

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2022-3-49-62>

Ультразвуковое и рентгенологическое исследование коленного сустава у больных ревматоидным артритом и остеоартритом: корреляция изменений внутрисуставных структур с выраженностью болевого синдрома

**М.П. Миронов, В.Д. Завадовская, М.А. Зоркальцев, Д.А. Погонченкова,
А.П. Куражов, С.В. Фомина, Т.Б. Перова, О.С. Шульга, Т.В. Жогина**

**ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет”
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск**

*М.П. Миронов – аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск.
<https://orcid.org/0009-0007-4434-7531>*

В.Д. Завадовская – д.м.н., профессор, и.о. заведующего кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск. <https://orcid.org/0000-0001-6231-7650>

М.А. Зоркальцев – д.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск. <https://orcid.org/0000-0003-0025-2147>

*Д.А. Погонченкова – к.м.н., ассистент кафедры патофизиологии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск.
<https://orcid.org/0000-0002-5903-3662>*

А.П. Куражов – д.м.н., профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск. <https://orcid.org/0000-0003-1316-5421>

С.В. Фомина – к.м.н., ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск. <https://orcid.org/0000-0001-7517-3393>

*Т.Б. Перова – к.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск.
<https://orcid.org/0009-0007-0181-8831>*

*О.С. Шульга – к.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск.
<https://orcid.org/0000-0002-1965-8422>*

*Т.В. Жогина – к.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Сибирский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск.
<https://orcid.org/0000-0003-0293-634X>*

Контактная информация: Миронов Михаил Петрович. michael-07@mail.ru

Цель: оценка характера ассоциации болевого синдрома и изменений внутрисуставных структур по данным ультразвукового и рентгенологического исследований у пациентов с ревматоидным артритом и остеоартрозом.

Материал и методы: в исследование включено 60 пациентов с клиническими диагнозами “ревматоидный артрит” (первая группа, $n = 27$) и “остеоартроз” (вторая группа, $n = 33$) (15 мужчин и 45 женщин в возрасте от 22 до 80 лет). Всем пациентам проведено стандартное клинико-лабораторное обследование, а также ультразвуковое исследование и рентгенография обоих коленных суставов ($n = 120$). Клинические, лабораторные и инструментальные методы исследования были выполнены в течение одной недели после включения в исследование для обеспечения целостности и однородности данных. Оценка интенсивности болевого синдрома проводилась с помощью визуально-аналоговой шкалы боли (VAS). Оценку степени васкуляризации синовиальной оболочки проводили по числу цветовых сигналов в режиме цветового доплеровского картирования (4 степени).

Результаты: достоверные различия между группами пациентов по времени течения болезни, выраженности болевого синдрома, в том числе при различных выполняемых действиях, выявлены не были. Выявлена сильная корреляционная связь между выраженностью болевого синдрома и степенью васкуляризации синовиальной оболочки при ультразвуковом исследовании ($r = 0,805$, $P < 0,001$), слабая корреляционная связь – между выраженностью болевого синдрома и утолщением синовиальной оболочки при ультразвуковом исследовании ($r = 0,473$, $P < 0,001$). Выявлена умеренная корреляционная связь между

выраженностью болевого синдрома и размером краевых остеофитов суставных поверхностей при рентгенологическом исследовании ($r = 0,673$, $P < 0,001$), очень слабая корреляционная связь – между выраженностью болевого синдрома и толщиной суставной щели при рентгенологическом исследовании ($r = 0,395$, $P < 0,001$). Связанный с выраженностью болевого синдрома признак повышения васкуляризации синовиальной оболочки (II или III степень васкуляризации) при ультразвуковом исследовании более характерен для ревматоидного артрита, чем для остеоартроза ($P = 0,001$).

Выводы: наиболее значимые корреляционные связи между выраженностью болевого синдрома (VAS), с одной стороны, и инструментальными признаками, с другой стороны, определяются для степени васкуляризации синовиальной оболочки при ультразвуковом исследовании (сильная прямая достоверная связь) и размером краевых остеофитов суставных поверхностей при рентгенологическом исследовании (умеренная прямая достоверная связь).

Ключевые слова: ультразвуковое исследование коленного сустава, рентгенография коленного сустава, остеоартроз, ревматоидный артрит, боль.

Цитирование: Миронов М.П., Завадовская В.Д., Зоркальцев М.А., Погонченкова Д.А., Куражов А.П., Фомина С.В., Перова Т.Б., Шульга О.С., Жогина Т.В. Ультразвуковое и рентгенологическое исследование коленного сустава у больных ревматоидным артритом и остеоартритом: корреляция изменений внутрисуставных структур с выраженностью болевого синдрома. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2022; 3: 49–62. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2022-3-49-62>

ВВЕДЕНИЕ

В структуре заболеваний суставов ревматоидный артрит (РА) и остеоартроз (ОА) по распространенности среди населения занимают лидирующие позиции (22,9% для ОА [1] и до 4,7% для РА [2] среди пациентов старших возрастных групп). Хронический болевой синдром и нарушение функции суставов при данных патологиях снижают качество жизни пациентов, приводят к инвалидизации и нередко требуют не только консервативного лечения, но и оперативного вмешательства. При этом именно болевой синдром является ведущим синдромом и основной причиной обращения за медицинской помощью, особенно во время эпизодов обострения заболевания [3].

