



Научная статья
УДК 616.727.2-073.756.8
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111>

Межэкспертная согласованность результатов МРТ диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава

А.Н. Логвинов¹, О.В. Макарьева¹, Д.О. Ильин^{1,2}, П.М. Каданцев², А.Р. Зарипов²,
А.В. Фролов^{1,2}, Н.Е. Магнитская¹, М.С. Рязанцев¹, М.Е. Бурцев¹, А.В. Королёв^{1,2}

¹ Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия

² ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Реферат

Актуальность. МРТ плечевого сустава является одним из основных методов диагностики повреждений вращательной манжеты и определения дальнейшей тактики лечения. Согласованность результатов интерпретации МРТ между специалистами при различных вариантах разрывов плечевого сустава является неотъемлемой частью оценки эффективности диагностического теста. **Цель** — оценка согласованности интерпретации данных МРТ при патологии вращательной манжеты плечевого сустава между врачами-травматологами, а также между травматологами и рентгенологом. **Материал и методы.** Исследование представляет собой ретроспективный анализ результатов лучевых методов исследования и протоколов операций 57 пациентов с различными патологиями плечевого сустава, которым выполнялись МРТ плечевого сустава и артроскопическая ревизия плечевого сустава в период с 2017 по 2019 г. Среди обследованных было 38 (67%) мужчин и 19 (33%) женщин. Средний возраст пациентов составил 52,7±13,6 лет. В рамках работы была проведена оценка чувствительности и специфичности, а также межэкспертной надежности МРТ плечевого сустава. **Результаты.** У 52 пациентов была выявлена патология вращательной манжеты: в 98% случаев — повреждение сухожилия надостной мышцы, в 26% — сухожилия надостной и подостной мышц, в 2% — изолированное повреждение сухожилия подлопаточной мышцы и в 39% — повреждение сухожилий надостной и подлопаточной мышц. При анализе результатов максимальная согласованность интерпретации результатов МРТ была достигнута при определении полнослойного разрыва сухожилия надостной мышцы, а также кальциатов сухожилия надостной мышцы. Однако были выявлены существенные разногласия между ортопедами с различным стажем работы в определении наличия и вида патологии сухожилий подостной и подлопаточной мышц, неполнослойных разрывов и тендиноза сухожилия надостной мышцы. **Заключение.** Высокая согласованность трактовки результатов МРТ в определении патологии вращательной манжеты плечевого сустава между травматологами, а также между травматологами и рентгенологами наблюдается только при оценке патологии сухожилия надостной мышцы, при кальцинирующем тендините и полнослойном повреждении. Диагностика тендинозов и неполнослойных разрывов остается затруднительной, и результаты интерпретации сильно разнятся. Стоит отметить также гетерогенность результатов диагностики патологии сухожилий подостной и подлопаточной мышц.

Ключевые слова: вращательная манжета, плечевой сустав, МРТ, межэкспертная надежность.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Логвинов А.Н., Макарьева О.В., Ильин Д.О., Каданцев П.М., Зарипов А.Р., Фролов А.В., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Бурцев М.Е., Королёв А.В. Межэкспертная согласованность результатов МРТ диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):102-111. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111.

Cite as: Logvinov A.N., Makarieva O.V., Il'in D.O., Kadantsev P.M., Zaripov A.R., Frolov A.V., Magnitskaya N.E., Ryazantsev M.S., Burtsev M.E., Korolev A.V. [Magnetic Resonance Imaging Identification of Rotator Cuff Pathology: Inter-rater Reliability]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4): 102-111. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111.

✉ Логвинов Алексей Николаевич / Aleksey N. Logvinov; e-mail: alogvinov@emcmos.ru

Рукопись поступила/Received: 28.09.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 20.11.2020.

