

ВЫЯВЛЕНИЯ ЭРОЗИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СУСТАВОВ КИСТЕЙ И СТОП ПРИ РЕВМАТОИДНОМ АРТРИТЕ: СРАВНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДОВ

А.В. Смирнов^{1, 2}, О.Г. Алексеева¹, С.И. Глухова¹, М.В. Северинова¹, Е.Л. Насонов¹,
А.В. Волков¹

¹ Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой, Москва, Россия;

² Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Обнаружение костных эрозий при ревматоидном артрите имеет решающее значение для определения стратегии лечения и указывает на неблагоприятные исходы. Считается, что чувствительность рентгенографии в выявлении эрозий костей ниже, чем при ультразвуковом исследовании, особенно на ранних стадиях заболевания. Применение неинвазивных и безопасных методов диагностики ревматоидного артрита открывает новые возможности для успешного лечения. **Цель исследования** — сравнить и оценить результаты ультразвукового и рентгенографического выявления деструктивных изменений суставов кистей и стоп у больных ревматоидным артритом. **Методы.** В исследование включены 76 пациентов с установленным диагнозом ревматоидного артрита. Рентгенография и ультразвуковое исследование суставов кистей и стоп проводились на момент включения в исследование, далее через 1 и 4 года. **Результаты.** Наблюдалась слабая степень корреляции между двумя абсолютными значениями количества суставов с эрозиями по данным ультразвукового исследования и рентгенографии. Темп нарастания эрозивных изменений в большей степени отмечался по данным ультразвукового исследования, чем при рентгенографии: от 0,5 [0; 1] до 2,5 [0; 6,0] ($p=0,001$) и от 0 [0; 1] до 0 [0; 3] ($p=0,001$) соответственно. При оценке сопоставимости двух методов определения эрозивных изменений суставов кистей и стоп в каждой точке наблюдения с помощью анализа Блэнда–Альмана показано, что результаты обоих методов частично выходят за пределы двух стандартных отклонений, что свидетельствует о низкой степени согласия между ними. Средняя разница между измерениями показателей составила -0,38 (95% ДИ -0,63...-0,13) до лечения, -1,15 (95% ДИ -1,5...-0,79) при наблюдении через 12 месяцев и -1,52 (95% ДИ -2,32...-0,73) при наблюдении через 4 года, что указывает на систематические отклонения. Корреляции между разницей количества суставов с эрозиями и средним количеством суставов с эрозиями по ультразвуковому исследованию и рентгенографии не выявлено. **Заключение.** Ультразвуковое исследование и рентгенография не являются эквивалентными методами обнаружения эрозий при ревматоидном артрите, однако ультразвуковое исследование помогает выявить раннее прогрессирование процесса, что является ключом к успешной терапии ревматоидного артрита.

Ключевые слова: ревматоидный артрит; эрозии; ультразвуковое исследование; рентгенография.

Для цитирования:

Смирнов А.В., Алексеева О.Г., Глухова С.И., Северинова М.В., Насонов Е.Л., Волков А.В. Выявления эрозивных изменений суставов кистей и стоп при ревматоидном артрите: сравнение ультразвукового и рентгенографического методов. *Клиническая практика*. 2025;16(1):47–56. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract655665>

Поступила 12.02.2025

Принята 30.03.2025

Опубликована online 09.04.2025

ОБОСНОВАНИЕ

В настоящее время визуализация выходит на новый этап не только в диагностике ревматических заболеваний, но и в оценке их течения и прогноза. Высокоточные методики, используемые в совре-

менных медицинских приборах, позволяют оценить не только структуру объекта, но и динамическое изображение, что может дать дополнительную информацию для выявления заболевания на ранних и доклинических стадиях [1–3].

THE DETECTION OF EROSION CHANGES IN THE JOINTS OF HANDS AND FEET IN RHEUMATOID ARTHRITIS: A COMPARISON OF ULTRASOUND AND RADIOLOGY METHODS

A.V. Smirnov^{1, 2}, O.G. Alekseeva¹, S.I. Glukhova¹, M.V. Severinova¹, E.L. Nasonov¹, A.V. Volkov¹

¹ V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia;

² Federal Research and Clinical Center of Specialized Medical Care and Medical Technologies, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The detection of bone tissue erosions in cases of rheumatoid arthritis has a fundamental importance for the purpose of defining the treatment strategy and it indicates the unfavorable outcomes. It is recognized that the sensitivity of X-ray in detecting the bone tissue erosions is lower comparing to the ultrasound examination, especially at the early stages of the disease. The application of non-invasive and safe methods for the diagnostics of rheumatoid arthritis opens new possibilities for successful treatment.

AIM: to compare and to evaluate the results of ultrasound and radiological detection of destructive changes in the joints of the hands and feet in rheumatoid arthritis patients. **METHODS:** The research included 76 patients with an established diagnosis of rheumatoid arthritis. Radiography and ultrasound examination of the joints in the hands and feet were carried out at the moment of enrollment into the research and later on in 1 and 4 years. **RESULTS:** The findings included a slight degree of correlation between the two absolute values — the number of joints with erosions according to the data from the ultrasound examination and according to the radiology examination findings. The rate of progression of the erosive changes was more pronounced in the data from ultrasound examination comparing to the radiology findings: from 0.5 [0; 1] to 2.5 [0; 6.0] ($p=0.001$) and from 0 [0; 1] to 0 [0; 3] ($p=0.001$), respectively. When evaluating the comparability of the two methods used for detecting the erosive changes in the joints of the hands and feet at each observation point by means of using the Bland–Altman method, it was shown that the results from both methods partially reach the outside of the margins of two standard deviations, which indicates the low degree of agreement between them. The mean difference between the measurements was -0.38 (95% CI -0.63...-0.13) before treatment, -1.15 (95% CI -1.5...-0.79) at the follow-up point of 12 months and -1.52 (95% CI -2.32...-0.73) in 4 years, which indicates the presence of systematic deviations. No correlation was detected between the difference in the number of joints with erosions and the mean number of joints with erosions according to the ultrasound examination and according to the radiography findings. **CONCLUSION:** Ultrasound examination and radiography are not equivalent methods of detecting erosions in rheumatoid arthritis, however, ultrasound examination helps detecting early progression of the process, which is a key to successful therapy of rheumatoid arthritis.

