективы для улучшения диагностики ранних стадий ОА.

Ключевые слова: остеоартрит; ранняя стадия; диагностика; магнитно-резонансная томография; система WORMS.

Контакты: Алсу Равиловна Хальметова; halmetova2017@yandex.ru

Для цитирования: Хальметова АР, Ли́ла АМ, Таскина ЕА, Алексеева ЛИ, Савушкина НМ, Кашеварова НГ, Стребкова ЕА, Кудинский ДМ, Алексеева ОГ, Колесникова КВ. Остеоартрит коленных суставов на ранней стадии: оценка структурных изменений с помощью инструментальных методов. Современная ревматология. 2025;19(5):34–40. <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2025-5-34-40>

Early-stage knee osteoarthritis: assessment of structural changes using imaging methods
**Khalmetova A.R.¹, Lila A.M.^{1,2}, Taskina E.A.¹, Alekseeva L.I.^{1,2}, Savushkina N.M.¹,
Kashevarova N.G.¹, Strebkova E.A.¹, Kudinsky D.M.¹, Alekseeva O.G.¹, Kolesnikova K.V.¹**

¹V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow; ²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

¹34A, Kashirskoe Shosse, Moscow 115522, Russia; ²2/1, Barrikadnaya Street, Build. 1, Moscow 125993, Russia

Objective. To identify magnetic resonance imaging (MRI) features of structural changes in patients with early-stage knee osteoarthritis (OA) using the Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS).

Material and methods. The study included 78 women aged 35–68 years with knee pain lasting no longer than 1 year and minimal radiographic

changes according to Kellgren—Lawrence grade 0—II (without joint space narrowing). A standardized individual record was completed for each patient, including anthropometric data (body mass index, BMI), disease history, results of clinical examination, assessment of knee pain by visual analogue scale, global health assessment by the patient, WOMAC index, KOOS scale, DN4 questionnaire, and information on comorbidities. All patients underwent standard radiography, ultrasound, knee MRI, and laboratory testing. MRI images were assessed using WORMS.

Results and discussion. At the early stage of OA, the most common MRI findings were synovitis (96.2%), cartilage changes (93.6%), and degenerative meniscal lesions (up to 89.7%). Osteophytes, mostly of small size, were detected in 38.5% of patients; osteitis and subchondral cysts were relatively rare (<15%). Correlation analysis showed no associations between synovitis, cartilage defects, and clinical/anthropometric parameters. Moderate but significant associations were observed between osteophytes, osteitis, meniscal lesions and patients' age, BMI, metabolic syndrome (MS), and knee pain intensity. Comparative analysis of imaging modalities (MRI, ultrasound, and radiography) showed that the frequency of osteophyte detection by MRI (38.5%) was comparable to radiography (34.6%), while ultrasound detected significantly fewer cases (16.6%). MRI demonstrated the highest diagnostic yield for synovitis (96.2%), surpassing ultrasound (84.6%) and clinical examination (23%) ($p < 0.05$). **Conclusion.** MRI is a valuable tool for visualizing structural changes in early OA. In patients with such clinical risk factors as older age, increased BMI, MS, pain, and clinically detected synovitis, MRI can be considered a justified method for verifying early OA signs. Significant correlations between MRI changes and clinical parameters provide prospects for improving early OA diagnosis.

Keywords: osteoarthritis; early stage; diagnosis; magnetic resonance imaging; WORMS system.

Contact: Alsu Ravilievna Khalmetova; khalmetova2017@yandex.ru

For citation: Khalmetova AR, Lila AM, Taskina EA, Alekseeva LI, Savushkina NM, Kashevarova NG, Strebkova EA, Kudinsky DM, Alekseeva OG, Kolesnikova KV. Early-stage knee osteoarthritis: assessment of structural changes using imaging methods. *Sovremennaya Revmatologiya*=Modern Rheumatology Journal. 2025;19(5):34–40 (In Russ.). <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2025-5-34-40>

Остеоартрит (ОА) — одно из наиболее распространенных заболеваний опорно-двигательного аппарата, характеризующееся хроническим течением, нарастающей болью и прогрессирующей утратой функции сустава [1, 2]. Несмотря на широкую распространенность и социальную значимость ОА, до настоящего времени не разработано эффективных методов его терапии, способных достоверно замедлить прогрессирование структурных изменений и снизить частоту тотального эндопротезирования суставов [3].

В последние годы активно обсуждается необходимость распознавания ранней стадии ОА — до появления выраженных структурных изменений, в период «окна возможностей», когда патологические изменения уже начались, но еще могут быть обратимыми [4, 5]. Однако выявление пациентов на этой стадии представляет значительные трудности в связи с неспецифичностью клинических симптомов: боль может быть кратковременной, низкой интенсивности, сопровождаться только чувством дискомфорта или крепитацией в суставе. Объективные данные при осмотре также не позволяют уверенно диагностировать ОА. Наиболее доступный рутинный метод визуализации — рентгенография — на этой стадии либо вовсе не показывает изменений, либо определяет минимальные признаки, недостаточные для установления диагноза [6, 7]. Также при ОА ранней стадии существует высокая степень несоответствия между клиническими проявлениями и структурными нарушениями [8].

