

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626367>

Боли в плечевом суставе: сравнительный анализ данных динамической ультрасонографии и магнитно-резонансной томографии

С. Варма, П.К. Шарма, А. Файзал, А. Лукас

Медицинский колледж и больница Савита, Институт медицинских и технических наук Савита (SIMATS), Ченнаи, Тамил Наду, Индия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. При изучении болей в плечевом суставе оценивалась диагностическая точность ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии.

Цель. Выявить потенциальные проблемы в интерпретации изображений, полученных с помощью ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии, с указанием их ограничений путём сравнения результатов обоих методов диагностической визуализации в одной и той же группе пациентов.

Материалы и методы. В исследование включены пациенты, жалующиеся на боль в плечевом суставе, которых отбирали методом преднамеренной выборки. Все пациенты прошли ультразвуковое исследование и магнитно-резонансную томографию. Результаты обследования впоследствии сравнивались. В ходе исследования оценивали различные патологии плечевого сустава, включая разрывы сухожилий, бурсит, дегенеративные изменения суставов, кальцификаты, импинджмент-синдром.

Результаты. В исследование включены 35 пациентов, у которых с помощью ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии были выявлены такие патологии, как повреждения сухожилий подлопаточной и надостной мышцы, частичные и полнослойные разрывы сухожилий, выпот в сухожилии длинной головки двуглавой мышцы плеча, субкоракoidalный и субакромиально-субдельтовидный бурсит, дегенерация акромиально-ключичного сустава, кальцификация сухожилий и импинджмент-синдром. Сравнительный анализ показал различия в чувствительности, специфичности, положительной и отрицательной прогностической ценности, точности обоих методов визуализации при выявлении различных патологий.

Заключение. Сравнение данных показало, что магнитно-резонансная томография обладает большей чувствительностью и специфичностью при выявлении заболеваний, вызывающих боль в плече. Однако благодаря доступности, возможности работы в режиме реального времени и сравнения полученных результатов с данными непоражённой области ультразвуковое исследование считается методом визуализации первой линии при оценке состояния плечевых суставов. Тем не менее ультразвуковое исследование имеет ограничения: зависимость от оператора и более низкую чувствительность при определённых состояниях. Магнитно-резонансную томографию целесообразнее использовать в качестве подтверждающего метода или в случаях, когда диагностика затруднена. Данное исследование подчёркивает взаимодополняющую роль ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии в диагностике боли в плечевом суставе, при этом магнитно-резонансная томография является более точным и полным методом визуализации.

Ключевые слова: вращательная манжета; плечевой сустав; магнитно-резонансная томография; ультрасонография; боль в плече.

Как цитировать:

Варма С., Шарма П.К., Файзал А., Лукас А. Боли в плечевом суставе: сравнительный анализ данных динамической ультрасонографии и магнитно-резонансной томографии // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 81–89. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626367>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626367>

Exploring shoulder joint pain: a comparative analysis of dynamic ultrasonography and magnetic resonance imaging

Sparsh Varma, Praveen K. Sharma, Afwaan Faizal, Ajay Lucas

Saveetha Medical College and Hospital, Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences (SIMATS), Chennai, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

BACKGROUND: To evaluate shoulder joint pain, the study concentrated on evaluating the diagnostic accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging.

AIM: By comparing the results from both modalities within the same patient group, the study aimed to identify potential challenges in image interpretation, underscoring the limitations of ultrasonography and magnetic resonance imaging.

MATERIALS AND METHODS: Patients with shoulder joint pain were included through purposive sampling. These patients underwent ultrasonography and magnetic resonance imaging, and the results were correlated. Various shoulder pathologies, including tendon tears, bursitis, degenerative changes, calcifications, and impingement, were analyzed.

RESULTS: The study comprised 35 patients who underwent ultrasonography and magnetic resonance imaging detecting pathologies such as subscapularis and supraspinatus tendon injuries, partial and full-thickness tears, peribicipital tendon fluid, subcoracoid and subacromial-subdeltoid bursitis, acromioclavicular joint degeneration, tendon calcification, and impingement. Comparative analysis showed varying sensitivities, specificities, positive predictive values, negative predictive values, and accuracy for different pathologies.

CONCLUSION: Compared with ultrasonography, magnetic resonance imaging demonstrated greater sensitivity and specificity in identifying conditions causing shoulder pain. Ultrasonography's affordability, real-time capabilities, and ability to compare results with the unaffected side make it a useful first diagnostic step for shoulder pain. Ultrasonography, although a quick and cost-effective initial diagnostic tool, has limitations, including operator dependence and lower sensitivity in certain conditions. In contrast, magnetic resonance imaging is employed as a confirming measure or in instances where diagnosis is challenging. The study emphasized the complementary roles of ultrasonography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of shoulder joint pain, with magnetic resonance imaging as the more accurate and complete imaging modality.

Keywords: rotator cuff; shoulder joint; magnetic resonance imaging; ultrasonography; shoulder pain.