Keywords: rheumatoid arthritis; erosions; ultrasound examination; radiography.

For citation:

Smirnov AV, Alekseeva OG, Glukhova SI, Severinova MV, Nasonov EL, Volkov AV. The detection of erosive changes in the joints of hands and feet in rheumatoid arthritis: a comparison of ultrasound and radiographic methods. *Journal of Clinical Practice*. 2025;16(1):47–56.

doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract655665>

Submitted 12.02.2025

Accepted 30.03.2025

Published online 09.04.2025

Выявление костных эрозий при ревматоидном артрите имеет решающее значение для определения стратегии лечения, поскольку структурные повреждения играют важную роль в диагностике и указывают на неблагоприятные исходы [4]. В настоящее время золотым стандартом для визуализации и количественной оценки костных пора-

жений у пациентов с ревматоидным артритом считается рентгенография [5], а стандартным методом оценки структурных поражений при ревматоидном артрите — модифицированная оценка Шарпа/ван дер Хейде (Van der Heijde Sharp score, SHS) [6].

Согласно рекомендациям Европейского альянса ассоциаций ревматологов (European Alliance of

Associations for Rheumatology, EULAR) по использованию визуализации суставов в клиническом лечении ревматоидного артрита, рентгенография должна использоваться в качестве инструмента визуализации первого выбора для выявления повреждений суставов (костных эрозий и сужения суставных щелей) [7].

Как известно, чувствительность рентгенографии в выявлении эрозий костей ниже, чем других методов визуализации, таких как магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковое исследование (УЗИ) и компьютерная томография, особенно на ранних стадиях заболевания [8–12], открывающих новые возможности для неинвазивной и безопасной диагностики.

Высокие трудоёмкость и стоимость МРТ обуславливают предпочтительность УЗИ [9] — доступного и относительно недорогого, без ионизирующего излучения метода исследования, который используется для оценки состояния практически всех суставов за одно обследование. УЗИ суставов позволяет оценить не только синовит и поражения периартикулярных тканей, но и структурные повреждения суставной поверхности, например, выявить эрозивные изменения. Согласно результатам ряда исследований, УЗИ позволяет выявить больше эрозий, чем рентгенография, и обладает более высокой чувствительностью и специфичностью [13]. Существует несколько качественных и полуколичественных систем УЗ-оценки [14–19], но до сих пор нет общепринятой стандартизации метода. УЗИ является привлекательным методом для оценки костных эрозий, особенно при раннем ревматоидном артрите, когда возможности рентгенографии низкочувствительны [9, 20, 21].

Обнаружение костных эрозий с помощью УЗИ имеет не только диагностическое значение, но и предсказывает развитие ревматоидного артрита при недифференцированном артрите у лиц с антителами к циклическому цитруллиновому пептиду, а также предшествует появлению структурных изменений на рентгенограммах у больных ревматоидным артритом [22], при этом костные эрозии на рентгенограммах редко обнаруживаются в позитивной по антителам к циклическому цитруллиновому пептиду группе и не предсказывают развитие ревматоидного артрита.

На данный момент времени в мировой литературе недостаточно исследований, которые сравнивали бы методы визуализации при оценке деструктивных изменений в суставах, а опублико-

ванные источники содержат неоднозначные данные о сравнении двух методов. Так, в исследовании J. Grosse и соавт. [22] показано, что при УЗ-оценке суставов у пациентов с ревматоидным артритом выявлено в 2 раза больше эрозий суставов, чем при рентгенографии (оценка по шкале SHS). А выводы авторов одной из недавних работ, что УЗИ и рентгенография эрозий хорошо согласуются и что УЗИ играет вспомогательную роль в оценке деструктивного процесса [23], послужили основанием к проведению нашего исследования.

Цель исследования — изучить возможности УЗИ в визуализации деструктивных изменений при ревматоидном артрите по сравнению с золотым стандартом — рентгенографией.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено проспективное наблюдательное одностороннее исследование пациентов с ревматоидным артритом на предмет сопоставления двух методов (рентгенографии и УЗИ) в выявлении эрозий суставных поверхностей.

Критерии соответствия

Критерии включения: достоверный ревматоидный артрит в соответствии с классификационным критериям РА (ACR/EULAR 2010); возраст от 18 лет; высокая или умеренная активность заболевания на момент включения (SDAI ≥ 11 , припухших и болезненных суставов ≥ 3 + скорость оседания эритроцитов (Вестергрен) ≥ 28 мм/ч либо содержание С-реактивного белка ≥ 10 мг/л).

Критерии исключения: активный туберкулёз, положительная проба Манту (папула ≥ 5 мм) и/или наличие подозрительных на активный туберкулёзный процесс рентгенологических изменений в лёгких в сочетании с положительным Диаскинтестом или квантифероновым тестом; наличие вирусного гепатита В, инфицированность вирусом гепатита В; наличие онкологических заболеваний в течение последних 10 лет; демиелинизирующие заболевания нервной системы; тяжёлая сердечная недостаточность; активная бактериальная или вирусная инфекция; аллергическая реакция на белковые препараты в анамнезе; беременность или кормление грудью.

Условия проведения

Исследование проведено с участием пациентов с ревматоидным артритом, которые длительно наб-

людались и лечились в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой» (ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой) [24].