В связи с этим особую ценность приобретает магнитно-резонансная томография (МРТ) как метод, позволяющий визуализировать ранние изменения в суставе, включая субхондральное поражение, остейт, наличие остеофитов, синовит и повреждение менисков [9]. Для стандартизации описания таких изменений разработано несколько систем оценок: WORMS (Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score), MOAKS (MRI Osteoarthritis Knee Score), BLOKS (Boston-Leeds Osteoarthritis Knee Score), а также более новые шкалы — KIMRISS (Knee Inflammation MRI Scoring System) и ACLOAS (Amsterdam Classification of Osteoarthritis) [10–14]. Эти системы различаются по степени детализации, сложности применения

и цели. Так, MOAKS ориентирована на более тонкую градацию изменений костного мозга и хряща, BLOKS — на точную оценку синовита, KIMRISS — на количественную оценку воспаления, а ACLOAS предлагает упрощенную классификацию для продольных исследований. Однако большинство этих систем требуют предварительного обучения персонала, значительных временных затрат и, что крайне важно, не валидированы для клинического применения. Кроме того, имеющиеся оценочные системы детализируют изменения преимущественно при продвинутых рентгенологических стадиях ОА, что обуславливает недостаточную изученность МРТ-характеристик ранних стадий заболевания.

Среди полуколичественных систем оценок МРТ-изменений WORMS остается одной из наиболее широко используемых при ОА. Ее отличительной чертой является комплексный подход, охватывающий все ключевые анатомические структуры коленного сустава (КС) — костные элементы, хрящ, мениски, связки и синовиальную оболочку. Благодаря высокой воспроизводимости результатов и возможности стандартизированной полуколичественной оценки выраженности поражений WORMS активно применяется для определения степени структурных изменений, мониторинга динамики заболевания, а также в сравнительных и клинических исследованиях при ОА [15, 16].

Цель настоящей работы — изучение МРТ-изменений у пациентов с ранней стадией ОА КС с помощью системы оценки WORMS, а также сравнительная оценка выявления остеофитов и синовита при использовании различных методов диагностики — клинического осмотра, рентгенографии, УЗИ и МРТ.

Материал и методы. В одномоментное исследование включено 78 женщин в возрасте от 35 до 68 лет с ранней стадией ОА КС, наблюдавшихся в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой» (НИИР им. В.А. Насоновой). Под ОА КС ранней стадии подразумевали длительность боли в КС — <1 года, 0–II рентгенологическую стадию по классификации Kellgren—Lawrence без сужения суставной щели.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом НИИР им. В.А. Насоновой (протокол №20 от 12.10.2023), все пациентки подписали информированное согласие на участие в нем.

Критерии не включения: наличие других ревматических заболеваний, травма исследуемого КС, требующая хирургического лечения, II–IV рентгенологическая стадия по Kellgren–Lawrence (II стадия с сужением суставной щели), беременность и/или лактация на момент исследования.

На каждую больную заполнялась унифицированная индивидуальная карта, включавшая антропометрические данные (рост, масса тела, объем талии, объем бедер, индекс массы тела, ИМТ), анамнез заболевания, результаты клинического обследования, в том числе оценку боли в КС по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), показатели индекса WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, содержит 24 вопроса, охватывающих боль, скованность и функциональные нарушения), шкалы KOOS (Knee Injury & Osteoarthritis Outcome Score, содержит 42 вопроса, оценивающих симптомы, боль, функцию при повседневной и спортивной активности, а также качество жизни), опросника DN4 (Douleur Neuropathique en 4 Questions, диагностический опросник невропатической боли), общую оценку состояния здоровья пациентом (ОСЗП), а также сведения о сопутствующих заболеваниях.

Рентгенография КС выполнялась в положении стоя, с фиксированным сгибанием в заднепередней проекции, с использованием позиционной рамки. Стадия ОА определялась врачом лучевой диагностики и врачом-исследователем по классификации Kellgren–Lawrence. Остеофиты фиксировались при визуальной идентификации краевых костных разрастаний и классифицировались по критерию «наличие/отсутствие».

УЗИ КС проводилось врачом ультразвуковой диагностики. Оценивались наличие выпота в заворотах, толщина синовиальной оболочки и суставного хряща в медиальных и латеральных отделах бедренной кости (в переднем и заднем доступе), а также наличие краевых остеофитов. Признаки синовита (гипертрофия синовиальной оболочки и выпот) и остеофиты регистрировались по критерию «наличие/отсутствие».