Диагностические и этиопатогенетические аспекты болевого суставного синдрома широко обсуждаются в современной литературе [4–9]. Как основные причины болевого синдрома, наряду с травматическими повреждениями, рассматриваются ОА, а также воспалительные артриты, среди которых наиболее распространенным является РА [8, 9]. Пожилой возраст вносит свой вклад в манифестацию клинических проявлений и не позволяет, руководствуясь лишь болевыми характеристиками, поставить точный диагноз. В то же время установление точного диагноза необходимо для назначения адекватной терапии [10].

Болевой синдром при РА возникает вследствие активного воспалительного процесса, при этом пролиферация клеток синовиальной мембраны с формированием агрессивного паннуса обуславливает нарушение целостности гиалинового хряща и деструкцию субхондральной кости [8].

При ОА дистрофические изменения суставного гиалинового хряща с последующим поражением субхондральной кости и околосуставных структур, формированием остеофитов приводят к вторичным пролиферативным изменениям синовиальной оболочки [9].

Состояние коленных суставов, являющихся потенциальной мишенью для обозначенных патологических процессов, при наличии боли и отсутствии других патогномоничных симптомов и лабораторных маркеров может быть предметом сложности при постановке клинического диагноза [4, 5].

Повышение доступности генно-инженерной терапии, направленной на конкретные патогенетические механизмы воспаления, создает необходимость в точном установлении нозологической формы заболевания, что может быть проблематичным в связи с неоднозначностью клинической картины и лабораторных данных [11].

Библиографические данные последних лет свидетельствуют о повышении роли методов лучевой диагностики – от рутинной рентгенографии до современных гибридных технологий – в диагностике, прогнозе и мониторинговании выявленных изменений суставов [6, 7].

Рентгенография является основополагающим стандартизированным методом диагностики заболеваний суставов. Несмотря на многообразие современных лучевых модальностей, рентгенография до настоящего времени не утратила своей актуальности. Так, например, на основании сопоставления данных магнитно-резонансной томографии (МРТ) и рентгенографии рекомендуется использование рентгенографии для уточнения причины боли при ОА у пациентов старшей возрастной группы [12]. Однако очевидны пределы метода в выявлении внутрисуставной жидкости, ранних морфологических изменений синовиальной оболочки и гиалинового хряща [5]. МРТ, обеспечивая наиболее полное выявление патологических изменений внутрисуставных структур, остается при этом ресурсоемкой модальностью, обладающей существенными ограничениями для ряда больных (длительность исследования, наличие водителя ритма, клаустрофобия) [7].

Другим подходом к оценке внутрисуставных изменений является ультразвуковое исследование в качестве неинвазивного широкодоступного метода визуализации, не обладающего лучевой нагрузкой и характеризующегося высокой точностью в оценке воспалительных изменений в суставах, недоступных для визуализации при рентгенографии [6]. О неотъемлемой составляющей ультразвукового исследования в мультимодальной ранней диагностике воспалительного процесса в артрологии свидетельствует включение метода в классификации ACR/EULAR [13].

Гиперваскуляризация паннуса при ультразвуковом исследовании, как правило,

отражает воспалительную активность, что дает возможность проведения качественной и количественной оценки степени васкуляризации с целью диагностики РА и мониторинга ремиссии [14].

Однако, несмотря на широкий спектр используемых лучевых методов исследования и освещенность их диагностических возможностей в научной литературе, до сих пор остается не до конца изученным вопрос выявления причин болевого синдрома, в том числе в коленных суставах. Также отсутствуют достоверные данные о сопоставлении выраженности болевого синдрома с визуализируемыми изменениями суставных структур [6]. Получение ответов на поставленные вопросы позволит облегчить дифференциальную диагностику РА и ОА, решая основные клинические задачи по подбору рациональной медикаментозной терапии и тактики ведения пациентов ревматологического профиля.

Цель исследования – оценка характера ассоциации болевого синдрома и изменений внутрисуставных структур по данным ультразвукового и рентгенологического исследований у пациентов с РА и ОА.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Всего в исследование включено 60 пациентов с диагнозами “РА” (первая группа, $n = 27$) и “ОА” (вторая группа, $n = 33$) (15 мужчин и 45 женщин в возрасте от 22 до 80 лет), предъявлявших жалобы на боли в коленных суставах (всего 120 коленных суставов). Критериями включения в исследование пациентов обеих групп явилось наличие клинического диагноза “РА” и “ОА” соответственно, а также информированного согласия пациента. Критерии исключения из исследования пациентов обеих групп – возраст пациентов менее 18 и свыше 80 лет; отсутствие клинического диагноза “РА” и “ОА” в соответствующих группах; наличие пигментного villonodularного синовиита, микрокристаллических артропатий, псориатического артрита; травмы или эндопротезирования коленных суставов в анамнезе; отсутствие информированного согласия пациента.

Всех пациентов обследовали клинически и лабораторно, включая анализ перифери-

ческой крови с определением скорости оседания эритроцитов (СОЭ) по Вестергрену, уровней С-реактивного белка (СРБ), ревматоидного фактора и антител к циклическому цитруллинированному пептиду (АЦЦП). Всем пациентам провели ультразвуковое исследование и рентгенографию обоих коленных суставов. Клинические, лабораторные и инструментальные методы исследования были выполнены в течение одной недели после включения в исследование для обеспечения целостности и однородности данных.

Оценка интенсивности болевого синдрома проводилась с помощью визуально-аналоговой шкалы боли (visual analogue scale – VAS) в баллах от 0 до 10, где 0 – нет боли, 10 – невыносимая боль. Пациент указывал средний показатель интенсивности болевого синдрома в коленных суставах за неделю.