Продолжительность исследования

Исследование проведено в период с 2015 по 2022 год.

Описание медицинского вмешательства

УЗИ проводилось на аппаратах Logiq 9 (GE, США) и MyLabTwice (ESAOTE, Италия) с использованием мультимастотного линейного датчика (10–18 МГц) с техникой энергетического доплера, параметры которого были адаптированы для регистрации низкоскоростных потоков (PRF 300–600 Гц, низкий фильтр, динамический диапазон 20–40 дБ). В процессе наблюдения оценивалось 7 суставных зон кистей и стоп клинически доминирующей стороны (запястья, II и III пястно-фаланговые, II и III проксимальные межфаланговые, II и V плюснефаланговые суставы).

Ультразвуковыми признаками деструктивных изменений (эрозий), согласно критериям международной сети по улучшению оценки результатов в ревматологии (Outcome Measures in Rheumatology Clinical Trials, OMERACT), являлось углубление костного контура, визуализируемое в двух перпендикулярных срезах, шириной более 2 мм и глубиной более 1 мм [25]. Оценка деструкции проводилась с помощью бинарной системы счёта (есть/нет) на каждый исследуемый сустав (количество суставов с эрозиями) в трёх точках: на момент включения в исследование, через 12 месяцев терапии и спустя 4 года наблюдения. Использовался также динамический (количественный и качественный) показатель нарастания количества суставов с эрозиями. Для количественной оценки рентгенологических изменений использовали метод Шарпа (Sharp) в модификации ван дер Хейде (van der Heijde) до, через 12 месяцев, а также спустя 4 года от начала терапии [6].

Для сопоставления двух методов оценки деструктивных изменений использована оценка идентичных суставных зон с подсчётом количества суставов с эрозиями по данным рентгенографии и УЗИ с целью нивелировать особенности УЗ-визуализации и рентгенографической оценки (в первую очередь преимущества УЗ-метода в оценке суставов, где УЗ-доступ возможен с трёх сторон, например II и V пястно-фаланговые суставы, и преимущества рентгенографии во внутрисуставной оценке).

Для изучения возможности использования УЗИ для диагностики эрозивных изменений при ревматоидном артрите оба метода проводились одновременно и сравнивались на всех этапах наблюдения.

Статистический анализ

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета программ Statistica 8.0 (StatSoft, США), включая общепринятые методы параметрического и непараметрического анализа. Для параметров, распределение которых отличалось от нормального, при сравнении двух групп использовали критерий Манна–Уитни, результаты представлены в виде медианы (Me) [25-го; 75-го перцентилей]. Для графического сравнения результатов, полученных разными методами, применяли метод Блэнда–Альмана. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Общая характеристика пациентов с ревматоидным артритом, включённых в исследование ($n=76$), представлена в динамическом наблюдении в табл. 1.

Основные результаты исследования

По данным рентгенографии кистей и стоп, эрозии выявлены у 30% пациентов до начала лечения, у 39% через год от начала терапии и у 66% в конце исследования, по данным УЗИ — у 50, 75 и 71% соответственно. Медиана количества суставов с эрозиями, выявленных при УЗИ, была выше, чем при рентгенографии, с постепенным нарастанием изменений в процессе наблюдения (см. табл. 1).

Изучение связи двух методов на трёх этапах исследования показало слабую степень связи между абсолютными значениями количества суставов с эрозиями, оценёнными с помощью УЗИ и рентгенографии ($r=0,36$; $p=0,001$) до лечения: у 15 пациентов с УЗ-эрозиями они не были выявлены при рентгенографии (всего выявлено 38 пациентов с эрозиями по данным УЗИ и 23 пациента с эрозиями по данным рентгенографии). Через год после лечения корреляция также была слабой ($r=0,29$; $p=0,01$), спустя 4 года наблюдения — стала более явной ($r=0,502$; $p=0,001$).

Нами проанализирована согласованность результатов измерений, полученных разными методами. Метод Блэнда–Альмана продемонстрировал

Таблица 1

Общая характеристика пациентов с ревматоидным артритом (n=76), Me [25; 75]

Параметры	На момент включения	Через 1 год	Через 4 года
Возраст, лет	53,5 [44,0; 61,5]	-	-
Длительность заболевания, мес	6,0 [4,0; 16,5]	-	-
Число припухших суставов	7 [5; 11,5]	0 [0,0; 2,0]	0,5 [0,0; 3,0]
Число болезненных суставов	9,5 [5,0; 14,5]	1,0 [0,0; 3,5]	3,5 [0,0; 6,5]
DAS28	5,53 [4,54; 6,15]	2,64 [1,98; 3,92]	3,61 [2,64; 4,79]
SDAI	28,5 [19,38; 40,14]	4,52 [1,7; 11,63]	9,68 [3,59; 18,29]
CDAI	26,25 [17,25; 36,5]	4,0 [1,5; 11,0]	9,0 [3,35; 17,95]
СОЭ, мм/ч	34,5 [8,5; 50]	10,0 [4,0; 24,0]	20,0 [12,0; 34,0]
СРБ, мг/л	11,4 [1,1; 35,4]	2,5 [0,2; 6,1]	2,8 [1,15; 7,35]
РФ(+), n	66 (87%)	-	-
АЦЦП(+), n	63 (83%)	-	-
Доля пациентов с Rg-эрозиями по счёту Шарп, %	47	53	66
Доля пациентов с Rg-эрозиями в исследуемых суставах, %	30	39	58
Число суставов с эрозиями по данным УЗИ	0,5 [0,0; 1,0]	2,0 [0,5; 3,0]	2,5 [0,0; 6,0]
Число суставов с эрозиями по данным рентгенографии	0,0 [0,0; 1,0]	0,0 [0,0; 1,0]	1,0 [0,0; 3,0]

Примечание. DAS-28 (Disease Activity Score-28) — индекс воспалительной активности ревматоидного артрита; SDAI (Simplified Disease Activity Index) — упрощённая формула расчёта активности ревматоидного артрита; СОЭ — скорость оседания эритроцитов; СРБ — С-реактивный белок; РФ(+) — положительный тест на ревматоидный фактор; АЦЦП(+) — положительный тест на антитела к циклическому цитруллиновому пептиду; Rg/УЗ — рентгенографическое/ультразвуковое исследование.