МРТ целевого КС выполняли всем пациентам на томографе Philips Multiva мощностью 1,5 Т. Изображения оценивались врачом лучевой диагностики с применением полукольцевидной системы WORMS. В этой системе сустав условно делится на 14 анатомических регионов, в каждом из которых независимо анализируются хрящ, субхондральные структуры, мениски, связки, а также наличие синовита. Нами применялась упрощенная версия шкалы WORMS, включающая оценку остеофитов от 0 до 3 баллов и хрящевых изменений от 0 до 6 баллов [17].

Хрящевая ткань оценивалась по шкале от 0 до 6 баллов, отражающей как глубину, так и протяженность дефекта: 0 баллов – нормальный хрящ; 1 балл – нормальный контур, но есть снижение интенсивности сигнала; 2 балла – дефект <1 см в диаметре, вовлекающий <50% площади региона; 3 балла – дефект <1 см, но ≥50% площади; 4 балла – дефект 1–2,5 см либо множественные мелкие дефекты, общая вовлеченность <75%; 5 баллов – дефект >2,5 см или множественные дефекты с поражением ≥75% площади; 6 – полный дефект: утрата хряща на всем протяжении региона.

Остеофиты оценивались в каждом отделе по шкале 0–3 балла: 0 баллов – отсутствуют; 1 балл – небольшие остео-

фиты; 2 балла – умеренные; 3 балла – выраженные, крупные.

Остеит и субхондральные кисты оценивались по шкале 0–3 балла: 0 баллов – отсутствуют; 1 балл – поражение <25% объема региона; 2 балла – 25–50%; 3 балла – >50%.

Субхондральный склероз оценивался по шкале 0–2 балла: 0 баллов – отсутствует; 1 балл – умеренный; 2 балла – выраженный.

Мениски (передние и задние рога, тела медиального и латерального менисков) оценивались по степени дегенерации и разрывов: 0 баллов – нормальная структура; 1 балл – повышение сигнала без признаков разрыва; 2 балла – внутрискруктурный (linearly increased signal) разрыв; 3 балла – сложный или частичный разрыв; 4 балла – обширный разрыв или фрагментация.

Связки (передняя и задняя крестообразные, медиальная и латеральная коллатеральные) оценивались с обеих сторон: 0 баллов – интактные; 1 балл – частичный разрыв, 2 балла – полный разрыв.

Синовит определялся по наличию жидкости или утолщения синовиальной оболочки и оценивался с обеих сторон: 0 баллов – отсутствие признаков воспаления; 1 балл – их наличие.

Остеонекроз фиксировался при наличии типичных МРТ-признаков и оценивался одновременно в двух суставах: 0 баллов – нет; 1 балл – наличие признаков остеонекроза.

Итоговая сумма баллов отражала степень и распространенность структурных изменений.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Выполнены анализ на нормальность распределения переменных с помощью тестов Колмогорова–Смирнова, Шапиро–Уилка и частотный анализ. Использованы методы описательной статистики с вычислением минимальных, максимальных и средних значений переменных, стандартных отклонений, медианы и интерквартильного интервала (Me [25-й; 75-й перцентили]), а также параметрические (t-тест Стьюдента) и непараметрические (U-критерий Манна–Уитни, χ^2) критерии. Для анализа отношений вероятностей в группах рассчитывали отношение шансов (ОШ) и 95% доверительный интервал (ДИ). Для выявления взаимной зависимости между переменными использовали корреляционный анализ, взаимосвязь между признаками оценивали методом ранговой корреляции по Спирмену. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Медиана возраста пациенток составила 45 [39; 52] лет, длительности симптомов – 0,8 [0,5; 1] года, ИМТ – 24,7 [21,6; 28,6] кг/м². Клиническая характеристика больных представлена в таблице.

При оценке данных МРТ КС по системе WORMS наиболее частыми признаками оказались синовит (у 96,2% пациенток) и дегенеративные изменения менисков (до 89,7%). Поражение тела медиального мениска регистрировалось у 85,9% больных, причем у 41% из них выраженность изменений составляла 3–4 балла. Латеральный мениск поражен несколько реже – у 75,6% обследованных, при этом выраженные повреждения (3–4 балла) отмечались лишь в 19,2% случаев.

Изменения хряща имелись в подавляющем большинстве наблюдений: у 84,6% женщин выявлены умеренные поверхностные дефекты (2–3 балла по WORMS). Это указывает на высокую частоту структурных нарушений хрящевой ткани

уже на ранних этапах заболевания, несмотря на отсутствие выраженных рентгенологических изменений. Тяжелые повреждения (≥ 4 балла) отмечались крайне редко (до 9%).

Изменения передней и задней крестообразных связок также были достаточно распространены: частичное повреждение передней крестообразной связки отмечено у 34,6%, задней — у 47,4% обследованных. Краевые остеофиты визуализировались у 38,5% пациентов, преимущественно в медиальных отделах. В основном их выраженность не превышала 1 балла, что свидетельствует о начальном уровне костных изменений.