To cite this article:

Varma S, Sharma PK, Faizal A, Lucas A. Exploring shoulder joint pain: a comparative analysis of dynamic ultrasonography and magnetic resonance imaging. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):81–89. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626367>

Received: 01.02.2024

Accepted: 12.02.2024

Published online: 02.04.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Лопатка и плечевая кость образуют синовиальный сустав типа шаровидной впадины. Это крупный сустав, соединяющий верхнюю конечность с туловищем и обеспечивающий широкий диапазон движений в различных плоскостях. Лопатка, ключица и плечевая кость составляют комплекс плечевого пояса. В плечевом поясе выделяются четыре сочленения: акромиально-ключичное (АКС), плечелопаточное (ПЛС), грудино-ключичное (ГКС) и лопаточно-грудное (ЛГС), которое ещё называют скользящим. Верхние конечности прикрепляются к осевому скелету в области грудной клетки с помощью ПЛС, АКС и ГКС. Благодаря ЛГС лопатка может легко повторять движения задней грудной стенки. Движения плечевого пояса осуществляются за счёт совместного действия этих четырёх суставов. Чтобы компенсировать нестабильную костную анатомию, плечо защищено спереди, сзади и сверху капсулой и сухожилиями, образующими вращательную манжету. В результате ежедневной активности сухожилия могут подвергаться «износу». Боль в плече может возникать по разным причинам, включая острую травму и ряд дегенеративных заболеваний, связанных с импинджмент-синдромом. Боль в плече — одна из самых распространённых жалоб пациентов в ортопедии, часто приводящая к значительному ухудшению самочувствия. При этом клинические исследования обладают меньшей точностью по сравнению с артроскопией, несмотря на то, что многие клинические тесты считаются надёжными в определении периакулярных поражений, которые чаще всего являются причиной боли в плече [1, 2]. Боль в плече часто вызвана патологией вращательной манжеты, особенно разрывами. При этом клинический осмотр малоэффективен в определении причины боли. Тяжесть повреждения вращательной манжеты и соответствующий диагноз позволяют решить вопрос о целесообразности консервативной терапии или хирургического вмешательства [3, 4]. Использование ультразвука высокого разрешения, новейших методик и лучшее понимание патологии позволяют диагностировать поражение вращательной манжеты с высокой точностью. Ультразвуковое исследование (УЗИ) высокого разрешения и магнитно-резонансная томография (МРТ) — рекомендуемые методы визуализации при подозрении на разрыв вращательной манжеты. Каждая из этих методик имеет свои преимущества и недостатки. На выбор оптимального метода диагностики влияет несколько важнейших факторов, включая квалификацию оператора, экономическую эффективность, доступность исследования, а также точность результатов [5]. УЗИ плечевого сустава — высокочувствительный, неинвазивный, доступный и неионизирующий метод выявления патологий вращательной манжеты [6], который служит дополнением к МРТ. В диагностике частичных или полных разрывов манжеты любой величины УЗИ высокого разрешения показало более 90% чувствительности,

точности и специфичности. Кроме того, с помощью УЗИ можно выявить патологии, которые могут быть схожими с разрывом вращательной манжеты, включая тендиноз, теносиновит, субакромиально-субдельтовидный бурсит, кальцифицированный тендиноз, перелом большого бугорка плечевой кости и т.д. Для определения целостности вращательной манжеты МРТ и ультрасонография в настоящее время используются чаще, чем артрография. На данный момент МРТ считается эталонным методом оценки общей структуры суставов и выявления внутрисуставных поражений [6]. Магнитно-резонансная артрография проводится при нестабильности плечевого сустава [7]. Целью данной работы был анализ качества результатов УЗИ и МРТ при оценке боли в плечевом суставе у одного и того же пациента, а также выявление ошибок и ограничений в интерпретации изображений, полученных с помощью данных методов.

Цель исследования — оценка боли в плече у пациента на основе результатов УЗИ как метода визуализации первой линии по сравнению с МРТ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

В исследовании принимали участие пациенты с болью в плечевом суставе, направленные в наше отделение для обследования в течение года. Участников отбирали методом преднамеренной выборки.

Критерии соответствия

В исследование включены пациенты с болью в плечевом суставе независимо от возраста и пола, а также лица с подозрением на травму вращательной манжеты или заболевания плечевого сустава. *Исключались из исследования* лица с металлическими имплантатами, кардиостимуляторами, инородными телами, предыдущими операциями на плечевом суставе или протезированием в анамнезе, а также те, кто ранее испытывал клаустрофобию.

Условия проведения

Исследование проводилось в отделении радиодиагностики медицинского колледжа и больницы Савита (г. Ченнаи, шт. Тамилнад, Индия).

Описание медицинского вмешательства

Протокол магнитно-резонансной томографии

Сначала пациентам объясняли суть процедуры МРТ, собирали подробный анамнез, после чего они давали письменное информированное согласие на участие в исследовании. После этого пациентов проверяли на наличие металлических предметов. Результаты УЗИ и МРТ сопоставляли между собой.

МРТ проводили с помощью магнитно-резонансного томографа Philips Multiva 1.5 Tesla с восьмиканальной

поверхностной катушкой Sense MSK. Исследование проводилось в положении лёжа с упором на травмированное плечо. Использовались следующие последовательности: изображения протонной плотности (SPAIR) с толщиной среза 3 мм в аксиальной, косой корональной и сагиттальной плоскостях, T1- и T2-взвешенные изображения с толщиной среза 3 мм в аксиальной, косой корональной и сагиттальной плоскостях, T2-взвешенные градиентные изображения с толщиной среза 3 мм в косой корональной и косой сагиттальной плоскостях. Результаты МРТ интерпретировали сертифицированные врачи-радиологи с опытом работы в области визуализации опорно-двигательного аппарата не менее пяти лет.

Ультразвуковое исследование плечевого сустава

УЗИ выполняли с помощью аппарата Philips Affinity 70 с высокочастотным линейным датчиком 5–12 МГц. Мышцы и сухожилия вращательной манжеты, задняя сторона плечевого сустава и АКС оценивались в различных положениях. Для сравнения исследовался контралатеральный сустав. УЗИ проводили опытные сонографы, специализирующиеся на визуализации опорно-двигательного аппарата, каждый из которых имеет не менее пяти лет практики в данной области. Для поддержания последовательности все ультразвуковые исследования проводились в течение одного дня после МРТ, что минимизировало возможные отклонения, связанные с временными факторами.