Рентгеновские снимки коленных суставов были выполнены в передне-задней и боковой проекциях в условиях осевой нагрузки (стоя) с использованием рентгенодиагностического комплекса Apollo DRF (Villa Sistemi Medicali S.p.A., Италия). Для оценки состояния коленных суставов при ОА и РА использовали шкалы Kellgren-Lawrence и Steinbrocker соответственно с указанием значений в диапазоне от 0 до 4 баллов. На рентгенограммах проводили оценку формы мыщелков костей, образующих коленные суставы; состояния суставных щелей; наличие краевых остеофитов, субхондрального склероза и перестроенных кист.

Ультразвуковое исследование коленных суставов проводили в соответствии со стандартным протоколом в серошкальном режиме и режиме цветового доплеровского картирования на ультразвуковой системе Logiq S8 (GE HealthCare, США) с использованием линейного датчика 11L-D (4–10 МГц). Истончением гиалинового хряща считали его толщину менее 2,0 мм [15]. Синовиальную оболочку толщиной более 2,0 мм считали утолщенной [16]. Выпот в полости верхнего заворота толщиной более 4,0 мм считали патологическим [16]. Кистой Бейкера считали жидкостное образование, исходящее из интервала между икроножной мышцей и сухожилием полуперепончатой мышцы. Мениски описывали как дегенеративно измененные при вы-

явлении неоднородности их структуры, фрагментации, наличии гиперэхогенных включений и кист. Остеофитами считали гиперэхогенные образования, расположенные в проекции мыщелков и суставных поверхностей, дающие сплошную акустическую тень. Измерение высоты остеофитов проводили от верхнего контура до кортикального слоя кости.

Оценку степени васкуляризации синовиальной оболочки проводили по числу цветовых сигналов в одном срезе в режиме цветового доплеровского картирования:

отсутствие цветовых сигналов – степень 0;

единичные цветовые сигналы – степень I;

цветовые сигналы, занимающие менее половины площади синовиальной оболочки, – степень II;

цветовые сигналы, занимающие более половины площади синовиальной оболочки, – степень III.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программы Statistica 8.0. Количественные данные представлены в виде медианы, 5–95-го перцентилей и минимального – максимального значений. Для анализа были использованы критерий Фридмана, U-критерий Манна–Уитни, двухсторонний точный критерий Фишера, коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r). Для оценки силы связи использовалась шкала Е.П. Голубкова: коэффициент ранговой корреляции Спирмена 0,21–0,40 – очень слабая, 0,41–0,60 – слабая, 0,61–0,80 – умеренная, 0,81–1,00 – сильная. Статистически значимыми считали различия при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе провели сопоставление результатов демографических и клинических данных пациентов первой и второй групп, которое не выявило статистически значимых отличий по показателям возраста, веса, роста, индекса массы тела, времени течения болезни и интенсивности болевого синдрома (табл. 1). Далее сопоставили результаты лабораторных исследований пациентов с РА и ОА, получив статистически значимые различия в уровнях СОЭ

и типичных маркеров РА (табл. 2). При сопоставлении выраженности болевого синдрома с помощью VAS при различных выполняемых действиях в группах с РА и ОА статистически значимых различий не получено (табл. 3).

На втором этапе исследования определили частоту встречаемости различных инструментальных (ультразвуковых и рентгенологических) признаков патологических изменений коленных суставов ($n = 120$) среди всех исследуемых пациентов (табл. 4, рис. 1–3).

Далее провели сопоставление встречаемости данных симптомов в первой и второй группах пациентов при проведении ультразвукового и рентгенологического исследований. По результатам ультразвукового исследования в В-режиме при оценке состояния коленных суставов у больных РА и ОА достоверная разница не выявлена. В то же время при использовании режима цветового доплеровского картирования достоверно чаще определялось повышение васкуляризации синовиальной оболочки при РА по сравнению с ОА (30 и 5% соответственно) (табл. 5). Это говорит о возможности включения признака повышения васкуляризации (II или III степень васкуляризации) в алгоритм дифференциальной диагностики пациентов с РА и ОА.

По результатам рентгенографии было выявлено достоверное преобладание краевых остеофитов (79 и 57%) и субхондральных кист (32 и 13%) при ОА в сравнении с РА. В то же время отсутствовали статистически значимые различия в оценке состояния прочих структур (табл. 6).

На третьем этапе исследования с целью оценки взаимосвязи между ультразвуковыми и рентгенологическими признаками и уровнем боли выполнили корреляционный анализ. Значимые достоверные корреляции представлены в табл. 7.

Наибольшие значения коэффициента корреляции Спирмена ($P < 0,001$) характеризовали связь между выраженностью болевого синдрома (VAS) и степенью васкуляризации синовиальной оболочки по данным ультразвукового исследования ($r = 0,805$ – сильная корреляция) и между выраженностью болевого синдрома (VAS) и размером краевых остеофитов суставных поверхно-

Таблица 1. Сравнительная характеристика демографических и клинических данных пациентов с РА и ОА

Параметры	Первая группа (РА) (n = 27)	Вторая группа (ОА) (n = 33)	P
Возраст, годы	58 30–77 25–77	61 40–80 22–80	0,186
Вес, кг	78 62–95 61–94	82 54–100 52–106	0,322
Рост, см	169 154–186 154–195	165 154–189 154–189	0,352
Индекс массы тела, кг/м ²	28 21–36 20–39	28 20–38 18–42	0,368
Время течения болезни, мес	100 30–135 1–144	108 10–145 2–153	0,610
Выраженность болевого синдрома, баллы	5 2–7 1–9	5 3–9 1–9	0,156

Примечание: на первой строке ячейки представлена медиана, на второй – 5–95-й процентиля, на третьей – минимальное–максимальное значения.