Выраженные костные изменения по данным МРТ встречались относительно редко. Остеонекроз не выявлен ни в одном случае. Остеит диагностирован менее чем у 15% обследованных, был слабо выражен и локализовался в медиальном мыщелке бедренной кости. Субхондральные кисты обнаружены в единичных наблюдениях (<8%).

Полученные данные указывают на то, что описанные выше изменения встречаются существенно реже по сравнению с другими МРТ-признаками и, возможно, не являются ведущими характеристиками ОА на ранней стадии.

Несмотря на высокую информативность МРТ при раннем ОА, ограниченная доступность и высокая стоимость метода затрудняют его широкое применение. В связи с этим представляется актуальным выявление наиболее значимых компонентов шкалы WOMS, которые ассоциированы с клиническими проявлениями заболевания. С этой целью мы провели корреляционный анализ параметров WOMS и клинических характеристик.

Синовит, по данным МРТ, хотя и выявлялся в 96,2% случаев, не имел статистически значимых связей ни с клиническими шкалами, ни с демографическими характеристиками. Аналогично дефекты хряща, обнаруженные у 93,6% больных, также не ассоциировались с клиническими параметрами. В отличие от них, остеит и субхондральные кисты, которые встречались значительно реже (14 и 13% соответственно), демонстрировали связь с рядом клинических и антропометрических параметров ($p < 0,05$ для всех случаев). Так, остеит в области медиального мыщелка бедренной кости положительно коррелировал с возрастом ($r=0,4$), ИМТ ($r=0,3$), клиническим синовитом ($r=0,3$), метаболическим синдромом — МС ($r=0,3$) и болью в КС по ВАШ ($r=0,3$). Субхондральные кисты в латеральном мыщелке большеберцовой кости ассоциировались с возрастом ($r=0,3$), ИМТ ($r=0,3$), клиническим синовитом ($r=0,3$), МС ($r=0,5$) и артериальной гипертензией ($r=0,5$).

Остеофиты в медиальном мыщелке большеберцовой кости (22%) имели значимые корреляции с возрастом ($r=0,4$), ИМТ ($r=0,4$), клиническим синовитом ($r=0,3$), болью в КС по ВАШ ($r=0,3$), скованностью по WOMAC ($r=0,3$), функциональной недостаточностью по WOMAC ($r=0,3$), суммарным баллом WOMAC ($r=0,3$) и показателем KOOS боль ($r=-0,3$). Остеофиты в медиальном мыщелке бедренной кости (19%)

Клиническая характеристика больных с ранней стадией ОА КС Clinical characteristics of patients with early-stage knee OA

Показатель	Значение
Боль в суставе по ВАШ, мм, Ме [25-й; 75-й перцентили]	20 [7,5; 50]
WOMAC, мм, Ме [25-й; 75-й перцентили]:	
боль	55 [20; 140]
скованность	30 [0; 70]
функциональная недостаточность	150 [55; 390]
суммарный балл	255 [88; 670]
KOOS, %, Ме [25-й; 75-й перцентили]:	
симптомы	75 [64; 86]
боль	78 [61; 86]
бытовые действия	76 [57; 94]
спорт	4 [25; 8]
качество жизни	59 [38; 69]
суммарный балл	76 [59; 88]
DN4, баллы, Ме [25-й; 75-й перцентили]	1 [0; 2]
ОСЗП, мм, Ме [25-й; 75-й перцентили]	27 [10; 50]

ассоциировались с возрастом ($r=0,4$), ИМТ ($r=0,5$), клиническим синовитом ($r=0,3$), болью ($r=0,3$), скованностью по WOMAC ($r=0,2$) и болью по шкале KOOS ($r=-0,3$). Для остеофитов в латеральном мыщелке бедренной кости (18%) также отмечены связи с возрастом ($r=0,4$), ИМТ ($r=0,5$), клиническим синовитом ($r=0,3$), МС ($r=0,2$) и болью в КС по ВАШ ($r=0,3$).

Изменения менисков, в частности тела медиального мениска (86%), положительно коррелировали с возрастом ($r=0,4$), ИМТ ($r=0,4$) и клиническим синовитом ($r=0,3$).

Таким образом, несмотря на наличие статистически значимых корреляций между отдельными компонентами шкалы WOMS и клинко-демографическими параметрами, их сила в большинстве случаев оставалась умеренной. Полученные данные не позволяют однозначно использовать клинические признаки в качестве надежных маркеров структурных МРТ-изменений. Следовательно, при наличии клинической симптоматики, особенно в сочетании с факторами риска (возраст, повышенный ИМТ, наличие МС, менископатии), МРТ остается обоснованным методом верификации ранних признаков ОА КС.

Дополнительно была проведена сравнительная оценка частоты выявления остеофитов и синовита при использовании различных методов. На сегодняшний день имеются доказательства того, что синовит и остеофиты являются предикторами не только развития, но и прогрессирования ОА на ранних стадиях. В связи с этим мы сопоставили частоту обнаружения остеофитов по данным рентгенографии, МРТ и УЗИ, а также частоту определения синовита по данным клинического осмотра, УЗИ и МРТ.