Этическая экспертиза

Исследование получило одобрение этического комитета медицинского колледжа Савита (№ SMC/IEC/2018/12/002(B) от 12.11.2018 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В группу исследования вошли 35 пациентов в возрасте старше 40 лет (40–81 года), из них 19 мужчин (54,29%) и 16 женщин (45,71%). В 24 случаях (68,57%) поражённой стороной было правое плечо, в 11 случаях (31,43%) — левое. У 33 пациентов доминировала правая рука, и только у двоих — левая. У 6 человек (17,14 %) в анамнезе была травма плеча.

Частота выявления патологии подлопаточной области при УЗИ составила 8,57%, при МРТ — 11,4%. Патологии надостной мышцы выявлялись при УЗИ с частотой 71,43%, при МРТ — 82,85% (рис. 1, 2). При выявлении патологий сухожилия подлопаточной мышцы УЗИ показало чувствительность 75%, специфичность 93,55%, положительную прогностическую ценность (ППЦ) 100%, отрицательную прогностическую ценность (ОПЦ) 96,877%, точность 97,14% при $p=0,005$ (статистически значимо). При выявлении патологий сухожилия надостной мышцы чувствительность УЗИ составила 82,76%, специфичность — 83,33%, ППЦ — 96,00%, ОПЦ — 50,00%, точность — 82,86% при $p=0,001$ (статистически значимо) (рис. 3).

При УЗИ частота выявления частичных разрывов сухожилия надостной мышцы составила 34,29%, при МРТ — 37,14% (рис. 2). Чувствительность УЗИ составила 78,57%, специфичность — 90,47%, ППЦ — 84,61%, ОПЦ — 86,36%, точность — 85,71% при $p < 0,001$ (статистически значимо).

Частота выявления полнослойных разрывов надостной мышцы при УЗИ составила 17,14%, при МРТ — 17,14% (рис. 2). Чувствительность УЗИ составила 100%,

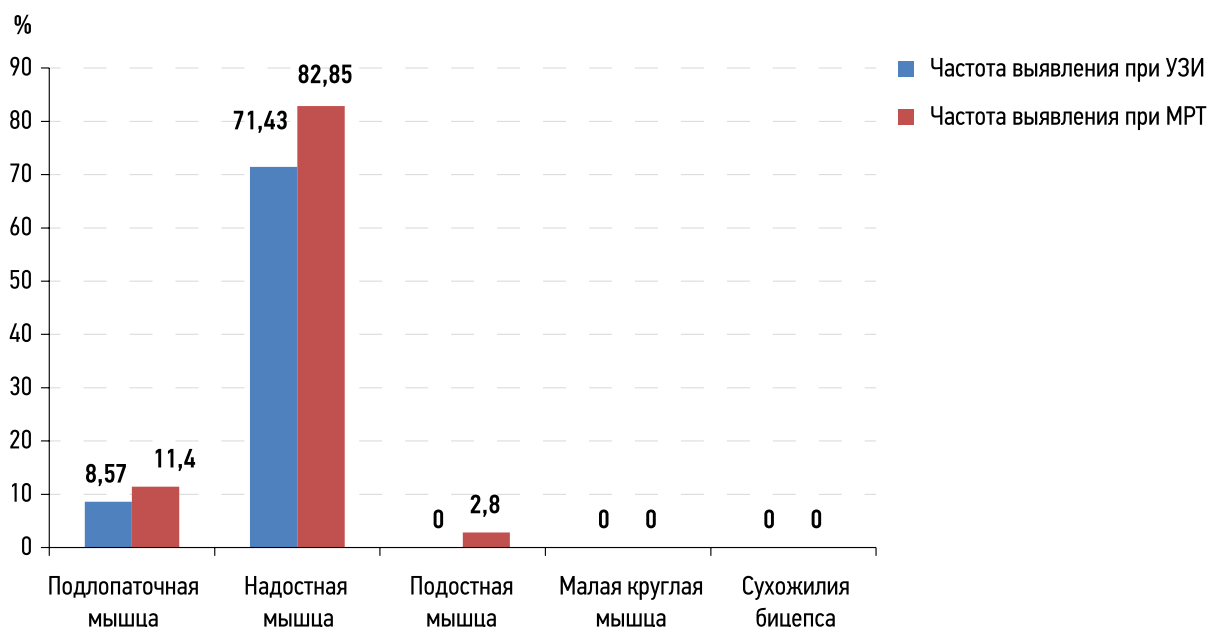


Рис. 1. Сопоставление результатов УЗИ с результатами МРТ — патология (разрывы): наблюдение.

Fig. 1. Correlation of USG findings with MRI findings — pathology (tear): an observation.

Примечание (здесь и в рис. 2, 3). УЗИ — ультразвуковое исследование, МРТ — магнитно-резонансная томография.

Note (here and in fig. 2, 3). УЗИ — ultrasonography, МРТ — magnetic resonance imaging.