© Логвинов А.Н., Макарьева О.В., Ильин Д.О., Каданцев П.М., Зарипов А.Р., Фролов А.В., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Бурцев М.Е., Королёв А.В., 2020



Magnetic Resonance Imaging Identification of Rotator Cuff Pathology: Inter-rater Reliability

Aleksey N. Logvinov¹, Oksana V. Makarieva¹, Dmitrii O. Il'in^{1,2}, Pavel M. Kadantsev², Aziz R. Zaripov², Aleksandr V. Frolov^{1,2}, Nina E. Magnitskaya¹, Mikhail S. Ryazantsev¹, Mikhail E. Burtsev¹, Andrey V. Korolev^{1,2}

¹ European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia

² RUDN University, Moscow, Russia

Abstract

Background. The shoulder MRI is one of the main methods for the rotator cuff injuries diagnostics and determination of the further treatment tactics. The agreement in the MRI data interpretation among specialists regarding different types of shoulder ruptures is an integral part of diagnostic test validity evaluation. **The purpose of this study was** to assess the agreement in the MRI data interpretation in the patients with shoulder rotator cuff pathology among trauma surgeons, as well as between trauma surgeons and a radiologist. **Materials and Methods.** The study was a retrospective analysis of the MRI data and surgical reports regarding 57 patients with various shoulder pathologies undergone the shoulder MRI and arthroscopic shoulder revisions in the period from 2017 to 2019. There were 38 (67%) men and 19 (33%) women among the patients. The average age of the patients was 52.7±13.6 years. The sensitivity and specificity, as well as the shoulder MRI inter-rater reliability were assessed in the course of the study. **Results.** The rotator cuff pathology was revealed in 52 patients: supraspinatus tendon injury in 98% of cases, supraspinatus and infraspinatus tendon — in 26%, isolated subscapularis tendon injury — in 2%, supraspinatus and subscapularis tendon — in 39%. The maximal concordance in the MRI data interpretation was achieved in the patients with full-thickness supraspinatus tendon rupture, as well as with the supraspinatus tendon calcifications. However, significant disagreement was found between orthopedists with different work experience in determination of the presence and type of infraspinatus and subscapularis tendons pathology and supraspinatus tendon incomplete ruptures and tendinitis. **Conclusion.** The high agreement in the MRI data interpretation in determining the pathology of the shoulder rotator cuff among trauma surgeons, as well as between trauma surgeons and radiologists, was observed only regarding the supraspinatus tendon, calcifying tendonitis and full-thickness injury. The diagnosis of tendinitis and incomplete tendon rupture remains difficult. Their interpretation results vary greatly. It is also worth noting the heterogeneity of the results of diagnostics of the infraspinatus and subscapularis tendon pathology.

Keywords: rotator cuff, shoulder, MRI, inter-rater reliability.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Повреждение вращательной манжеты, по литературным данным, составляет от 60% до 86% случаев в популяции и является наиболее часто встречаемой патологией плечевого сустава [1, 2]. Разрывы вращательной манжеты варьируются от неполнослойных разрывов до полнослойных с повреждением одного и более сухожилий, с разной степенью ретракции. Принятым методом диагностики повреждений вращательной манжеты плечевого сустава является магнитно-резонансная томография (МРТ) [3, 4, 5, 6]. По данным Е.Н. Гончарова с соавторами, чувствительность МРТ в диагностике полнослойных разрывов сухожилия надостной мышцы 95%, специфичность 81%, для неполнослойных разрывов — 45% и 89% соответственно [7]. Согласно метаанализу Т.О. Smith с соавторами, включающего 44 МР-исследования, чувствительность и специ-

фичность МРТ плечевого сустава на 1,5 Тл аппарате при полнослойных повреждениях вращательной манжеты составляет 90% и 90% соответственно [8]. В мета-анализе отмечено, что диагностическая точность МРТ высока для выявления полнослойных разрывов вращательной манжеты, но ограничена для выявления неполнослойных разрывов. Также стоит отметить, что МР-исследование не обладает 100% чувствительностью и точностью при определении точной локализации неполнослойного разрыва вращательной манжеты [9].

Несмотря на то, что визуализация важна для принятия решения о тактике лечения, существует недостаток данных о согласованности интерпретации между клиницистами [10]. По данным различных авторов, согласованность интерпретации МРТ при патологии вращательной манжеты варьируется от 0,37 до 0,8 (κ) [5, 11, 12].

Надежность МРТ при диагностике полнослойных повреждений вращательной манжеты выше (0,67–0,88), чем при диагностике неполнослойных повреждений (0,13–0,44) [5, 11, 12]. Согласно исследованию E.E. Spencer Jr. с соавторами, значения каппы Коэна для дифференциации между полнослойными и неполнослойными разрывами высоких (0,77), однако для определения количества поврежденных сухожилий, типа неполнослойного разрыва и степени ретракции значительно ниже — 0,55; 0,44 и 0,44 соответственно [5]. В работе N.V. Jain с соавторами были получены высокие значения каппы Коэна при определении наличия или отсутствия разрыва вращательной манжеты [10].