Согласно полученным результатам, частота обнаружения остеофитов зависела от метода визуализации (рис. 1). Так, при МРТ остеофиты определены у 30 (38,5%) пациентов. Сопоставимые результаты были получены при рентгенографии: остеофиты выявлены у 27 (34,6%) больных (ОШ 1,18; 95% ДИ 0,61–2,26; $p=0,073$). При УЗИ остеофиты были визуализированы лишь в 16,6% случаев ($n=13$), что в 3,1 раза меньше, чем при МРТ (ОШ 3,12; 95% ДИ 1,47–6,61; $p=0,003$) и в 2,6 раза меньше по сравнению с рентгенографией (ОШ 2,64; 95% ДИ 1,24–5,64; $p=0,01$).

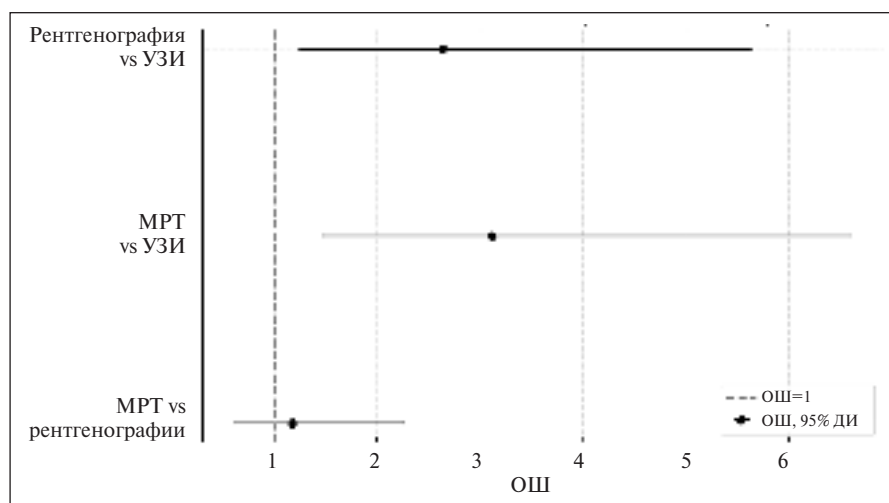


Рис. 1. Сравнение различных методов визуализации остеофитов (ОШ, 95% ДИ)
Fig. 1. Comparison of different imaging methods for detecting osteophytes (OR, 95% CI)

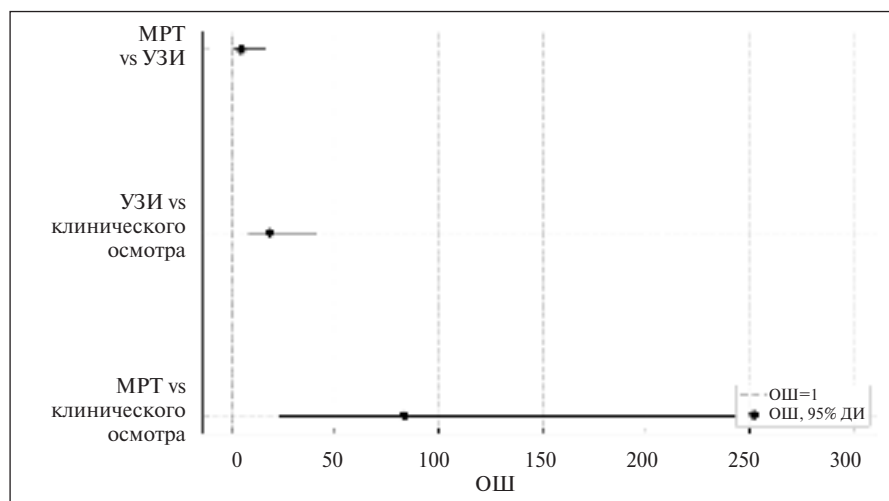


Рис. 2. Сравнение различных методов выявления синовита (ОШ, 95% ДИ)
Fig. 2. Comparison of different methods for detecting synovitis (OR, 95% CI)

Таким образом, частота выявления остеофитов при ранней стадии ОА существенно зависит от используемого метода визуализации: МРТ и рентгенография, в отличие от УЗИ, характеризуются наибольшей чувствительностью.

При анализе различных методов диагностики синовита было установлено преимущество МРТ перед УЗИ и клиническим осмотром. Так, по данным МРТ признаки синовита имелись у 96,2% (n=75), при УЗИ – у 84,6% (n=66), тогда как при клиническом осмотре – лишь у 23% (n=18) пациенток (рис. 2).