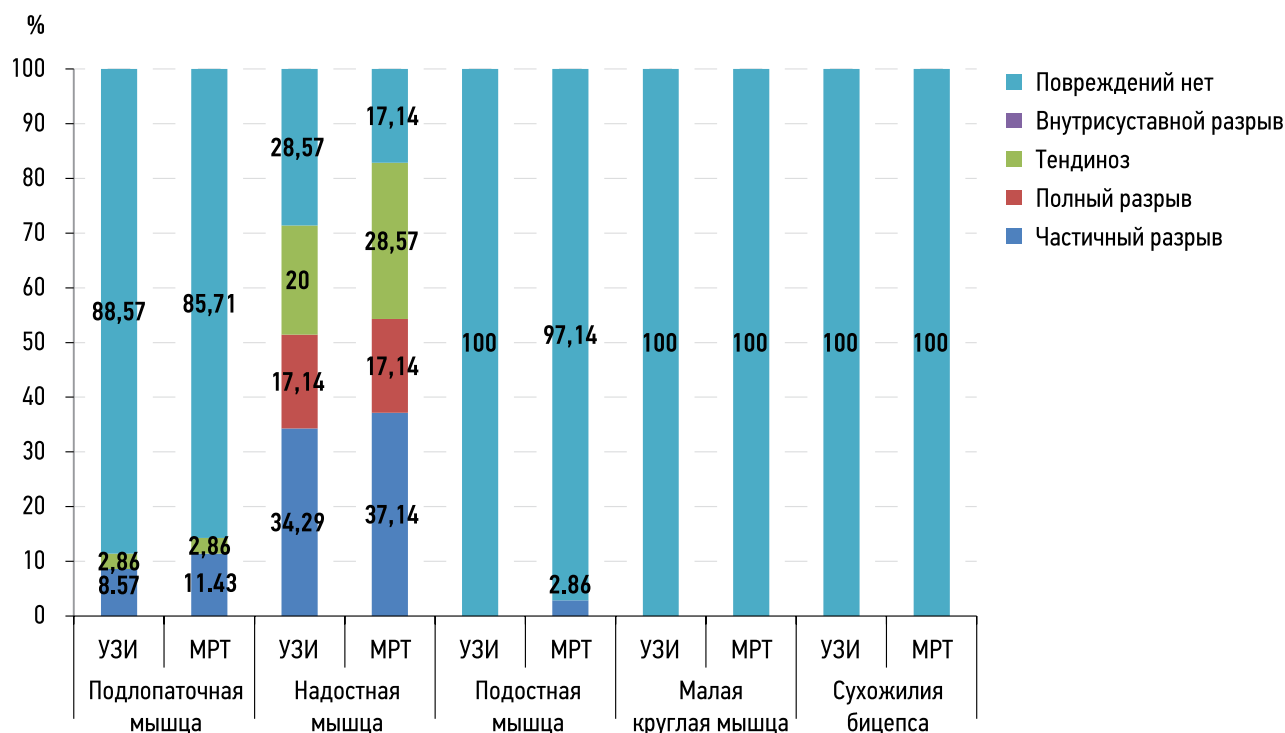


Рис. 2. Подробное сопоставление результатов УЗИ с результатами МРТ: патология (разрывы).

Fig. 2. Detailed correlation of USG findings with MRI findings: pathology (tears).

специфичность — 100%, ППЦ — 100%, ОПЦ — 100%, точность — 100%, $p \leq 0,001$ (статистически значимо).

Частота выявления выпота в сухожилии длинной головки двуглавой мышцы плеча при УЗИ составила 37,14%, при МРТ — 80% (табл. 1). Чувствительность УЗИ составила 42,86%, специфичность — 85,71%, ППЦ — 92,31%,

ОПЦ — 27,27%, точность — 51,43%, $p=0,16$ (статистически незначимо) (табл. 2).

Частота выявления субкоракoidalного и субкромияльно-субдельтовидного бурсита при УЗИ составила 17,14 и 37,14% соответственно, при МРТ — 57,14 и 77,14% соответственно (табл. 1). При субкоракoidalном

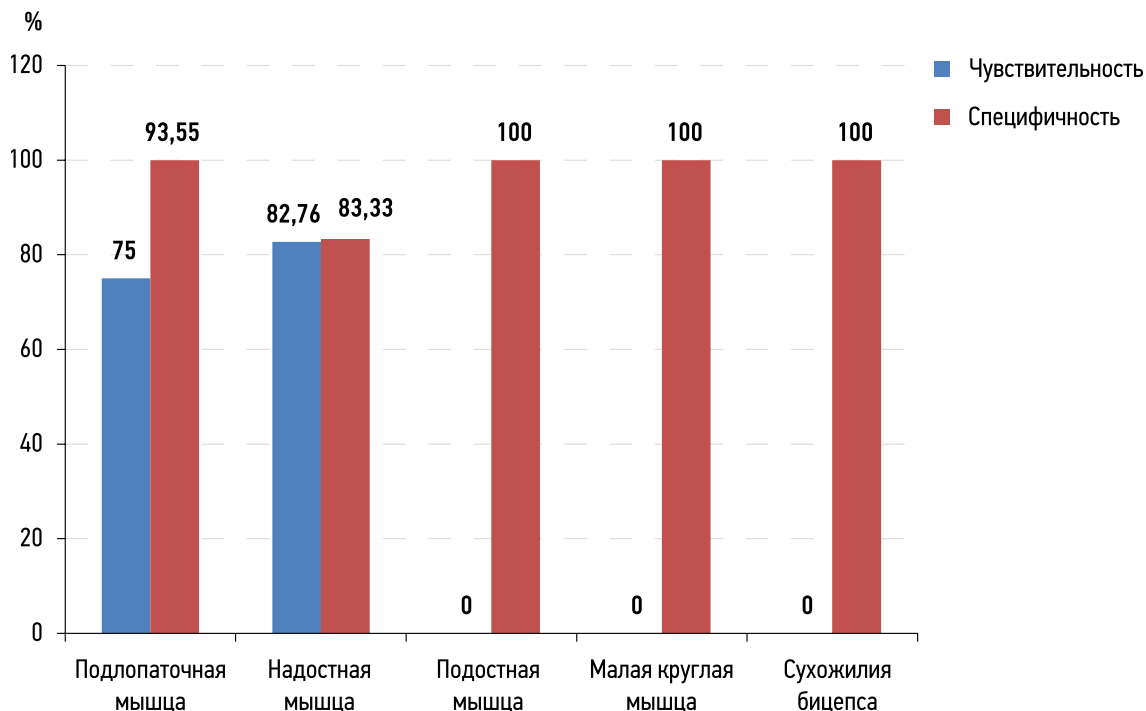


Рис. 3. Сопоставление результатов УЗИ с результатами МРТ — патология (разрывы): оценка.