В большинстве исследований оценивается согласованность результатов между врачами-рентгенологами [5, 11, 12]. При этом в литературе представлено ограниченное количество работ по оценке согласованности интерпретации данных МРТ между врачами-травматологами и рентгенологами [10].

Цель работы — оценить согласованность интерпретации данных МРТ при патологии вращательной манжеты плечевого сустава между специалистами: двумя травматологами, специализирующимися на хирургии плечевого сустава, и врачом — рентгенологом, специализирующимся на МРТ диагностике.

Материал и методы

Исследование представляет собой ретроспективный анализ данных историй болезни, лучевых методов исследования и протоколов операций. В исследование включены 57 пациентов с различными патологиями плечевого сустава проходивших лечение в Европейской клинике спортивной травматологии и ортопедии (ЕКСТО, Москва) в период с 2017 по 2019 г.

Критериями включения явились:

- выполненные у нас в клинике и доступные к анализу предоперационные МРТ плечевого сустава;
- наличие интраоперационных фотографий и протокола артроскопической ревизии плечевого сустава;

Критериями исключения явились:

- наличие костных повреждений проксимального отдела плечевой кости (переломы большого бугорка, хирургической и анатомической шейки плечевой кости) и акромиального, клювовидного отростков и тела лопатки;
- отсутствие интраоперационных фотографий или неполнота данных в протоколе операции.

Среди обследованных было 38 мужчин (67%) и 19 женщин (33%). Средний возраст пациентов составил $52,7 \pm 13,6$ года.

Протокол обследования

Пациенты, включенные в исследование, прошли клинико-диагностическое обследование: проведен ортопедический осмотр с выполнением мануальных диагностических тестов, выполнена МРТ плечевого сустава. У всех пациентов диагноз был верифицирован при выполнении артроскопической ревизии плечевого сустава, которая является «золотым стандартом» диагностики патологии плечевого сустава. МРТ плечевого сустава выполнялась на высокопольном томографе с напряженностью магнитного поля 1.5 Тесла (MAGNETOM Aera, Siemens, Германия, толщина срезов 3 мм).

Протокол МРТ исследования состоял из получения изображений в трех последовательностях: косая коронарная, косая сагитальная и аксиальная, с применением импульсных последовательностей в T2 взвешенном изображении (ВИ) в режиме градиентного эха — FFE_T2W, изображений, взвешенных по протонной плотности — TSE PDW, также с использованием эффекта подавления сигнала от жировой ткани — TSE PD SPAIR.

На первом этапе исследования была сформирована база данных, включающая данные МРТ и артроскопической ревизии 57 пациентов. Результаты исследований были внесены в единую стандартизованную базу данных (рис. 1).

МР-томограммы были пронумерованы случайным образом. Оценка результатов выполнялась травматологами, специализирующимися на хирургии плечевого сустава, с различным стажем работы (травматолог 1 — 15 лет и травматолог 2 — 5 лет) и врачом лучевой диагностики, специализирующимся на МРТ диагностике. Травматологи, принимавшие участие в оценке результатов МРТ исследования, не проходили специализированные курсы по МР-диагностике и чтению МР-томограмм. Во время оценки МРТ персональные данные пациентов и их порядковые номера были скрыты от исследователей. Данные МРТ исследования оценивались по стандартизованному протоколу с занесением результатов в специализированную форму (рис. 2).

Протокол включал в себя оценку патологии вращательной манжеты с указанием точной локализации патологического очага или разрыва, типа и размера разрыва или его отсутствия.

На втором этапе исследования проводился анализ межэкспертной согласованности результатов интерпретации МРТ вращательной манжеты плечевого сустава между специалистами, принимавшими участие в исследовании. В качестве «золотого стандарта» были использованы результаты артроскопической ревизии плечевого сустава, согласно протоколам операции.