Установлено, что синовит диагностировался значимо чаще при МРТ (ОШ 83,33; 95% ДИ 23,44–296,31; $p < 0,0001$) и УЗИ (ОШ 18,33; 95% ДИ 8,16–41,20; $p < 0,0001$), чем при клиническом осмотре, при этом информативность МРТ оказалась в 4,5 раза выше, чем УЗИ (ОШ 4,55; 95% ДИ 1,23–16,81; $p = 0,02$). Сопоставление визуализируемых изменений с клиническими параметрами на ранней стадии ОА КС позволило охарактеризовать как частоту и выраженность структурных нарушений, так и возможности различных методов в их диагностике.

Обсуждение. В настоящем исследовании продемонстрировано, что у больных с симптомами ОА КС на ранней стадии, даже при отсутствии рентгенологических изменений, МРТ позволяет выявить широкий спектр структурных изменений. Наиболее частыми находками были признаки синовита (96,2%) и поражение хрящевой ткани (93,6%). Практически у половины обследованных диагностированы повреждения менисков, в первую очередь заднего рога медиального мениска, также нередко выявлялось поражение передней и задней крестообразных связок. Остеофиты визуализировались у трети пациенток, в то время как остеоит и субхондральные кисты обнаруживались редко, а остеонекроз не регистрировался вовсе.

Дополнительный корреляционный анализ показал, что отдельные компоненты WOMBS, в частности остеофиты, остеоит и изменения в менисках, ассоциировались с возрастом, ИМТ, наличием МС, а также с интенсивностью боли в КС по ВАШ, скованностью и функциональной недостаточностью по WOMAC. При этом не установлено статистически значимых взаимосвязей изменений хряща и связок с клинико-демографическими характеристиками. Также сравнительный анализ показал, что МРТ по сравнению с другими методами позволяет определить признаки синовита и остеофитов у значительно большего числа больных ($p < 0,05$). В частности, признаки синовита существенно чаще регистрировались при МРТ, чем при УЗИ и клиническом осмотре, тогда как остеофиты выявлялись преимущественно при МРТ и рентгенографии.

Полученные данные подчеркивают важность использования МРТ для полноценной оценки состояния КС у пациентов с подозрением на начальные формы ОА.

Одна из немногих работ, посвященных изучению частоты структурных изменений по данным МРТ у пациентов без рентгенологических признаков ОА, но с наличием факторов риска, была выполнена в 2018 г. J. Kumm и соавт. [18]. Авторы проанализированы данные 294 лиц 45–55 лет (средний ИМТ – 27 кг/м²) из базы данных Osteoarthritis Initiative (OAI). К факторам риска относились избыточная масса тела, перенесенные ранее травмы или операции на КС, семейный анамнез тотального эндопротезирования, наличие узелков Гебердена, а также боли, скованности или дискомфорта. При сравнении с нашей выборкой, включавшей пациенток с болью в КС и минимальными рентгенологическими изменениями, выявлены как сходство, так и значимые отличия в спектре структурных нарушений по данным МРТ. Так, частота хрящевых дефектов была высокой в обеих группах: 93,6% в нашей выборке против 82% в OAI. Признаки синовита в ис-

следуемой нами когорте также встречались чаще (96,2% против 29%). Однако остеоит и субхондральные кисты мы диагностировали существенно реже (≤ 20 и $< 8\%$ соответственно), тогда как в ОАИ их частота составляла 60 и 41%. В то же время дегенеративные изменения менисков (89,7%) и частичные повреждения крестообразных связок (передняя крестообразная связка — 34,6% и задняя — 47,4%) регистрировались значительно чаще, чем в ОАИ, а частота выявления остеофитов оказалась сопоставимой — 38,5 и 45%. Отмеченные различия могут быть связаны как с особенностями критериев включения, так и с методами оценки (WORMS и MOAKS). Вместе с тем высокая распространенность изменений в хряще и достаточно частое обнаружение остеофитов в обеих выборках позволяют рассматривать их как потенциальные ранние маркеры ОА.

Дополнительным важным наблюдением стало преимущество МРТ в диагностике синовита по сравнению с другими методами — УЗИ и клиническим осмотром. Эти результаты согласуются с данными S. Tarhan и соавт. [19], которые провели сравнительное исследование частоты выявления синовита с помощью МРТ и УЗИ у 40 пациентов с ОА КС. Признаки синовита определялись в 94% случаев при МРТ и в 88% при УЗИ, что сопоставимо с нашими данными (96,2 и 84,6% соответственно). В дальнейшем в метаанализе K. Liu и соавт. [20], опубликованном в 2024 г. и включавшем 14 исследований с участием 755 пациентов, основное внимание было уделено оценке диагностической точности УЗИ в выявлении синовита, в качестве диагностического стандарта была использована контрастная МРТ. Чувствительность УЗИ составила 88%, а специфичность — 70%, что подтверждает высокую потенциальную ценность этого метода.

Таким образом, хотя МРТ является более информативным методом, особенно при визуализации тонких структурных изменений в суставе, УЗИ остается полезным для клинической практики инструментом, особенно в условиях ограниченного доступа к высокотехнологичным методам.