Fig. 3. Correlation of USG findings with MRI findings — pathology (tears): an evaluation.

Таблица 1. Корреляция результатов УЗИ с результатами МРТ — патология (другие): наблюдение**Table 1.** Correlation of USG findings with MRI findings — pathology (others): an observation

Результаты	ИП	ЛП	ИО	ЛН	Частота выявления при УЗИ	Частота выявления при МРТ	Всего
Выпот в ложе сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча	12	1	6	16	37,14	80,00	35
Субкоракондальный бурсит	6	0	15	14	17,14	57,14	35
Субакромиально-субдельтовидный бурсит	12	1	7	15	37,14	77,14	35
Дегенерация АКС	4	0	17	14	11,4	51,4	35
Кальцификация	4	1	170	0	2,8	2,2	175
Импинджмент	2	0	66	2	2,6	5,3	70

Примечание. УЗИ — ультразвуковое исследование, МРТ — магнитно-резонансная томография, ИП — истинно положительный, ЛП — ложно положительный, ИО — истинно отрицательный, ЛН — ложноотрицательный, АКС — акромиально-ключичный сустав.

Note. УЗИ — ultrasonography, МРТ — magnetic resonance imaging, ИП — true positive, ЛП — false positive, ИО — true negative, ЛН — false negative, АКС — acromioclavicular joint.

Таблица 2. Корреляция результатов УЗИ с результатами МРТ — патология (другие): оценка**Table 2.** Correlation of USG findings with MRI findings — pathology (others): an evaluation

Результаты	Чувствительность	Специфичность	ППЦ	ОПЦ	Точность	<i>p</i>
Выпот в ложе сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча	42,86	85,71	92,31	27,27	51,43	0,16
Субкоракондальный бурсит	30,00	100,00	100,00	57,72	60,00	0,019
Субакромиально-субдельтовидный бурсит	44,44	87,50	92,31	31,82	54,29	0,10
Дегенерация АКС	22,22	100	100	54,84	60	0,038
Кальцификация	100,00	99,42	80,00	100,00	99,43	<0,0001
Импинджмент	50,00	100,00	100	97,06	97,14	<0,0001

Примечание. УЗИ — ультразвуковое исследование, МРТ — магнитно-резонансная томография, ППЦ — положительная предсказательная ценность, ОПЦ — отрицательная предсказательная ценность, АКС — акромиально-ключичный сустав.

Note. УЗИ — ultrasonography, МРТ — magnetic resonance imaging, ППЦ — positive predictive value, ОПЦ — negative predictive value, АКС — acromioclavicular joint.

бурсите чувствительность УЗИ составила 30,00%, специфичность — 100%, ППЦ — 100%, ОПЦ — 57,72%, точность — 60%, $p=0,019$ (статистически значимо). При субакромиально-субдельтовидном бурсите чувствительность УЗИ составила 44,4%, специфичность — 87,50%, ППЦ — 92,31%, ОПЦ — 31,82%, точность — 54,29%, $p=0,10$ (статистически незначимо) (табл. 2).

Частота выявления дегенеративных изменений АКС при УЗИ составила 11,4%, при МРТ — 51,4% (табл. 1). Чувствительность УЗИ составила 22,22%, специфичность — 100%, ППЦ — 100%, ОПЦ — 54,844%, точность — 60%, $p=0,038$ (статистически значимо) (табл. 2).

Частота выявления кальцификации сухожилий при УЗИ составила 2,8%, при МРТ — 2,2% (табл. 1). Чувствительность УЗИ составила 100%, специфичность — 99,42%, ППЦ — 80%, ОПЦ — 100%, точность — 99,43%, $p \leq 0,0001$ (статистически значимо) (табл. 2).

Частота выявления импинджмент-синдрома при УЗИ составила 2,6%, при МРТ — 5,3% (табл. 1). Чувствительность УЗИ составила 50%, специфичность — 100%,

ППЦ — 100%, ОПЦ — 97,06%, точность — 97,14%, $p \leq 0,0001$ (статистически значимо) (табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Пациентов с болью в плечевом суставе обследуют с помощью различных методов, включающих клинический осмотр, рентгенографию, УЗИ, компьютерную томографию, МРТ, артрографию, артроскопию. Наибольшая точность диагностики достигается при МР-артрографии. Однако традиционную МРТ, также обладающую достаточной чувствительностью и специфичностью, не стоит рассматривать в качестве отправной точки исследования. Наиболее эффективным и безвредным методом, не требующим больших затрат, всё же является УЗИ.