Таблица 2. Сравнительная характеристика лабораторных данных пациентов с РА и ОА

Параметры	Первая группа (РА) (n = 27)	Вторая группа (ОА) (n = 33)	P
СОЭ, мм/ч	18,7 4,3–22,4 3,1–25,7	12,2 3,3–15,5 2,4–18,5	0,032
СРБ, мг/л	5,7 3,1–8,2 2,7–10,3	3,1 2,2–6,8 1,8–7,1	0,522
Ревматоидный фактор, МЕд/мл	54,1 20,9–86,6 5,7–99,4	7,0 1,2–14,2 1,1–14,5	0,001
АЦЦП, Ед/мл	41,7 13,5–78,1 18,0–100,2	2,1 0,7–4,1 0,7–4,2	0,001

Примечание: на первой строке ячейки представлена медиана, на второй – 5–95-й процентиля, на третьей – минимальное–максимальное значения.

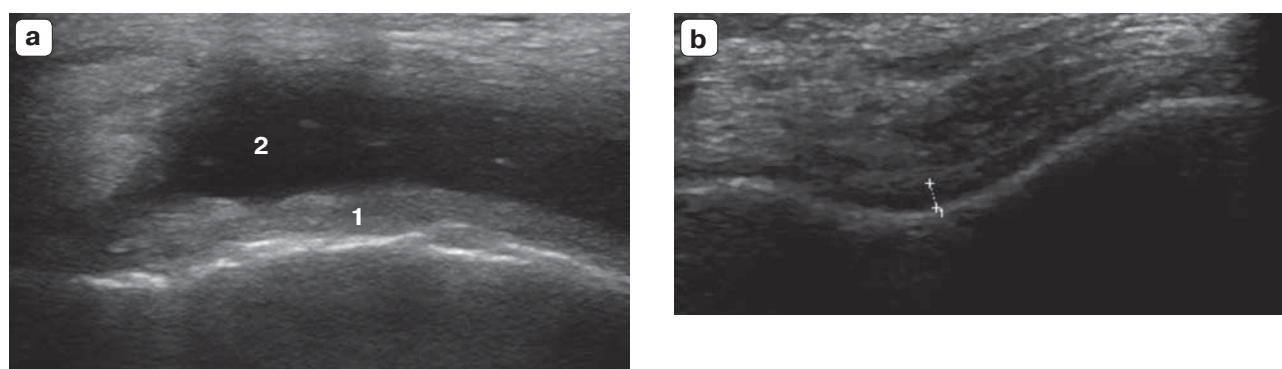
Таблица 3. Сравнительная характеристика выраженности болевого синдрома с помощью VAS (баллы) при различных выполняемых действиях у пациентов с РА и ОА

Выполняемое действие	Первая группа (РА) (n = 27)	Вторая группа (ОА) (n = 33)	P
Подъем по лестнице	7 6–8 4–9	7 6–9 5–9	0,992
Спуск по лестнице	6 6–8 5–9	7 6–8 5–9	0,418
Поднятие тяжести	6 4–7 3–8	5 4–7 3–8	0,674
Вставание (со стула)	4 3–6 1–7	4 4–7 3–8	0,779
Стояние	5 3–5 2–7	5 4–6 3–7	0,610
Наклон к полу	5 3–6 3–7	5 4–6 3–7	0,810
Ходение по ровной поверхности	5 4–5 2–6	5 3–6 2–8	0,053
Вставание на носки	4 3–6 2–7	5 4–7 3–8	0,596
Лежание на кровати	4 2–4 1–5	3 2–4 1–5	0,976
Принятие ванны	5 3–5 3–6	5 4–7 3–7	0,087
Сидение	4 3–5 2–5	4 3–5 1–5	0,234
Легкая домашняя уборка	5 4–5 1–6	6 3–7 1–8	0,284
Тяжелая домашняя уборка	6 5–8 4–9	6 6–8 5–9	0,167

Примечание: на первой строке ячейки представлена медиана, на второй – 5–95-й процентиля, на третьей – минимальное–максимальное значения.

Таблица 4. Частота выявления ультразвуковых и рентгенологических признаков патологии коленных суставов (n = 120) среди всех пациентов

Признаки	Абсолютное количество	Относительное количество, %
<i>Ультразвуковое исследование</i>		
Истончение гиалинового хряща менее 2,0 мм	61	50,8
Неровность контуров гиалинового хряща	40	33,3
Утолщение синовиальной оболочки более 2,0 мм	48	40,0
Повышение васкуляризации синовиальной оболочки (II или III степень васкуляризации)	19	15,8
Суставной выпот толщиной более 4,0 мм	41	34,2
Краевые остеофиты суставных поверхностей	48	40,0
Киста Бейкера	11	9,2
Дегенеративные изменения менисков	16	13,3
<i>Рентгенологическое исследование</i>		
Краевые остеофиты суставных поверхностей	83	69,2
Деформация, удлинение и заострение межмыщелковых возвышений	85	70,8
Сужение суставной щели	90	75,0
Эрозии суставных поверхностей	9	7,5
Околосуставной остеопороз	62	51,7
Кисты субхондральные	28	23,3
Затемнение в проекции супрапателлярной сумки (как признак синовита/бурсита)	30	25,0

**Рис. 1.** Больная 43 лет. Диагноз: РА. Ультразвуковое исследование правого коленного сустава. а – утолщение синовиальной оболочки до 3 мм (1), увеличение количества синовиального выпота в полости сустава – толщина слоя жидкости до 6 мм (2). б – неровность контуров и неравномерное истончение гиалинового хряща (1,4–1,6 мм).