При раннем ОА важное значение придается оценке не только воспалительных изменений, но и костных компонентов, в частности формированию остеофитов, которые отражают ранние процессы ремоделирования суставных поверхностей. Сегодня рентгенография традиционно считается основным методом визуализации остеофитов и входит в критерии диагностики ОА, включая классификацию Kell-

gren—Lawrence. В то же время существует ограниченное число исследований, в которых непосредственно сравнивается способность рентгенографии и МРТ выявлять остеофиты. В нашем исследовании частота диагностики остеофитов при МРТ (38,5%) и рентгенографии (34,6%) оказалась сопоставимой (ОШ 1,18; 95% ДИ 0,61–2,26; $p=0,073$), что может указывать на аналогичную чувствительность этих методов на ранних стадиях заболевания.

Значительно более низкая частота выявления остеофитов при УЗИ (16,6%) может быть связана как с техническими ограничениями метода, так и с локализацией остеофитов. Вместе с тем, по данным литературы, при использовании аппаратов УЗИ экспертного класса частота выявления остеофитов сравнима с таковой при рентгенографии. Так, в исследовании J.M. Koski и соавт. [21], в котором УЗИ и рентгенография сравнивались с артроскопией в качестве диагностического стандарта, была показана высокая степень согласия между этими методами в отношении остеофитов в медиальных и латеральных мышечках бедренной и большеберцовой костей. F.W. Roemer и соавт. [22], использовавшие в качестве эталона компьютерную томографию, считают, что при МРТ может иметь место недооценка наличия и размеров остеофитов, особенно в пателлофemorальном и латеральном отделах КС, что подчеркивает потенциальные ограничения метода при минимально выраженных изменениях.

Таким образом, несмотря на ограниченность данных, можно констатировать потенциальную применимость МРТ и рентгенографии для оценки структурных изменений на ранней стадии ОА КС. УЗИ в настоящем исследовании продемонстрировало существенно более низкую частоту выявления остеофитов, что, вероятно, может быть связано с особенностями локализации изменений или техническими ограничениями метода.

Заключение. В нашей работе впервые в Российской Федерации был выполнен частотный анализ МР-изменений по системе WORMS при ранней стадии ОА. Показано, что МРТ позволяет выявить широкий спектр патологических признаков, что определяет важность ее использования на ранних этапах болезни. Кроме того, установленные значимые корреляции между МР-изменениями и клиническими показателями могут способствовать совершенствованию диагностических подходов в клинической практике.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Katz JN, Arant KR, Loeser RF. Diagnosis and treatment of hip and knee osteoarthritis: a review. *JAMA*. 2021 Feb 9;325(6):568–578. doi: 10.1001/jama.2020.22171.
2. Sarzi-Puttini P, Cimmino MA, Scarpa R, et al. Osteoarthritis: an overview of the disease and its treatment strategies. *Semin Arthritis Rheum*. 2005 Aug;35(1 Suppl 1):1–10. doi: 10.1016/j.semarthrit.2005.01.013.
3. Pelletier JP, Martel-Pelletier J, Raynaud JP. Most recent developments in strategies to reduce the progression of structural changes in osteoarthritis: today and tomorrow. *Arthritis Res Ther*. 2006;8(2):206. doi: 10.1186/ar1932.
4. Caneiro JP, O'Sullivan PB, Roos EM, et al. Three steps to changing the narrative about knee osteoarthritis care: a call to action. *Br J Sports Med*. 2020 Mar;54(5):256–258. doi: 10.1136/bjsports-2019-101328.
5. Im GI. The concept of early osteoarthritis and its significance in regenerative medicine. *Tissue Eng Regen Med*. 2022 Jun;19(3):431–436. doi: 10.1007/s13770-022-00436-6.
6. Roemer FW, Demehri S, Omoumi P, et al. State of the Art: Imaging of Osteoarthritis-Revisited 2020. *Radiology*. 2020 Jul;296(1):5–21. doi: 10.1148/radiol.2020192498.
7. Braun HJ, Gold GE. Diagnosis of osteoarthritis: imaging. *Bone*. 2012 Aug;51(2):278–88. doi: 10.1016/j.bone.2011.11.019.
8. Bedson J, Croft PR. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008 Sep 2;9:116. doi: 10.1186/1471-2474-9-116.
9. Piccolo CL, Mallio CA, Vaccarino F, et al. Imaging of knee osteoarthritis: a review of multimodal diagnostic approach. *Quant Imaging Med Surg*. 2023;13(11):7582–7595. doi: 10.21037/qims-22-1392.
10. Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2004 Mar;12(3):177–90. doi: 10.1016/j.joca.2003.11.003.
11. Hunter DJ, Guermazi A, Lo GH, et al. Evolution of semi-quantitative whole joint as-