зависимость разницы между УЗ- и рентгенографическими результатами от среднего количества суставов с эрозиями, полученного двумя методами (рис. 1). Все графики были построены в стандартизованном диапазоне $\pm 1,96$ стандартных отклонений, указывающих на ожидаемый разброс различий между двумя измерениями.

Нижний и верхний пределы согласованности в первой точке составили -2,55 и 1,79 соответ-

ственно, смещение -0,38 — для рентгенографии. При корреляционном анализе отмечена зависимость разницы показателей от среднего их значения по двум методам (рис. 2). Через год наблюдения (вторая точка) пределы согласованности увеличились (-4,18 нижний и 1,89 верхний), смещение также стало значительнее (-1,15). Зависимость разницы показателей от среднего их значения также была статистически значимой (см. рис. 2).

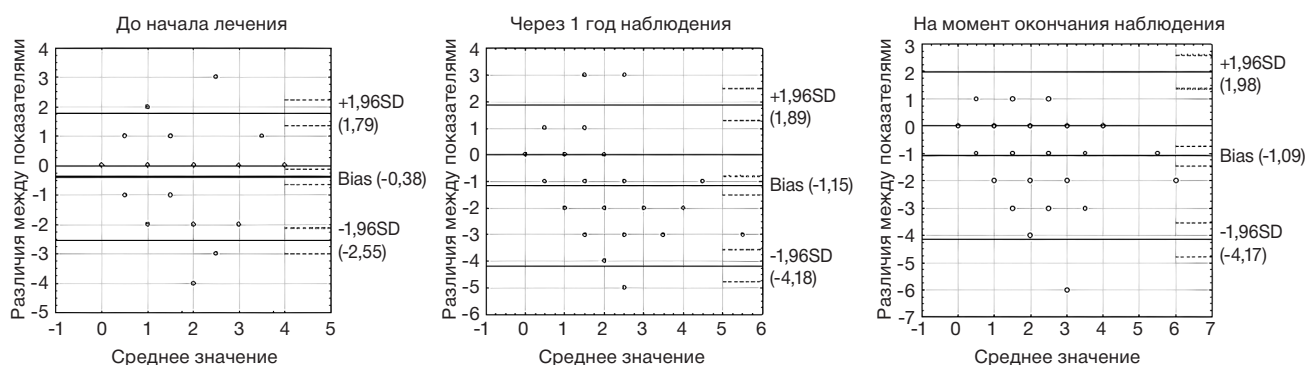


Рис. 1. Зависимость разницы значений количества суставов с эрозиями, измеренного ультразвуковым и рентгенологическим методом, от среднего значения. Диаграммы Блэнда–Альтмана: при включении в исследование (до начала лечения), через год от начала лечения и в конце исследования.

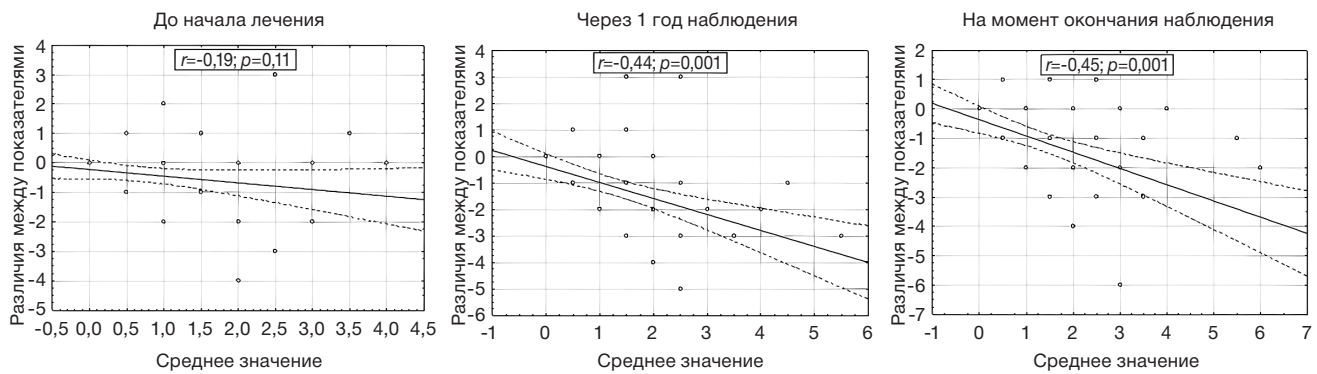


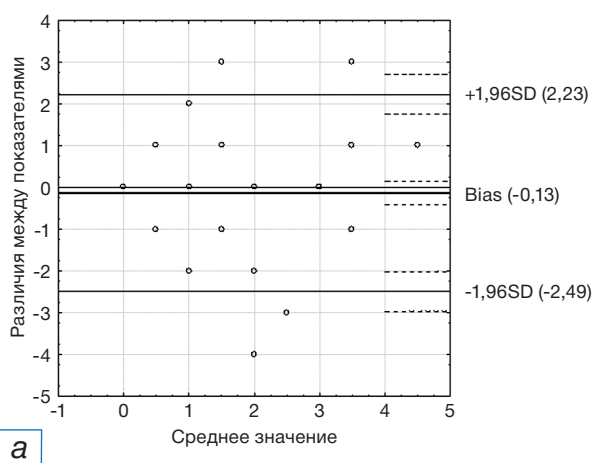
Рис. 2. Зависимость разницы значений количества суставов с эрозиями, измеренного ультразвуковым и рентгенологическим методом, от среднего значения двух методов определения эрозий: при включении в исследование (до начала лечения), через год от начала лечения и в конце исследования.