В нашем исследовании боль в плече чаще всего была вызвана повреждениями вращательной манжеты. Среди заболеваний наиболее часто встречались тендиноз, полные и частичные разрывы. Чаще всего было поражено сухожилие надостной мышцы. Данная патология была

обнаружена у 25 пациентов при УЗИ и у 29 пациентов при МРТ. Аналогичная работа была проведена в исследовании М.В. Zlatkin и соавт. [8]. Другие патологии, вызывающие боль в плечевом суставе, в нашей группе включали выпот в ложе сухожилия длинной головки двуглавой мышцы, субкорракоидальный бурсит, субакромиально-субдельтовидный бурсит, дегенерацию АКС, кальцификаты сухожилий, субакромиальный и субкорракоидальный импинджмент.

Для оценки заболеваний плечевого сустава часто используются УЗИ и МРТ, которые эффективно заменяют традиционную артрографию. В 1979 году S.E. Seltzer, H.J. Finberg и B.H. Weissman [9] опубликовали данные об использовании УЗИ для оценки состояния вращательной манжеты, а в 1986 году J.B. Kneeland, G.F. Carrera и W.D. Middleton [10] опубликовали аналогичные данные о применении МРТ. Эти два метода диагностики со временем стали более совершенными благодаря технологическому прогрессу, а также открытиям в области анатомических и патологических свойств вращательной манжеты.

В 2001 году С. Martin-Hervas и соавт. сообщили о применении МРТ и УЗИ для обследования каждого пациента, обратившегося с жалобами на боль в плече. Согласно полученным результатам, диагностика полнослойного разрыва при использовании обоих методов визуализации была максимально точной (УЗИ — 100%, МРТ — 97,1%), однако недостаточно чувствительной (УЗИ — 67,9%, МРТ — 75,5%). По мнению авторов, благодаря высокой специфичности УЗИ является эффективным методом визуализации для первичной оценки боли в плечевом суставе. Однако в силу его низкой чувствительности в качестве дополнительного метода необходимо проведение МРТ [11].

В исследовании L. Bryant и соавт. (2002 г.) для определения величины разрыва вращательной манжеты использовали данные клинической оценки, УЗИ, МРТ и артроскопии. Результаты обследования 33 пациентов с подозрением на разрыв манжеты сравнивали с данными открытой операции. Наилучшую корреляцию между предполагаемой и фактической величиной разрыва вращательной манжеты показала артроскопия (коэффициент корреляции Пирсона (r) — 0,92; $p < 0,001$) по сравнению с МРТ ($r=0,74$; $p < 0,001$) и УЗИ ($r=0,73$; $p < 0,001$) [12].

S. Ostlere (2003 г.) утверждает, что для пациентов с болью в плечевом суставе в качестве первоочередного скринингового инструмента будут полезны обычные рентгенограммы. Лучшие методы для выявления патологии вращательной манжеты — УЗИ и МРТ. УЗИ идеально подходит для обеспечения гибкого доступа к обследованию в универсальных клиниках. МР- или КТ-артрография необходима для исследования нестабильности плечевого сустава [13].

С. Martinoli и соавт. (2003 г.) придерживаются мнения, что УЗИ — неинвазивный, оперативный и недорогой метод диагностики, обладающий высокой разрешающей способностью и возможностью проводить как динамическое,

так и статическое исследование тканей в различных положениях. Это даёт основания для более широкого использования УЗИ при оценке патологий, не связанных с вращательной манжетой [14].

W.D. Middleton и соавт. (2004 г.) изучили 108 случаев боли в плечевом суставе с подозрением на повреждение вращательной манжеты. После проведения УЗИ и МРТ пациенты заполняли опросники удовлетворённости. 54 пациента остались довольны результатами УЗИ, 13 — результатами МРТ, 50 — результатами проведения обеих процедур ($p < 0,001$). 10 пациентов отказались делать МРТ ($p=0,002$), в то время как на повторное УЗИ были согласны все пациенты. 8 пациентов предпочли МРТ, 93 — УЗИ, у 17 пациентов особых предпочтений не было. Исследование показало, что большинство пациентов с болью в плечевом суставе предпочитают УЗИ, а не МРТ [15].

M. Vlychou и соавт. (2009 г.) обследовали 56 пациентов с симптоматическим импинджмент-синдромом. Всем им перед операцией были проведены УЗИ и МРТ. В результате выявлены 44 случая частичного повреждения сухожилия надостной мышцы. При УЗИ чувствительность составила 95,6%, специфичность — 70%, точность — 91%, положительная эффективность прогнозирования — 93,6%. При МРТ соответствующие показатели составили 91,7, 63,6, 91 и 97,7% соответственно. Авторы пришли к выводу, что УЗИ при диагностике повреждений сухожилия надостной мышцы почти так же эффективно, как и МРТ при выявлении частичных повреждений вращательной манжеты. МРТ может проводиться дополнительно в сложных или спорных случаях при необходимости хирургического вмешательства [16].

М.В. Zlatkin и соавт. провели МРТ-исследование плечевых суставов с болевым синдромом. Согласно полученным данным, разрывы вращательной манжеты у 51% пациентов были связаны с акромиальным отростком третьего типа (крючковидным), акромиальной костью или переднезадними остеофитами. Чувствительность, специфичность и точность выявления разрывов вращательной манжеты (частичных или полных) при применении традиционной МРТ составили 91, 88 и 89% соответственно [8].