- essment of knee OA: MOAKS (MRI Osteoarthritis Knee Score). *Osteoarthritis Cartilage*. 2011 Aug;19(8):990-1002. doi: 10.1016/j.joca.2011.05.004.
12. Hunter DJ, Lo GH, Gale D, et al. The reliability of a new scoring system for knee osteoarthritis MRI and the validity of bone marrow lesion assessment: BLOKS (Boston Leeds Osteoarthritis Knee Score). *Ann Rheum Dis*. 2008 Feb;67(2):206-11. doi: 10.1136/ard.2006.066183.
13. Jaremkov JL, Jeffery D, Buller M, et al. Preliminary validation of the Knee Inflammation MRI Scoring System (KIMRISS) for grading bone marrow lesions in osteoarthritis of the knee: data from the Osteoarthritis Initiative. *RMD Open*. 2017 Jan 18;3(1):e000355. doi: 10.1136/rmdopen-2016-000355.
14. Roemer FW, Frobelt R, Lohmander LS, et al. Anterior Cruciate Ligament Osteoarthritis Score (ACLOAS): longitudinal MRI-based whole joint assessment of anterior cruciate ligament injury. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014 May;22(5):668-82. doi: 10.1016/j.joca.2014.03.006.
15. Roemer FW, Jarraya M, Hayashi D, et al. A perspective on the evolution of semi-quantitative MRI assessment of osteoarthritis: past, present and future. *Osteoarthritis Cartilage*. 2024 Apr;32(4):460-472. doi: 10.1016/j.joca.2024.01.001.
16. Felson DT, Lynch J, Guermazi A, et al. Comparison of BLOKS and WORMS scoring systems. Part II: longitudinal assessment of knee MRIs for osteoarthritis and suggested approach based on their performance: data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010 Nov;18(11):1402-7. doi: 10.1016/j.joca.2010.06.016.
17. Kornaat PR, Bloem JL, Ceulemans RY, et al. Osteoarthritis of the knee: association between clinical features and MR imaging findings. *Radiology*. 2006 Jun;239(3):811-7. doi: 10.1148/radiol.2393050253.
18. Kumm J, Turkiewicz A, Zhang F, et al. Structural abnormalities detected by knee magnetic resonance imaging are common in middle-aged subjects with and without risk factors for osteoarthritis. *Acta Orthop*. 2018 Oct;89(5):535-540. doi: 10.1080/17453674.2018.1495164.
19. Tarhan S, Unlu Z, Goktan C. Magnetic resonance imaging and ultrasonographic evaluation of the patients with knee osteoarthritis: a comparative study. *Clin Rheumatol*. 2003 Sep;22(3):181-8. doi: 10.1007/s10067-002-0694-x.
20. Liu K, Li X, Weng Q, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound for assessment of synovial abnormalities among patients with knee pain: a meta-analysis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2024 Feb;76(2):295-303. doi: 10.1002/acr.25205.
21. Koski JM, Kamel A, Waris P, et al. Atlas-based knee osteophyte assessment with ultrasonography and radiography: relationship to arthroscopic degeneration of articular cartilage. *Scand J Rheumatol*. 2016;45(2):158-64. doi: 10.3109/03009742.2015.1055797.
22. Roemer FW, Engelke K, Li L, et al. MRI underestimates presence and size of knee osteophytes using CT as a reference standard. *Osteoarthritis Cartilage*. 2023 May;31(5):656-668. doi: 10.1016/j.joca.2023.01.575.

Поступила/отрецензирована/принята к печати

Received/Reviewed/Accepted

01.06.2025/10.09.2025/15.09.2025

Заявление о конфликте интересов/Conflict of Interest Statement

Статья подготовлена в рамках научно-исследовательской работы (государственное задание №ПК 125020501433-4).

Исследование не имело спонсорской поддержки. Конфликт интересов отсутствует. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами.

The article was prepared within the framework of the research project (state assignment № PK 125020501433-4).

The investigation has not been sponsored. There are no conflicts of interest. The authors are solely responsible for submitting the final version of the manuscript for publication. All the authors have participated in developing the concept of the article and in writing the manuscript. The final version of the manuscript has been approved by all the authors.

Хальметова А.Р. <https://orcid.org/0000-0002-0447-4110>

Лила А.М. <https://orcid.org/0000-0002-6068-3080>

Таскина Е.А. <https://orcid.org/0000-0001-8218-3223>

Алексеева Л.И. <https://orcid.org/0000-0001-7017-0898>

Савушкина Н.М. <https://orcid.org/0000-0001-8562-6077>

Кашеварова Н.Г. <https://orcid.org/0000-0001-8732-2720>

Стребкова Е.А. <https://orcid.org/0000-0001-8130-5081>

Кудинский Д.М. <https://orcid.org/0000-0002-1084-3920>

Алексеева О.Г. <https://orcid.org/0000-0003-1852-1798>

Колесникова К.В. <https://orcid.org/0009-0005-4237-4398>