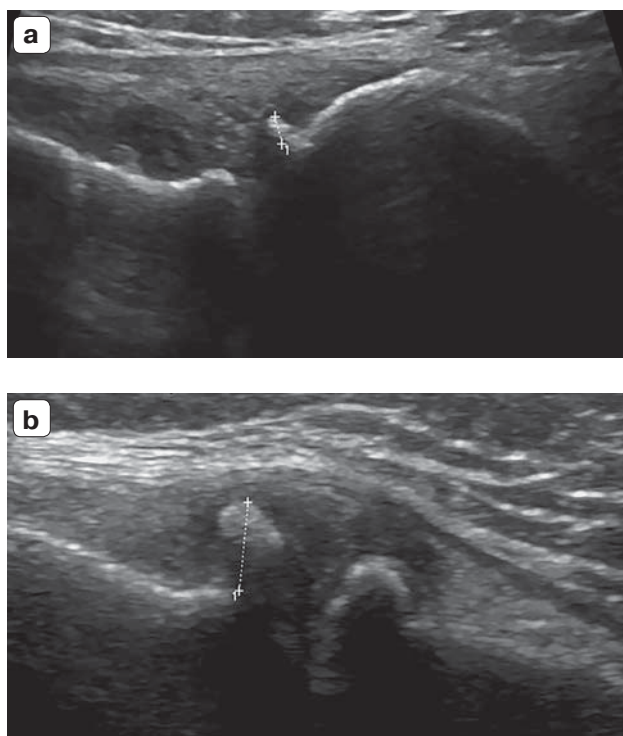


Рис. 2. Больной 56 лет. Диагноз: ОА. Ультразвуковое исследование левого коленного сустава. Визуализация краевых остеофитов суставной поверхности. Остеофиты выступают над поверхностью мыщелка на 2 мм (а) и на 5 мм (b).



Рис. 3. Больной 34 лет. Диагноз: ОА. Рентгенограмма правого коленного сустава. Сужение медиальной части суставной щели, одиночный крупный остеофит по медиальному контуру суставной поверхности эпифиза бедренной кости (стрелка).

Таблица 5. Частота выявления ультразвуковых признаков патологии коленных суставов (n = 120) у пациентов с РА и ОА

Признаки	РА (n = 54)	ОА (n = 66)	P
Истончение гиалинового хряща менее 2,0 мм	32 (59%)	29 (44%)	0,103
Неровность контуров гиалинового хряща	16 (30%)	24 (36%)	0,556
Утолщение синовиальной оболочки более 2,0 мм	25 (46%)	23 (35%)	0,261
Повышение васкуляризации синовиальной оболочки (II или III степень васкуляризации)	16 (30%)	3 (5%)	0,001
Суставной выпот толщиной более 4,0 мм	16 (30%)	25 (38%)	0,439
Краевые остеофиты суставных поверхностей	20 (37%)	28 (42%)	0,578
Киста Бейкера	4 (7%)	7 (11%)	0,752
Дегенеративные изменения менисков	7 (13%)	9 (14%)	1,000

Таблица 6. Частота выявления рентгенологических признаков патологии коленных суставов (n = 120) у пациентов с РА и ОА

Признаки	РА (n = 54)	ОА (n = 66)	P
Краевые остеофиты суставных поверхностей	31 (57%)	52 (79%)	0,017
Деформация, удлинение и заострение межмышечковых возвышений	35 (65%)	50 (76%)	0,228
Сужение суставной щели	37 (69%)	53 (80%)	0,146
Эрозии суставных поверхностей	2 (4%)	7 (11%)	0,183
Околосуставной остеопороз	27 (50%)	35 (53%)	0,855
Кисты субхондральные	7 (13%)	21 (32%)	0,017
Затемнение в проекции супрапателлярной сумки (как признак синовита/бурсита)	14 (26%)	16 (24%)	1,000
Дегенеративные изменения менисков	7 (13%)	9 (14%)	1,000

Таблица 7. Результаты корреляционного анализа между выраженностью болевого синдрома (VAS) и ультразвуковыми и рентгенологическими признаками поражения коленных суставов (n = 120)

Признаки	Коэффициент корреляции Спирмена	P
Ультразвуковое исследование		
Толщина синовиальной оболочки, мм	0,473	<0,001
Степени васкуляризации синовиальной оболочки	0,805	<0,001
Рентгенологическое исследование		
Размер краевых остеофитов суставных поверхностей, мм	0,673	<0,001
Толщина суставной щели, мм	0,395	<0,001

стей по данным рентгенологического исследования (0,673 – умеренная связь), что позволило выделить два вышеперечисленных симптома как наиболее значимых.

ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем исследовании не было получено статистически значимой разницы между выраженностью болевого синдрома (VAS) у пациентов с РА и ОА, что подтверждает наличие клинических сложностей в проведении дифференциальной диагностики между данными патологическими состояниями на основании оценки характера и степени выраженности болевого синдрома. Это обуславливает целесообразность использования рентгенографии и ультразвукового исследования для уточнения причины боли.

При исследовании коленных суставов с помощью ультразвукового и рентгеноло-

гического исследования у всех пациентов с РА и ОА был выявлен широкий спектр патологических изменений внутрисуставных структур. При рентгенографии преобладающими были изменения в виде сужения суставной щели (75,0%), краевых остеофитов суставных поверхностей (69,2%), а также деформации, удлинения и заострения межмышечковых возвышений (70,8%). Также имели место затемнения в проекции супрапателлярных сумок (25,0%) и субхондральные кисты (23,3%). Указанные изменения в половине случаев визуализировались на фоне околосуставного остеопороза (51,7%).