Спустя 4 года наблюдения (третья точка) вышеизложенные тенденции сохранялись: нижний и верхний пределы согласованности составили -4,17 и 1,98 соответственно, смещение было значимым (-1,09), также выявлялась статистически значимая связь разницы показателей от их среднего значения (см. рис. 2).

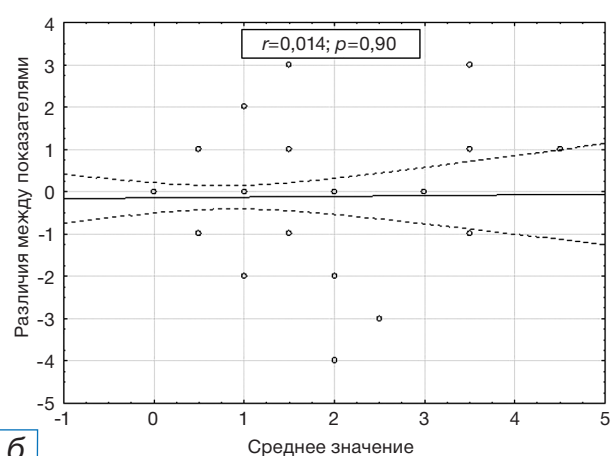
Таким образом, несмотря на наличие слабоумеренной корреляционной связи между УЗ- и рентгенологическими методами, при анализе Блэнда–Альмана выявляется систематическое расхождение вследствие значимого отклонения абсолютных значений, результаты частично выходят за пределы двух стандартных отклонений, отмечается статистически значимая связь разницы показателей и их среднего значения.

Учитывая отсутствие согласованности между двумя методами в одной точке и более частое вы-

явление УЗ-эрозий, было проанализировано соответствие между УЗИ и рентгенографией в разные сроки наблюдения. Поскольку УЗ-эрозии выявлялись раньше и чаще, чем рентгенографические, УЗ-метод в начале наблюдения и через год после лечения (первая и вторая точки) сравнивался с результатами рентгенографии через 4 года наблюдения (третья точка). При сопоставлении результатов УЗИ в первой точке и рентгенографии — в третьей выявлена умеренная корреляционная связь между количеством суставов с эрозиями, оценёнными двумя методами ($r=0,46$; $p=0,001$). Среднее отклонение результатов рентгенографии в сравнении с УЗИ составило -0,13, нижний диапазон — -2,49, верхний — 2,23 (рис. 3, а). Коэффициент корреляции составил 0,014 ($p=0,9$), 5% показателей не входили в интервал двух стандартных отклонений (см. рис. 3, б).



а



б

Рис. 3. Зависимость разницы значений количества суставов с эрозиями, измеренного ультразвуковым методом на начале наблюдения и рентгенологическим методом на момент окончания наблюдения, от среднего значения: а — диаграмма Блэнда–Альмана; б — диаграмма рассеяния.

Аналогичный анализ был проведён при сравнении результатов УЗ-метода через 1 год наблюдения и рентгенографии в конце срока наблюдения. Имелась умеренная статистически значимая зависимость между двумя изменениями ($r=0,31$; $p=0,006$). Анализ Блэнда–Альтмана показал отклонение результатов $-1,07$, при нижнем диапазоне $-3,94$ и верхнем $1,8$. Коэффициент корреляции составил $-0,35$ ($p=0,0015$; $r^2=0,13$); 4% показателей не попали в пределы двух стандартных отклонений.

Анализ Блэнда–Альтмана показал минимальное расхождение результатов при сопоставлении УЗИ в первой точке и рентгенографии — в третьей. Средняя разница между обоими измерениями составляет $-0,13$, только 5% показателей не входят в интервал двух стандартных отклонений и не выявлено зависимости измеренной разницы от среднего значения показателей количества суставов с эрозиями. Только высокие границы согласованности не позволяют заключить 100% эквивалентность двух методов, что, возможно, связано с имеющимися ограничениями.

Сопоставление результатов второй и третьей точки выявило значимое систематическое расхождение.

Таким образом, УЗИ не является эквивалентом рентгенологического метода обнаружения эрозивных изменений суставов кистей и стоп, но сопоставимо с обнаружением рентгенологических эрозий спустя 4 года наблюдения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Нами проведена сравнительная оценка результатов измерения деструктивных изменений в суставах кистей и стоп по данным УЗИ и рентгенографии у пациентов с небольшой (медиана 6 месяцев) длительностью заболевания. Всего у 1/3 пациентов на момент их включения в исследование эрозии выявлялись при рентгенографии, что позволило адекватно проследить нарастание деструктивных изменений за 4 года наблюдения. Золотым стандартом обнаружения деструктивных изменений является рентгенография, несмотря на исключение её из классификационных критериев ревматоидного артрита 2010 года [26]. Это обусловлено отсроченным, как показало и наше исследование, появлением эрозий, отсутствие которых на ранних стадиях не позволит осуществить раннюю диагностику ревматоидного артрита. Исключением являются пациенты, у которых подозревается длительное, но неактивное заболевание, которое

может быть классифицировано как не ревматоидный артрит, и наличие типичных эрозий позволило бы установить правильный диагноз [27]. Необходимо также подчеркнуть, что выявление эрозивных изменений на ранних стадиях является прогностически неблагоприятным фактором [4, 8, 11, 19], в связи с чем поиск методов раннего и доступного выявления эрозий при ревматоидном артрите продолжается [28–30].