Основное внимание в исследовании уделялось оценке диагностической точности МРТ и УЗИ в выявлении различных патологий плечевого сустава, связанных с болевым синдромом. Сравнительный анализ показал превосходство МРТ в плане точности, чувствительности и специфичности, особенно при выявлении полнослойных разрывов, бурситов и дегенеративных изменений АКС. УЗИ, напротив, показало эффективность в диагностике частичных разрывов с чувствительностью и специфичностью, сопоставимыми с МРТ. В ходе обсуждения подчёркивается взаимодополняющая роль обеих методик: МРТ обеспечивает детальное изображение анатомических структур, тогда как УЗИ — оценку состояния в режиме реального времени при минимальной подготовке пациента к исследованию. К ограничениям исследования стоит отнести

зависимость УЗИ от квалификации оператора и необходимость проведения дальнейших исследований для подтверждения результатов в различных выборках. В конечном счёте данное исследование подчёркивает важность использования преимуществ МРТ и УЗИ для оптимизации диагностической точности и выработки индивидуальной стратегии лечения пациентов с болью в плече.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Что касается оценки состояния суставной губы и капсулы, то УЗИ показало более низкую чувствительность, чем МРТ. УЗИ имеет высокую чувствительность (78,57%) и специфичность (90,47%) при выявлении частичных разрывов, при выявлении полных разрывов чувствительность и специфичность составляют 100,0%. МРТ является наиболее точным и чувствительным методом диагностики боли в плечевом суставе, который может дополнительно использоваться после проведения УЗИ в сложных случаях с неясным диагнозом. При оценке повреждений вращательной манжеты УЗИ может быть не менее эффективным, чем МРТ. УЗИ — быстрый и доступный метод первичной диагностики, позволяющий адекватно обследовать плечевой сустав. Однако точность этого метода зависит от квалификации оператора. МРТ также применяется, поскольку имеет меньшую вероятность артефактов и даёт больше информации о состоянии сухожилий.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все 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). Наибольший вклад распределён следующим образом: С. Варма — дизайн исследования, сбор и анализ данных и написание рукописи; П.К. Шарма — написание рукописи, поиск и редактирование клинических изображений, критический обзор и результаты исследований; А. Файзал — поиск и редактирование клинических изображений, результаты исследований, критический обзор и доработка статьи; А. Лукас — результаты исследования, критический обзор и доработка статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All 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. S. Varma — study design, collection of data, data analysis, and writing of the manuscript; P.K. Sharma — writing of the manuscript, sourcing and editing of clinical images, critical review, and investigation results; A. Faizal — sourcing and editing clinical images, investigation results, critical review and revision; A. Lucas — investigation results, critical review and revision.

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

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Naredo E., Aguado P., De Miguel E., et al. Painful shoulder: comparison of physical examination and ultrasonographic findings // *Ann Rheum Dis*. 2002. Vol. 61, № 2. P. 132–6. doi: 10.1136/ard.61.2.132
- Nørregaard J., Krogsgaard M.R., Lorenzen T., Jensen E.M. Diagnosing patients with longstanding shoulder joint pain // *Ann Rheum Dis*. 2002. Vol. 61, № 7. P. 646–9. doi: 10.1136/ard.61.7.646
- Naqvi G.A., Jadaan M., Harrington P. Accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for detection of full thickness rotator cuff tears // *Int J Shoulder Surg*. 2009. Vol. 3, № 4. P. 94–7. doi: 10.4103/0973-6042.63218
- Rutten M.J., Spaargaren G.J., van Loon T., et al. Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound // *Eur Radiol*. 2010. Vol. 20, № 2. P. 450–7. doi: 10.1007/s00330-009-1561-9
- Teefey S.A., Hasan S.A., Middleton W.D., et al. Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases // *Bone Joint Surg Am*. 2000. Vol. 82, № 4. P. 498–504.
- Moosikasuwan J.B., Miller T.T., Burke B.J. Rotator Cuff Tears: Clinical, Radiographic, and US Findings // *Radiographics*. 2005. Vol. 25, № 6. P. 1591–607. doi: 10.1148/rq.256045203
- Massengill A.D., Seege L.L., Yao L., et al. Labrocapsular ligamentous complex of the shoulder: Normal Anatomy, Anatomic Variation and Pitfalls of MR Imaging and MR Arthrography // *Radiographics*. 1994. Vol. 14, № 6. P. 1211–23. doi: 10.1148/radiographics.14.6.7855336
- Zlatkin M.B., Iannotti J.P., Roberts M.C. Rotator cuff tears: diagnostic performance of MR imaging // *Radiology*. 1989. Vol. 172, № 1. P. 223–9. doi: 10.1148/radiology.172.1.2740508
- Seltzer S.E., Finberg H.J., Weissman B.N., Kido D.K., Collier B.D. Arthrosonography: gray-scale ultrasound evaluation of the shoulder // *Radiology*. 1979. Vol. 132, № 2. P. 467–8. doi: 10.1148/132.2.467
- Kneeland J.B., Middleton W.D., Carrera G.F., et al. MR imaging of the shoulder: diagnosis of rotator cuff tears // *AJR Am J Roentgenol*. 1987. Vol. 149, № 2. P. 333–337. doi: 10.2214/ajr.149.2.333
- Martin-Hervas C., Romero J., Navas-Acien A., Reboiras J.J., Munuera L. Ultrasonographic and magnetic resonance imaging of rotator cuff lesions compared with arthroscopy or open surgery findings // *J Shoulder Elbow Surg*. 2001. Vol. 10, № 5. P. 410–5. doi: 10.1067/mse.2001.116515

12. Bryant L., Shiner R., Bryant C., Murrell G.A. A Comparison of clinical estimation; ultrasonography, magnetic resonance imaging and arthroscopy in determining the size of rotator cuff tears // *J Shoulder Elbow*. 2002. Vol. 11, № 3. P. 219–24. doi: 10.1067/mse.2002.121923
13. Ostlere S. Imaging the shoulder // *Imaging*. 2003. Vol. 15. P. 162–73.
14. Martinoli C., Bianchi S., Prato N., et al. US of the Shoulder: Non-Rotator cuff Disorders // *Radiographics*. 2003. Vol. 23, № 2. P. 381–401. doi: 10.1148/rg.232025100