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56							
SST	Патология есть (1), нет (0)					Иер. случай	Вид патологии (1 - кальцинат; 2 - тендиноз; 3 - BST; 4 - PITA; 5 - PASTA; 6 - полнослойный: a - Patte 1, b - Patte 2, c - Patte3)					IST	Патология есть (1), нет (0)					Иер. случай	Вид патологии (1 - кальцинат; 2 - тендиноз; 3 - BST; 4 - PITA; 5 - PASTA; 6 - полнослойный: a - Patte 1, b - Patte 2, c - Patte3; 7 - разрыв верхних волокон)					SSC	Патология есть (1), нет (0)					Иер. случай	Вид патологии (1 - кальцинат; 2 - тендиноз; 3 - PITA; 4 - PASTA; 5 - разрыв верхних волокон; 6 - полнослойный: a - Patte 1, b - Patte 2, c - Patte3)											
	исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК							
	1	1	1	1	1		9	6с	6с	6	6		6	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	1		1	0	1	0	9	5	5	0	5	0		
	1	1	1	1	1		10	6а	6а	6а	6		6	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	1		1	1	1	1	10	5	5	0	0	0		
	1	1	0	1	1		11	6а	6а	0	6		6b	1	0	0	0		0	0	0	0	6а		0	0	0	0	0		0	0	1	1	1	0	0	5	0	0	0	
	0	0	0	0	0		12	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	1	1	1	1		13	14	1	6	1		1	0	1	0	0		0	0	0	0	0		5	1	1	0	0		0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
	1	1	1	1	1		14	6а	16а	6а	2		6а	1	1	1	0		1	2	1	0	0		26а	0	0	0	0		0	1	1	0	1	14	0	5	0	0	5	
	1	1	1	1	1		15	3	4	6	3		3	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	5	6	0	0	0	0	
	0	0	1	0	0		16	0	0	6	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	1		0	0	0	0	16	2	0	0	0	0	0	
	1	1	1	1	1		20	6b	6а	6b	6b		6b	0	0	0	1		0	0	0	0	6b		0	0	0	0	1		0	1	1	1	20	5	0	6	6b	6b		
	1	1	1	1	1		21	5	5	6	3		5	1	0	1	0		0	5	1	6	0		0	0	0	1	1		5	1	1	1	21	45	1	6	5	5		

Рис. 1. Фрагмент базы данных
Fig. 1. A fragment of the database

ОТДЕЛ	ОТВЕТ	ВИД ПАТОЛОГИИ
	<ul style="list-style-type: none"> 0 - норма 1 - патология 	
АКС		<ul style="list-style-type: none"> Нестабильность (разрыв связок) Артроз 1 степени Артроз 2 степени Артроз 3 степени Артроз 4 степени
Сухожилье надостной		<ul style="list-style-type: none"> Кальцинат Тендиноз BST PITA PASTA Полнослойный разрыв <ul style="list-style-type: none"> Patte 1 Patte 2 Patte 3 Указать размеры разрыва: <ul style="list-style-type: none"> Передне-задний: _____ Медиально-латерально: _____
Сухожилье		<ul style="list-style-type: none"> Кальцинат

Передняя губа	<ul style="list-style-type: none"> Паралабральные кисты Банкарт Пертис ALPSA GLAD Буффорд Сублабральное отверстие
Задняя губа	<ul style="list-style-type: none"> Банкарт Пертис ALPSA GLAD
Нижняя капсула	<ul style="list-style-type: none"> НАСЛ гНАСЛ Утолщение
Субакромальная bursa	<ul style="list-style-type: none"> Бурсит Кальцинат
Свободные тела	<ul style="list-style-type: none"> Количество: _____

Рис. 2. Фрагмент стандартизированной формы для интерпретации МРТ плечевого сустава
Fig. 2. A fragment of the standardized form for the interpretation of the shoulder MRI

Этика публикации

Все пациенты, включенные в исследование, подписали информированное добровольное согласие на использование их исследований для научной работы.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась при помощи статистической программы SPSS Statistics 21 (IBM corp., США). Анализ соответствия вида распределения данных в выборке закону нормального распределения проводили с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Критический уровень статистической значимости принимали 5% ($p = 0,05$). Количественные данные представили в виде $M(s)$, где M – среднее арифметическое значение переменных, s – стан-

дартное отклонение (standard deviation), так как распределение было нормальным. Качественные данные в нашем исследовании представлены относительными частотами с процентным выражением от общей выборки. Для каждого признака из нашей выборки мы рассчитали 95% ДИ с указанием нижней (5%) и верхней (95%) границы. Для расчета 95% ДИ номинальных данных мы использовали метод Уилсона.