По данным ультразвукового исследования изменения коленных суставов чаще манифестировали в виде истончения гиалинового хряща менее 2,0 мм (50,8%), наличия краевых остеофитов суставных поверхностей (40,0%), утолщения синовиальной оболочки более 2,0 мм (40,0%), суставного

выпота толщиной более 4,0 мм (34,2%) и дегенеративных изменений менисков (13,3%). При этом повышение васкуляризации синовиальной оболочки (II или III степень васкуляризации) регистрировали в 15,8% наблюдений.

При этом достоверные различия у больных РА и ОА были выявлены только по нескольким признакам. По данным рентгенографии это были краевые остеофиты суставных поверхностей и субхондральные кисты (оба признака достоверно чаще встречались у пациентов с ОА); по данным ультразвукового исследования – повышение васкуляризации синовиальной оболочки (II или III степень васкуляризации) (признак достоверно чаще встречался у пациентов с РА).

Ассоциация болевого синдрома с инструментальными признаками поражения суставов, в том числе с данными ультразвукового исследования (размеры остеофитов, повреждение гиалинового хряща, внутрисуставной выпот, утолщение синовиальной оболочки и степень ее васкуляризации), активно обсуждается в литературе [17–19].

Исследование корреляции болевого синдрома в коленном суставе и данных ультразвукового исследования привело К.К. Chan et al. (2014) [1] к выводу о том, что болевой синдром в коленном суставе в первую очередь ассоциирован с биомеханическими функциями (боль при ходьбе и подъеме по лестнице коррелирует с количеством синовиального выпота, боль при сидении – с утолщением синовиальной оболочки в супрапателлярном завороте, боль при подъеме по лестнице – с протрузией менисков).

Между тем в литературе имеются данные, что болевой синдром в коленном суставе ассоциируется с проявлением воспаления. Так, в статье Y. Kondo et al. (2019) [20], посвященной ультразвуковым критериям активности РА при исследовании коленных суставов, была получена значимая корреляция степени васкуляризации синовиальной оболочки с уровнем местных противовоспалительных цитокинов и факторами ангиогенеза у пациентов с активным РА. Эхогенность синовиальной оболочки также имела значимую связь со степенью воспаления [20]. В нашей работе максимальные значения коэффициента корреляции Спирмена при анализе взаимосвязи

с болью (VAS) были получены для степени васкуляризации синовиальной оболочки при ультразвуковом исследовании ($r = 0,805$, $P < 0,001$).

Слабая достоверная корреляционная связь боли (VAS) с утолщением синовиальной оболочки ($r = 0,473$, $P < 0,001$) перекликается с результатами публикации A. Sarmanova et al. (2019) [21], в которой приводятся убедительные данные о том, что выпот и утолщение синовиальной оболочки распространены среди населения в целом, в том числе у людей без болевого синдрома и без рентгенологических признаков ОА в коленном суставе.

Анализ данных рентгенографии показал умеренную корреляцию между выраженностью болевого синдрома и размером краевых остеофитов суставных поверхностей ($r = 0,673$, $P < 0,001$), а также очень низкую достоверную корреляционную связь с толщиной суставной щели ($r = 0,395$, $P < 0,001$). Полученные данные сопоставимы с результатами работы В. Heidari (2011) [22], где также наиболее высокая сила корреляционной связи наблюдалась между выраженностью боли и размерами остеофитов, низкая сила корреляционной связи – между выраженностью боли и степенью сужения суставной щели.

ВЫВОДЫ

1) При сопоставлении выраженности болевого синдрома (VAS) у пациентов с РА и ОА при различных выполняемых действиях статистически значимых различий не получено.

2) Выявлена сильная корреляционная связь между выраженностью болевого синдрома и степенью васкуляризации синовиальной оболочки при ультразвуковом исследовании ($r = 0,805$, $P < 0,001$).

3) Выявлена умеренная корреляционная связь между выраженностью болевого синдрома и размером краевых остеофитов суставных поверхностей при рентгенологическом исследовании ($r = 0,673$, $P < 0,001$).

4) Выявлены менее значимые корреляционные связи между выраженностью болевого синдрома, с одной стороны, и утолщением синовиальной оболочки при ультразвуковом исследовании ($r = 0,473$, $P < 0,001$) и толщиной суставной щели

при рентгенологическом исследовании ($r = 0,395$, $P < 0,001$) – с другой.

5) Связанный с выраженностью болевого синдрома признак повышения васкуляризации синовиальной оболочки (II или III степень васкуляризации) при ультразвуковом исследовании более характерен для РА, чем для ОА ($P = 0,001$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/ REFERENCES