REFERENCES

1. Naredo E, Aguado P, De Miguel E, et al. Painful shoulder: comparison of physical examination and ultrasonographic findings. *Ann Rheum Dis*. 2002;61(2):132–6. doi: 10.1136/ard.61.2.132
2. Nørregaard J, Krogsgaard MR, Lorenzen T, Jensen EM. Diagnosing patients with longstanding shoulder joint pain. *Ann Rheum Dis*. 2002;61(7):646–9. doi: 10.1136/ard.61.7.646
3. Naqvi GA, Jadaan M, Harrington P. Accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for detection of full thickness rotator cuff tears. *Int J Shoulder Surg*. 2009;3(4):94–7. doi: 10.4103/0973-6042.63218
4. Rutten MJ, Spaargaren GJ, van Loon T, et al. Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound. *Eur Radiol*. 2010;20(2):450–7. doi: 10.1007/s00330-009-1561-9
5. Teefey SA, Hasan SA, Middleton WD, et al. Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases. *Bone Joint Surg Am*. 2000;82(4):498–504.
6. Moosikasuwan JB, Miller TT, Burke BJ. Rotator Cuff Tears: Clinical, Radiographic, and US Findings. *Radiographics*. 2005;25(6):1591–607. doi: 10.1148/rg.256045203
7. Massengill AD, Seege LL, Yao L, et al. Labrocapsular ligamentous complex of the shoulder: Normal Anatomy, Anatomic Variation and Pitfalls of MR Imaging and MR Arthrography. *Radiographics*. 1994;14(6):1211–23. doi: 10.1148/radiographics.14.6.7855336
8. Zlatkin MB, Iannotti JP, Roberts MC. Rotator cuff tears: diagnostic performance of MR imaging. *Radiology*. 1989;172(1):223–9. doi: 10.1148/radiology.172.1.2740508

15. Middleton W.D., Payne W.T., Teefey S.A., et al. Sonography and MRI of the Shoulder: Comparison of Patient Satisfaction // *Am J Roentgenol*. 2004. Vol. 183, № 5. P. 1449–52. doi: 10.2214/ajr.183.5.1831449
16. Vlychou M., Dailiana Z., Fotiadou A., et al. Symptomatic Partial Rotator Cuff Tears: Diagnostic Performance of Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging with Surgical Correlation // *Acta Radiol*. 2009. Vol. 50, № 1. P. 101–5. doi: 10.1080/02841850802600764

9. Seltzer SE, Finberg HJ, Weissman BN, Kido DK, Collier BD. Arthrosonography: gray-scale ultrasound evaluation of the shoulder. *Radiology*. 1979;132(2):467–8. doi: 10.1148/132.2.467
10. Kneeland JB, Middleton WD, Carrera GF, et al. MR imaging of the shoulder: diagnosis of rotator cuff tears. *AJR Am J Roentgenol*. 1987;149(2):333–337. doi: 10.2214/ajr.149.2.333
11. Martin-Hervas C, Romero J, Navas-Acien A, Reboiras JJ, Munuera L. Ultrasonographic and magnetic resonance imaging of rotator cuff lesions compared with arthroscopy or open surgery findings. *J Shoulder Elbow Surg*. 2001;10(5):410–5. doi: 10.1067/mse.2001.116515
12. Bryant L, Shiner R, Bryant C, Murrell GA. A Comparison of clinical estimation; ultrasonography, magnetic resonance imaging and arthroscopy in determining the size of rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow*. 2002;11(3):219–24. doi: 10.1067/mse.2002.121923
13. Ostlere S. Imaging the shoulder. *Imaging*. 2003;15:162–73.
14. Martinoli C, Bianchi S, Prato N, et al. US of the Shoulder: Non-Rotator cuff Disorders. *Radiographics*. 2003;23(2):381–401. doi: 10.1148/rg.232025100
15. Middleton WD, Payne WT, Teefey SA, et al. Sonography and MRI of the Shoulder: Comparison of Patient Satisfaction. *Am J Roentgenol*. 2004;183(5):1449–52. doi: 10.2214/ajr.183.5.1831449
16. Vlychou M, Dailiana Z, Fotiadou A, et al. Symptomatic Partial Rotator Cuff Tears: Diagnostic Performance of Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging with Surgical Correlation. *Acta Radiol*. 2009;50(1):101–5. doi: 10.1080/02841850802600764

ОБ АВТОРАХ

Спарш Варма;

ORCID: 0000-0002-7211-0378;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

Правин К. Шарма;

ORCID: 0000-0002-4096-140X;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

* Афваан Файзал;

адрес: Савита Нагар, Тандалам, Ченнаи, Бангалор, NH 48, Ченнаи, Тамил Наду 602105, Индия;
ORCID: 0009-0000-9664-6698;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

Аджай Лукас;

ORCID: 0009-0000-8522-3702;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

AUTHORS' INFO

Sparsh Varma, MD;

ORCID: 0000-0002-7211-0378;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

Praveen K Sharma, MD;

ORCID: 0000-0002-4096-140X;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

* Afwaan Faizal;

Address: Saveetha Nagar, Thandalam, Chennai Bengaluru, NH 48, Chennai, Tamil Nadu 602105, India;
ORCID: 0009-0000-9664-6698;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

Ajay Lucas;

ORCID: 0009-0000-8522-3702;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author