Полученные нами данные позволяют говорить о значимости УЗИ как предикторного метода в оценке деструктивных изменений, имея в виду наибольшую согласованность методов при наличии 4-летнего интервала между ними. Отсутствие согласованности при одномоментном использовании можно объяснить наличием ограничений (например, частичной доступностью УЗ-оценки костного контура внутрисуставной локализации, субъективностью метода, исследованием ограниченного количества суставов). Нами отмечено, что выявление УЗ-эрозий происходит значительно раньше по сравнению с рентгенологическим обследованием и гипотетически составляет не менее 4 лет.

Раннее выявление эрозий с помощью УЗИ описано в ряде работ, сравнивающих методы визуализации с одномоментной оценкой в каждом суставе. В одном из последних обзоров проведён анализ чувствительности и специфичности УЗИ опорно-двигательного аппарата с целью выявления синовита и ранних эрозивных изменений в мелких суставах при ревматоидном артрите. В представленной подборке чувствительность и специфичность УЗИ для выявления ранней эрозии костей составила 58% и 94% соответственно, в том числе представлено более раннее выявление эрозивных изменений по данным УЗИ в сравнении с рентгенографией [9].

Сравнение двух методов выявления эрозивных изменений проводилось с помощью корреляционного анализа (каппа-тест) в нескольких работах зарубежных авторов, где было показано, что определяемая степень согласованности не была высокой (от 0,59 до 0,74) [11, 13]. Наша работа выявила схожие данные и привела к выводу, что УЗИ является эффективным и более ранним методом обнаружения эрозий, при этом статистическое расхождение двух методов было минимальным на момент включения в исследование и увеличивалось в процессе наблюдения (от $-0,38$ при включении в исследование до $-1,15$), что свидетельствует о более частом

УЗ-выявлении деструктивных изменений при увеличении длительности заболевания.

Схожие результаты показали U.M. Dohn и соавт. [31]: по результатам исследования, в доступных областях УЗИ также обладает высокой точностью в выявлении и оценке эрозии у больных ревматоидным артритом. Интересна также работа R.H. Mohammed и соавт. [32] по сравнению возможностей УЗИ и рентгенографии в диагностике раннего ревматоидного артрита: из 720 суставов кистей, обследованных с помощью УЗИ, эрозии обнаружены в 23 (3%) суставах у 7 (18%) пациентов по сравнению с рентгенографией, где эрозии были обнаружены в 7 (1%) суставах кистей у 3 (8%) пациентов. Таким образом, количество суставов кистей с эрозиями по данным УЗИ было в 3,28 раза больше, чем количество, обнаруженное на рентгенограммах. По аналогии, количество пациентов с эрозиями в суставах кистей по данным УЗИ было в 2,33 раза больше, чем количество, обнаруженное на рентгенограммах. Эти различия были статистически значимыми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нами не получено доказательств эквивалентности УЗИ и рентгенографии в выявлении эрозий в суставах кистей и стоп, однако показано, что УЗИ позволяет лучше выявлять раннее прогрессирование процесса. С увеличением времени наблюдения связь изменений, обнаруживаемых при УЗИ и рентгенографии, становится более значимой, но клиническая ценность столь позднего выявления эрозий при ревматоидном артрите сомнительна.

Обнаруженная отсроченная согласованность рентгеновского и ультразвукового выявления эрозий имеет большое значение в дальнейшей валидации и клиническом внедрении УЗИ для выявления деструктивного артрита у пациентов с ранними стадиями ревматоидного артрита.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. *А.В. Смирнов* — общая концепция, поисково-аналитическая работа, обработка и обсуждение результатов исследования, написание текста статьи, рентгенологическая оценка; *О.Г. Алексеева* — поисково-аналитическая работа, обработка и обсуждение результатов исследования, участие в наборе и ведении пациентов, ультразвуковое обследование; *С.И. Глухова* — статистическая обработка и обсуждение результатов исследования; *М.В. Северинова* — участие в ультразвуковом исследовании и заполнении те-