1. Chan K.K., Sit R.W., Wu R.W., Ngai A.H. Clinical, radiological and ultrasonographic findings related to knee pain in osteoarthritis. *PLoS One*. 2014; 9 (3): e92901. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092901>
2. Karmakar S., Kay J., Gravalles E.M. Bone damage in rheumatoid arthritis: mechanistic insights and approaches to prevention. *Rheum. Dis. Clin. North Am.* 2010; 36 (2): 385–404. <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2010.03.003>
3. Su W., Liu G., Liu X., Zhou Y., Sun Q., Zhen G., Wang X., Hu Y., Gao P., Demehri S., Cao X., Wan M. Angiogenesis stimulated by elevated PDGF-BB in subchondral bone contributes to osteoarthritis development. *JCI Insight*. 2020; 5 (8): e135446. <https://doi.org/10.1172/jci.insight.135446>
4. Huang D., Liu Y.Q., Liang L.S., Lin X.W., Song T., Zhuang Z.G., Wang S.L., Bao H.G., Wang L., Zhang X.W., Cheng Z.G., Duan B.L., Qiu W.D., Xiong Y.C., Liu J.F. The diagnosis and therapy of degenerative knee joint disease: expert consensus from the Chinese Pain Medicine Panel. *Pain Res. Manag.* 2018; 2018: 2010129. <https://doi.org/10.1155/2018/2010129>
5. Nelson A.E. Turning the page in osteoarthritis assessment with the use of ultrasound. *Curr. Rheumatol. Rep.* 2020; 22 (10): 66. <https://doi.org/10.1007/s11926-020-00949-w>
6. Brom M., Gandino I.J., Zacarias Hereter J.B., Scolnik M., Mollerach F.B., Ferreyra Garrott L.G., Marin J., Ruta S.O., Rosa J.E., Garcia-Monaco R.D., Soriano E.R. Performance of ultrasonography compared to conventional radiography for the diagnosis of osteoarthritis in patients with knee pain. *Front. Med. (Lausanne)*. 2020; 7: 319. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.00319>
7. Podlipska J., Guermazi A., Lehenkari P., Niinimäki J., Roemer F.W., Arokoski J.P., Kaukinen P., Liukkonen E., Lammintausta E., Nieminen M.T., Tervonen O., Koski J.M., Saarakkala S. Comparison of diagnostic performance of semi-quantitative knee ultrasound and knee radiography with MRI: Oulu Knee Osteoarthritis Study. *Sci. Rep.* 2016; 6: 22365. <https://doi.org/10.1038/srep22365>
8. Filippucci E., Cipolletta E., Mashadi Mirza R., Carotti M., Giovagnoni A., Salaffi F., Tardella M., Di Matteo A., Di Carlo M. Ultrasound imaging in rheumatoid arthritis. *Radiol. Med.* 2019; 124 (11): 1087–1100. <https://doi.org/10.1007/s11547-019-01002-2>
9. Sandhar S., Smith T.O., Toor K., Howe F., Sofat N. Risk factors for pain and functional impairment in people with knee and hip osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2020; 10 (8): e038720. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038720>
10. Raynauld J.P., Martel-Pelletier J., Berthiaume M.J., Beaudoin G., Choquette D., Haraoui B., Tannenbaum H., Meyer J.M., Beary J.F., Cline G.A., Pelletier J.P. Long term evaluation of disease progression through the quantitative magnetic resonance imaging of symptomatic knee osteoarthritis patients: correlation with clinical symptoms and radiographic changes. *Arthritis Res. Ther.* 2006; 8 (1): R21. <https://doi.org/10.1186/ar1875>
11. Kaeley G.S., Bakewell C., Deodhar A. The importance of ultrasound in identifying and differentiating patients with early inflammatory arthritis: a narrative review. *Arthritis Res. Ther.* 2020; 22 (1): 1. <https://doi.org/10.1186/s13075-019-2050-4>
12. Parent M.E., Vezina F., Carrier N., Masetto A. Indications for and clinical procedures resulting from magnetic resonance imaging of the knee in older patients: Are we choosing wisely? *Can. Fam. Physician*. 2018; 64 (3): e126–e132.
13. Dasgupta B., Cimmino M.A., Kremers H.M., Schmidt W.A., Schirmer M., Salvarani C., Bachta A., DeJaco C., Duftner C., Jensen H.S., Duhaut P., Poor G., Kaposi N.P., Mandl P., Balint P.V., Schmidt Z., Iagnocco A., Nannini C., Cantini F., Macchioni P., Pipitone N., Del Amo M., Espigol-Frigole G., Cid M.C., Martinez-Taboada V.M., Nordborg E., Direskeneli H., Aydin S.Z., Ahmed K., Hazleman B., Silverman B., Pease C., Wakefield R.J., Luqmani R., Abril A., Michet C.J., Marcus R., Gonter N.J., Maz M., Carter R.E., Crowson C.S., Matteson E.L. 2012 Provisional classification criteria for polymyalgia rheumatica: a European League Against Rheumatism/American College of Rheumatology collaborative initiative. *Arthritis Rheum.* 2012; 64 (4): 943–954. <https://doi.org/10.1002/art.34356>
14. Liu H., Huang C., Chen S., Zheng Q., Ye Y., Ye Z., Lv G. Value of contrast-enhanced ultrasound for detection of synovial vascularity in experimental rheumatoid arthritis: an exploratory study. *J. Int. Med. Res.* 2019; 47 (11): 5740–5751. <https://doi.org/10.1177/0300060519874159>
15. Sophia Fox A.J., Bedi A., Rodeo S.A. The basic science of articular cartilage: structure, composition, and function. *Sports Health*. 2009; 1 (6): 461–468. <https://doi.org/10.1177/1941738109350438>
16. Conaghan P., D'Agostino M.A., Ravaud P., Baron G., Le Bars M., Grassi W., Martin-Mola E., Wakefield R., Brasseur J.L., So A., Backhaus M., Malaise M., Burmester G., Schmidely N., Emery P., Dougados M. EULAR report on the use of ultrasonography in painful knee osteoarthritis. Part 2: exploring decision rules for clinical utility. *Ann. Rheum. Dis.* 2005; 64 (12): 1710–1714. <https://doi.org/10.1136/ard.2005.038026>