Для проведения анализа согласованности при интерпретации МРТ плечевого сустава вычисляли коэффициент каппа Коэна (Cohen's kappa). Каппа Коэна – это мера согласованности между двумя категориальными переменными. Каппа Коэна (κ) измеряет степень согласия мнений двух экспертов, оценивающих одни и те же объекты. Значения каппы Коэна варьируются

от -1 до 1. Для интерпретации каппы Коэна использовали метод J.R. Landis, G.G. Koch (1977): коэффициент каппы Коэна $\leq 0,20$ показывает минимальное/отсутствие согласия: $\kappa = 0,21-0,40$ — слабое согласие, $\kappa = 0,41-0,60$ — умеренное согласие, $\kappa = 0,61-0,80$ — существенное согласие и $\kappa > 0,80$ — почти полное согласие. Значение $\kappa = 1$ указывает на абсолютное согласие. Значение 0 или меньше 0 указывает на то, что согласие — не более чем случайность. Каппа Коэна выше 0,61 в нашем исследовании расценивали как критерий хорошей согласованности мнений экспертов. Для более информативного представления результатов анализа согласованности, помимо значимости коэффициента κ , мы привели 95% доверительный интервал (ДИ). Вычисления ДИ для каппы Коэна выполняли в программе Microsoft Excel 2008 (Microsoft corp., США). Доверительные интервалы κ представили в виде ДИ [нижняя граница; верхняя граница].

Результаты

Патологические нарушения вращательной манжеты плеча наблюдались у 52 пациентов. Большинство изменений (98% случаев, 51 пациент) были выявлены в сухожилии надостной мышцы, в 26% случаев (13 пациентов) наблюдалось сочетание патологии сухожилий надостной и подостной мышц, у одного пациента было изолированное повреждение сухожилия подостной мышцы, в 39% случаев (20 пациентов) обнаружено сочетание патологии сухожилий надостной и подлопаточной мышц. Выявленные патологии вращательной манжеты во время анализа данных МРТ представлены на рисунке 3.

Правильный диагноз при оценке наличия патологии сухожилия надостной мышцы на МРТ плечевого сустава травматологом 1 установлен в 96% [87; 99] случаев, травматологом 2 — в 94%

[84; 98] случаев, врачом лучевой диагностики — в 90% [79; 96] случаев. Наличие патологии сухожилия подостной мышцы при анализе данных МРТ плечевого сустава верно отмечено травматологом 1 и врачом лучевой диагностики у 57% [43; 70] пациентов, травматологом 2 — у 50% [37; 63] пациентов. Патология сухожилия подлопаточной мышцы была достоверно диагностирована при оценке МРТ травматологами 1 и 2 в 85% [73; 92] случаев, а врачом лучевой диагностики — в 75% случаев [62; 85] (рис. 4).

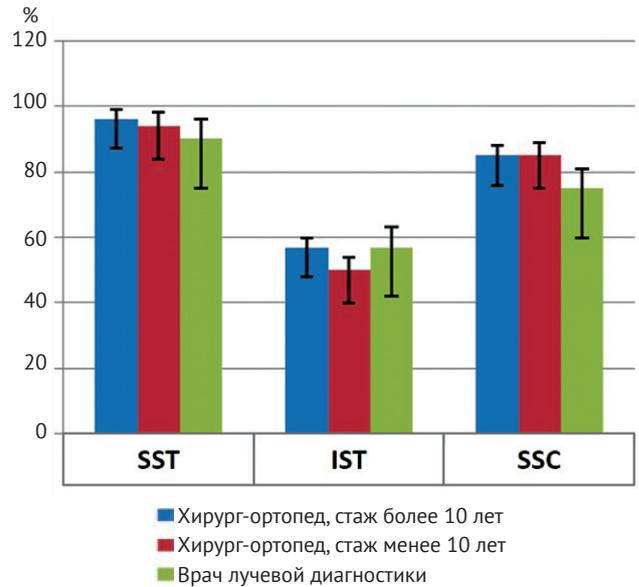


Рис. 4. Распределение верной диагностики наличия патологии сухожилий вращательной манжеты плеча хирургами-ортопедами и врачом лучевой диагностики

Fig. 4. The distribution of the correct diagnosis of the rotator cuff tendon pathology by orthopedic surgeons and a radiologist