матических карт; *Е.Л. Насонов* — общая концепция и поисково-аналитическая работа; *А.В. Волков* — поисково-аналитическая работа, обработка и обсуждение результатов исследования, написание текста статьи и редактирование. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой (протокол № 25 от 03.12.2015; протокол № 11 от 18.06.2020). Все участники исследования подписали добровольное информированное согласие на участие в обследовании.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. *A.V. Smirnov* — general concept, search and analytical work, processing and discussion of research results, writing the text of the article, X-ray evaluation; *O.G. Alekseeva* — search and analytical work, processing and discussion of research results, participation in recruitment and management of patients, ultrasound examination; *S.I. Glukhova* — statistical processing and discussion of the results of the study; *M.V. Severinova* — participation in ultrasound examination and filling out thematic maps; *E.L. Nasonov* — general concept and search and analytical work; *A.V. Volkov* — search and analytical work and processing and discussion of research results and writing the text of the article and editing. The authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Ethics approval. The study was approved by the Local Ethics Committee of V.A. Nasonova Scientific Research Institute of Rheumatology, in accordance with the protocols No. 25 of 12/03/2015 and No. 11 of 06/18/2020. All participants in the study provided voluntary informed consent in order to participate in the research.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Sudol-Szopińska I, Jans L, Teh J. Rheumatoid arthritis: What do MRI and ultrasound show. *J Ultrason.* 2017;17(68):5–16. doi: 10.15557/JoU.2017.0001
2. Wain DL. Sensitivity, specificity and responsiveness of magnetic resonance imaging and ultrasound in rheumatoid arthritis diagnosis. *Bioscience Horizons.* 2014;7:hzu005. doi: 10.1093/biohorizons/hzu005
3. Fodor D, Rodriguez-Garcia SC, Cantisani V, et al. The EFSUMB guidelines and recommendations for musculoskeletal ultrasound. Part I: Extraarticular pathologies. *Ultraschall Med.* 2022;43(1):34–57. doi: 10.1055/a-1562-1455
4. Kawashiri SY, Fujikawa K, Nishino A, et al. Ultrasound-detected bone erosion is a relapse risk factor after discontinuation of biologic disease-modifying antirheumatic drugs in patients with rheumatoid arthritis whose ultrasound power Doppler synovitis activity and clinical disease activity are well controlled. *Arthritis Res Ther.* 2017;19(1):108. doi: 10.1186/s13075-017-1320-2
5. Смирнов А.В. Атлас рентгенологической диагностики ревматоидного артрита. Москва: ИМА-ПРЕСС, 2009. 69 с. [Smirnov AV. *Atlas of radiological diagnostics of rheumatoid arthritis.* Moscow: IMA-PRESS; 2009. 69 p. (In Russ.)] EDN: QLZEQR
6. Van der Heijde D. How to read radiographs according to the Sharp/van der Heijde method. *J Rheumatol.* 2000;27(1):261–263.
7. Colebatch AN, Edwards CJ, Østergaard M, et al. EULAR recommendations for the use of imaging of the joints in the clinical management of rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis.* 2013;72(6):804–814. doi: 10.1136/annrheumdis-2012-203158
8. Døhn UM, Ejbjerg B, Boonen A, et al. No overall progression and occasional repair of erosions despite persistent inflammation in adalimumab-treated rheumatoid arthritis patients: Results from a longitudinal comparative MRI, ultrasonography, CT and radiography study. *Ann Rheum Dis.* 2011;70(2):252–258. doi: 10.1136/ard.2009.123729
9. Hassan R, Hussain S, Bacha R, et al. Reliability of ultrasound for the detection of rheumatoid arthritis. *J Med Ultrasound.* 2019;27(1):3–12. doi: 10.4103/JMU.JMU_112_18
10. Østergaard M, Pedersen SJ, Døhn UM. Imaging in rheumatoid arthritis: Status and recent advances for magnetic resonance imaging, ultrasonography, computed tomography and conventional radiography. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2008;22(6):1019–1044. doi: 10.1016/j.berh.2008.09.014
11. Rahmani M, Chegini H, Najafizadeh SR, et al. Detection of bone erosion in early rheumatoid arthritis: Ultrasonography and conventional radiography versus non-contrast magnetic resonance imaging. *Clin Rheumatol.* 2010;29(8):883–891. doi: 10.1007/s10067-010-1423-5
12. Gessl I, Balint PV, Filippucci E, et al. Structural damage in rheumatoid arthritis assessed by musculoskeletal ultrasound: A systematic literature review by the Structural Joint Damage Task Force of the OMERACT Ultrasound Working Group. *Semin Arthritis Rheum.* 2021;51(3):627–639. doi: 10.1016/j.semarthrit.2021.02.010
13. Baillet A, Gaujoux-Viala C, Mouderde G, et al. Comparison of the efficacy of sonography, magnetic resonance imaging and conventional radiography for the detection of bone erosions in rheumatoid arthritis patients: a systematic review and meta-analysis. *Rheumatology (Oxford).* 2011;50(6):1137–1147. doi: 10.1093/rheumatology/keq437
14. Backhaus M, Ohrndorf S, Kellner H, et al. Evaluation of a novel 7-joint ultrasound score in daily rheumatologic practice: A pilot project. *Arthritis Rheumatism.* 2009;61(9):1194–1201. doi: 10.1002/art.24646
15. Ohrndorf S, Halbauer B, Martus P, et al. Detailed joint region analysis of the 7-joint ultrasound score: Evaluation of an arthritis patient cohort over one year. *Int J Rheumatol.* 2013;2013(493848):9. doi: 10.1155/2013/493848
16. Ohrndorf S, Fischer IU, Kellner H, et al. Reliability of the novel 7-joint ultrasound score (UST): Results from an inter- and intra-observer study performed by rheumatologists. *Arthritis Care Res.* 2012;64(8):1238–1243. doi: 10.1002/acr.21679
17. Naredo E, Valor L, de La Torre I, et al. Ultrasound joint inflammation in rheumatoid arthritis in clinical remission: How many and which joints should be assessed? *Arthritis Care Res.* 2013;65(4):512–517. doi: 10.1002/acr.21869
18. Scire CA, Montecucco C, Codullo V, et al. Ultrasonographic evaluation of joint involvement in early rheumatoid arthritis in clinical remission: Power Doppler signal predicts short-term relapse. *Rheumatol.* 2009;48(9):1092–1097. doi: 10.1093/rheumatology/kep171
19. Peran M, Allado E, Albuissou E, et al. Performance of ultrasound to assess erosion progression in rheumatoid arthritis. *Eur J Radiol.* 2021;136:109536. doi: 10.1016/j.ejrad.2021.109536
20. Funck-Brentano T, Gandjbakhch F, Etchepare F, et al. Prediction of radiographic damage in early arthritis by sonographic erosions and power Doppler signal: A longitudinal observational study. *Arthritis Care Res. (Hoboken).* 2013;65(6):896–902. doi: 10.1002/acr.21912
21. Szkudlarek M, Terslev L, Wakefield RJ, et al. summary findings of a systematic literature review of the ultrasound assessment of bone erosions in rheumatoid arthritis. *J Rheumatol.* 2016;43(1):12–21. doi: 10.3899/jrheum.141416
22. Grosse J, Allado E, Roux C, et al. ACPA-positive versus ACPA-negative rheumatoid arthritis: Two distinct erosive disease entities on radiography and ultrasonography. *Rheumatol Int.* 2020;40(4):615–624. doi: 10.1007/s00296-019-04492-5
23. Grosse J, Allado E, Albuissou É, et al. Evaluation of bone erosions in rheumatoid arthritis: The ultrasound score for erosions versus the modified Sharp/van der Heijde score for erosions. *J Rheumatol.* 2021;48(3):335–338. doi: 10.3899/jrheum.200286
24. Каратеев Д.Е., Лучихина Е.Л., Муравьев Ю.В., и др. Первое российское стратегическое исследование фармакотерапии ревматоидного артрита (РЕМАРКА) // Научно-практическая ревматология. 2013. Т. 51, № 2. С. 117–125. [Karateev DE, Luchikhina EL, Muravyev YuV, et al. The first Russian strategic study of pharmacotherapy for rheumatoid arthritis (REMARCA). *Rheumatology Science Practice.* 2013;51(2):117–125]. doi: 10.14412/1995-4484-2013-637 EDN: RBGDIJ
25. Ventura-Ríos L, Hernández-Díaz C, Ferrusquia-Toriz D, et al.; Grupo Mexicano de Ecografía Musculosquelética AC (ECOMER). Reliability of ultrasound grading traditional score and new global OMERACT-EULAR score system (GLOESS): Results from an inter- and intra-reading exercise by rheumatologists. *Clin Rheumatol.* 2017;36(12):2799–2804. doi: 10.1007/s10067-017-3662-1
26. Aletaha D, Neogi T, Silman AJ, et al. 2010 Rheumatoid arthritis classification criteria: An American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Arthritis Rheum.* 2010;62(9):2569–2581. doi: 10.1002/art.27584
27. Van der Heijde D, van der Helm, van Mil AH, et al. EULAR definition of erosive disease in light of the 2010 ACR/EULAR rheumatoid arthritis classification criteria. *Ann Rheum Dis.* 2013;72(4):479–481. doi: 10.1136/annrheumdis-2012-202779
28. Yan L, Lin M, Ye X, et al. Prediction model for bone erosion in rheumatoid arthritis based on musculoskeletal ultrasound and clinical risk factors. *Clin Rheumatol.* 2025;44(1):143–152. doi: 10.1007/s10067-024-07219-5
29. Therkildsen J, Klose-Jensen R, Hänel M, et al. Erosive progression by high-resolution peripheral quantitative computed tomography and conventional radiography in rheumatoid arthritis. *Rheumatology (Oxford).* 2025;64(3):1092–1101. doi: 10.1093/rheumatology/keae281