17. Serban O., Porojan M., Deac M., Cozma F., Solomon C., Lenghel M., Micu M., Fodor D. Pain in bilateral knee osteoarthritis – correlations between clinical examination, radiological, and ultrasonographical findings. *Med. Ultrason.* 2016; 18 (3): 318–325.
<https://doi.org/10.11152/mu.2013.2066.183.pin>
18. Razek A.A., El-Basyouni S.R. Ultrasound of knee osteoarthritis: interobserver agreement and correlation with Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis. *Clin. Rheumatol.* 2016; 35 (4): 997–1001.
<https://doi.org/10.1007/s10067-015-2990-2>
19. Bernardo-Bueno M.M., Gonzalez-Suarez C.B., Malvar A.K., Cua R., Feliciano D., Tan-Sales B.G., Aycardo S.M.O., Tan-Ong M., Chan R., De Los Reyes F. Stratifying minimal versus severe pain in knee osteoarthritis using a musculoskeletal ultrasound protocol. *J. Ultrasound Med.* 2019; 38 (6): 1411–1423. <https://doi.org/10.1002/jum.14819>
20. Kondo Y., Suzuki K., Inoue Y., Sakata K., Takahashi C., Takeshita M., Kassai Y., Miyazaki T., Morita R., Niki Y., Kaneko Y., Yasuoka H., Yamaoka K., Yoshimura A., Takeuchi T. Significant association between joint ultrasonographic parameters and synovial inflammatory factors in rheumatoid arthritis. *Arthritis Res. Ther.* 2019; 21 (1): 14.
<https://doi.org/10.1186/s13075-018-1802-x>
21. Sarmanova A., Hall M., Fernandes G.S., Valdes A.M., Walsh D.A., Doherty M., Zhang W. Thresholds of ultrasound synovial abnormalities for knee osteoarthritis – a cross sectional study in the general population. *Osteoarthritis Cartilage.* 2019; 27 (3): 435–443.
<https://doi.org/10.1016/j.joca.2018.09.018>
22. Heidari B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. *Caspian J. Intern. Med.* 2011; 2 (2): 205–212.

Ultrasound and x-ray examination of the knee in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis: correlation between imaging data and pain severity

M.P. Mironov, V.D. Zavadovskaia, M.A. Zorkaltsev, D.A. Pogonchenkova, A.P. Kurazhov,
S.V. Fomina, T.B. Perova, O.S. Shulga, T.V. Zhogina

Siberian State Medical University, Tomsk

M.P. Mironov – M.D., Ph.D. fellow, Division of Radiology, Siberian State Medical University, Tomsk.

<https://orcid.org/0009-0007-4434-7531>

V.D. Zavadovskaia – M.D., Ph.D., Professor, Director, Division of Radiology, Siberian State Medical University, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0001-6231-7650>

M.A. Zorkaltsev – M.D., Ph.D., Associate Professor, Division of Radiology, Siberian State Medical University, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0003-0025-2147>

D.A. Pogonchenkova – M.D., Ph.D., Assistant Professor, Division of Pathophysiology, Siberian State Medical University, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0002-5903-3662>

A.P. Kurazhov – M.D., Ph.D., Professor, Division of Radiology, Siberian State Medical University, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0003-1316-5421>

S.V. Fomina – M.D., Ph.D., Assistant Professor, Division of Radiology, Siberian State Medical University, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0001-7517-3393>

T.B. Perova – M.D., Ph.D., Associate Professor, Division of Radiology, Siberian State Medical University, Tomsk. <https://orcid.org/0009-0007-0181-8831>

O.S. Shulga – M.D., Ph.D., Associate Professor, Division of Radiology, Siberian State Medical University, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0002-1965-8422>

T.V. Zhogina – M.D., Ph.D., Associate Professor, Division of Radiology, Siberian State Medical University, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0003-0293-634X>

Correspondence to Dr. Mikhail P. Mironov. E-mail: michael-07@mail.ru

Objective: to assess the correlations between pain severity and changes in intra-articular structures according to ultrasound and x-ray examination of the knee in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis.

Material and methods: a total of 60 patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis (15 males and 45 females aged 22–80 years) underwent standard clinical and laboratory evaluation, ultrasound and x-ray examination of both knees ($n = 120$) within a week after including to the study. Patients were divided into two groups according the diagnosis: the first group – patients with rheumatoid arthritis ($n = 27$) and the second group – patients with osteoarthritis ($n = 33$). Pain severity assessed by the visual analogue scale. Synovial vascularity was assessed by using of color Doppler imaging according to the 4-grade scale.

Results: there were no significant differences between the groups of patients in terms of disease duration and pain severity, including in functional tests. A strong correlation was found between the pain severity and degree of synovial vascularity ($r = 0.805$, $P < 0.001$) and a weak correlation between the pain severity and synovial hypertrophy ($r = 0.473$, $P < 0.001$) during ultrasound examination. A moderate correlation was found between the pain severity and size of marginal osteophytes ($r = 0.673$, $P < 0.001$) and a very weak correlation between the pain severity and joint space width ($r = 0.395$, $P < 0.001$) during x-ray examination. The synovial hypervascularity in color Doppler imaging (grade 2 and 3) associated with pain severity is more typical for rheumatoid arthritis than for osteoarthritis ($P = 0.001$). Conclusion: the most significant correlations between the severity of the pain syndrome, on the one hand, and ultrasound and x-ray signs, on the other hand, were determined for the synovial vascularity degree during ultrasound examination and the size of the marginal osteophytes during x-ray examination.

Key words: ultrasound of the knee, radiography of the knee, osteoarthritis, rheumatoid arthritis, pain.

Citation: Mironov M.P., Zavadovskaia V.D., Zorkaltsev M.A., Pogonchenkova D.A., Kurazhov A.P., Fomina S.V., Perova T.B., Shulga O.S., Zhogina T.V. Ultrasound and x-ray examination of the knee in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis: correlation between imaging data and pain severity. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2022; 3: 49–62.
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2022-3-49-62> (in Russian)