30. Dumoulin QA, van der Helm, van Mil AH, van Steenbergen HW. Do MRI-detected erosions in the RA-risk phase of arthralgia reflect current or imminent radiographic erosions? A large longitudinal imaging study. *Rheumatology (Oxford)*. 2025;17:keaf149. doi: 10.1093/rheumatology/keaf149
31. Döhn UM, Terslev L, Szkudlarek M, et al. Detection, scoring and volume assessment of bone erosions by ultrasonography in rheumatoid arthritis: Comparison with CT. *Ann Rheum Dis*. 2013;72(4):530–534. doi: 10.1136/annrheumdis-2011-201114
32. Mohammed RH, Alazizi H, Taha AN, Metawee S. Musculoskeletal ultrasonography versus conventional radiography: Correlation with DAS28 and MDHAQ scores in early rheumatoid arthritis. *J Int Med Res*. 2024;52(12):3000605241306397. doi: 10.1177/03000605241306397

ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за переписку:

Алексеева Ольга Геннадьевна, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 115522, Москва, Каширское ш., д. 34А;
ORCID: 0000-0003-1852-1798;
eLibrary SPIN: 5068-8326;
e-mail: alexeevamma@mail.ru

Соавторы:

Смирнов Александр Викторович, д-р мед. наук,
профессор;
ORCID: 0000-0001-7418-9369;
eLibrary SPIN: 3384-5500;
e-mail: smirale@mail.ru

Глухова Светлана Ивановна, канд. физ.-мат. наук;
ORCID: 0000-0002-4285-0869;
eLibrary SPIN: 3151-2282;
e-mail: sveglukhova@yandex.ru

Северинова Мария Викторовна;
ORCID: 0000-0002-3444-7682;
eLibrary SPIN: 6011-1075;
e-mail: masha-sever@mail.ru

Насонов Евгений Львович, д-р мед. наук, профессор,
академик РАН;
ORCID: 0000-0002-1598-8360;
eLibrary SPIN: 5162-6484;
e-mail: nasonov@irramn.ru

Волков Александр Витальевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-1784-3699;
eLibrary SPIN: 2623-6098;
e-mail: sandyvkl@yahoo.com

AUTHORS' INFO

The author responsible for the correspondence:

Olga G. Alekseeva, MD, PhD;
address: 34A Kashirskoe shosse, Moscow, Russia, 115522;
ORCID: 0000-0003-1852-1798;
eLibrary SPIN: 5068-8326;
e-mail: alexeevamma@mail.ru

Co-authors:

Alexander V. Smirnov, MD, PhD, Professor;
ORCID: 0000-0001-7418-9369;
eLibrary SPIN: 3384-5500;
e-mail: smirale@mail.ru

Svetlana I. Glukhova, PhD;
ORCID: 0000-0002-4285-0869;
eLibrary SPIN: 3151-2282;
e-mail: sveglukhova@yandex.ru

Maria V. Severinova;
ORCID: 0000-0002-3444-7682;
eLibrary SPIN: 6011-1075;
e-mail: masha-sever@mail.ru

Evgeny L. Nasonov, MD, PhD, Professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0002-1598-8360;
eLibrary SPIN: 5162-6484;
e-mail: nasonov@irramn.ru

Alexander V. Volkov, MD, PhD;
ORCID: 0000-0003-1784-3699;
eLibrary SPIN: 2623-6098;
e-mail: sandyvkl@yahoo.com