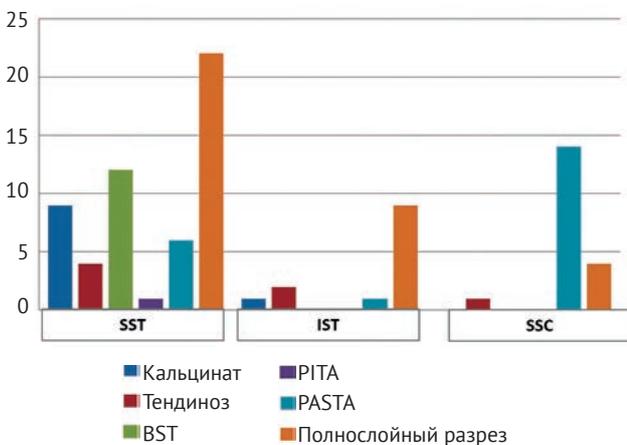


Рис. 3. Распределение патологических очагов и разрывов сухожилий вращательной манжеты плеча по локализации и виду патологии: SST — сухожилие надостной мышцы; IST — сухожилие подостной мышцы; SSC — сухожилие подлопаточной мышцы; BST — разрыв со стороны субакромиального пространства; PITA — интерстициальный разрыв; PASTA — разрыв со стороны суставной поверхности

Fig. 3. The distribution of pathological foci and ruptures of the rotator cuff tendons by location and type of pathology: SST — supraspinatus tendon; IST — infraspinatus tendon; SSC — subscapularis tendon; BST — rupture from the subacromial space; PITA — interstitial tear; PASTA — articular rupture

Таким образом, в нашем исследовании травматологи по данным МРТ плечевого сустава давали верное заключение о наличии патологии сухожилий вращательной манжеты плеча чаще, чем врач лучевой диагностики. Распределение достоверно установленных диагнозов при оценке результатов интерпретации МРТ исследований плечевого сустава хирургами-ортопедами и рентгенологом по виду патологии представлено в таблице 1.

Из приведенной выше таблицы видно, что мнения исследователей, проводивших диагностику различных видов повреждений вращатель-

ной манжеты плеча по данным МРТ, не всегда совпадали.

Анализ результатов оценки данных МРТ продемонстрировал различия между заключениями специалистом лучевой диагностики и хирургами-ортопедами с различным стажем работы, была определена их согласованность с вычислением каппы Коэна. Межэкспертная согласованность между врачами хирургами-ортопедами и врачом рентгенологом при визуализации патологических очагов и повреждений сухожилий вращательной манжеты на МРТ представлена в таблице 2.

Таблица 1

Результаты диагностики различных видов патологии вращательной манжеты плеча при оценке данных МРТ травматологами и рентгенологом

Патология вращательной манжеты плеча		Количество верных заключений			
		Травматолог 1	Травматолог 2	Рентгенолог	Артроскопическая ревизия
<i>Сухожилие надостной мышцы</i>					
Вид патологии	Без изменений	5	5	5	8
	Кальцинат	6	7	9	9
	Тендиоз	2	0	3	4
	BST	5	3	4	12
	PITA	0	0	0	1
	PASTA	2	1	0	6
	Полнослойный разрыв	22	21	20	26
<i>Сухожилие подостной мышцы</i>					
Вид патологии	Без изменений	23	35	27	44
	Кальцинат	2	2	2	2
	Тендиоз	1	0	0	2
	PASTA	1	0	1	2
	Полнослойный разрыв	2	2	4	9
<i>Сухожилие подлопаточной мышцы</i>					
Вид патологии	Без изменений	8	13	24	38
	Тендиоз	0	0	0	1
	PASTA	10	8	7	14
	Полнослойный разрыв	1	1	1	4

Таблица 2

Согласованность результатов МРТ диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава

Данные МРТ		Коэффициент каппа Коэна (κ)					
		Травматолог 1 – травматолог 2		Травматолог 1 – рентгенолог		Травматолог 2 – рентгенолог	
		κ	95% ДИ	κ	95% ДИ	κ	95% ДИ
Присутствие патологии SST		0,61	[0,42;0,75]	0,63	[0,44;0,77]	0,64	[0,45;0,78]
Вид патологии	Кальцинат	0,87	[0,79;0,92]	0,85	[0,76;0,90]	0,86	[0,79;0,92]
	Тендиноз	0,07	[-0,20;0,20]	0,43	[0,19;0,62]	0,38	[0,12;0,57]
	BST	0,09	[-0,17;0,34]	0,19	[-0,07;0,43]	0,16	[-0,11;0,39]
	PITA	0,49	[0,25;0,66]	0	–	0	–
	PASTA	0,37	[0,12;0,57]	-0,02	[-0,47;0,43]	0,49	[0,25;0,66]
	Полнослойный разрыв	0,93	[0,89;0,96]	0,74	[0,59;0,84]	0,81	[0,65;0,86]
	Присутствие патологии IST	0,31	[0,05;0,52]	0,20	[-0,06;0,44]	0,17	[-0,09;0,49]
Вид патологии	Кальцинат	0,46	[0,23;0,65]	0,54	[0,33;0,71]	0,40	[0,15;0,5]
	Тендиноз	0,16	[-0,09;0,40]	0,17	[-0,09;0,41]	0,05	[-0,21;0,3]
	Полнослойный разрыв	0,77	[0,63;0,85]	0,27	[0,07;0,49]	0,21	[0,45;0,77]
Присутствие патологии SSC		0,03	[0,08;0,05]	0,39	[0,14;0,60]	0,03	[-0,1;0,16]
Вид патологии	Кальцинат	0,46	[0,22;0,64]	0,31	[0,03;0,53]	0,48	[0,25;0,66]
	PASTA	0,36	[0,12;0,38]	0,14	[-0,1;0,38]	0,07	[-0,03;0,17]
	Полнослойный разрыв	0,48	[0,25;0,66]	0	[-0,02;0,02]	0	[-0,02;0,02]

Жирным шрифтом отмечены наиболее весомые значения каппы Коэна.

Анализ значений коэффициента каппы Коэна выявил существенные разногласия между травматологами и специалистом лучевой диагностики в определении присутствия и вида патологии сухожилий подостной и подлопаточной мышц, а также при визуализации тендиноза и неполнослойных разрывов сухожилия надостной мышцы. Хорошая согласованность одновременно между всеми исследователями отмечалась при диагностике кальцинатов сухожилия надостной мышцы. Также самый высокий коэффициент согласованности наблюдался между травматологами при визуализации на МРТ плечевого сустава полнослойных разрывов и кальцинатов сухожилия надостной мышц, что было подтверждено высокими значениями $\kappa = 0,93$; 95% ДИ [0,89; 0,96] и $\kappa = 0,87$; 95% ДИ [0,79; 0,92] соответственно. Обращает на себя внимание тот факт, что при визуализации полнослойных разрывов сухожилия подостной мышцы на МРТ травматологом 1 (стаж более 15 лет) величина κ была равна 0,77; 95% ДИ [0,63; 0,85], что означает существенную согласованность травматологов, в то время как согласованность заключений

травматолога 2 (стаж менее 5 лет) и рентгенолога оказалась слабой ($\kappa = 0,21-0,27$).

Обсуждение

Принятие решения о дальнейшей тактике лечения пациента с разрывом вращательной манжеты плечевого сустава основано на различных факторах, среди которых значимую роль при принятии решения играет МРТ плечевого сустава. Оценка согласованности результатов МРТ плечевого сустава между наблюдателями является важной частью определения надежности диагностического теста.

В рамках проведенного исследования сравнение результатов проводилось травматологами с различным стажем работы и рентгенологом. В качестве «золотого стандарта» были приняты результаты артроскопической ревизии. Опубликованные ранее работы гетерогенны по результатам и методологии оценки, что затрудняет анализ и сравнение, также большинство опубликованных работ посвящены сухожилию надостной мышцы, либо точная дифференцировка изучаемой части вращательной манжеты не приводится.

В исследовании J.A. Grant с соавторами, в котором проводилось сравнение результатов среди хирургов-ортопедов, была получена высокая согласованность ($\kappa = 0,74-0,86$) интерпретации результатов МРТ в выявлении полнослойных разрывов сухожилия надостной мышцы [13]. Аналогичные результаты были опубликованы в работе E.E. Spencer Jr. — коэффициент каппы Коэна составил 0,77 при диагностике типа разрыва (полнослойный/неполнослойный) и количестве поврежденных сухожилий при полнослойном разрыве ($\kappa = 0,55$) среди 10 травматологов-ортопедов [5]. Опубликованные результаты совпадают с результатами, полученными в рамках данного исследования — максимальная согласованность интерпретации результатов среди исследователей достигнута в определении полнослойного типа разрыва сухожилия надостной мышцы ($\kappa = 0,93; 0,74; 0,81$). Обращает на себя внимание тот факт, что в нашей работе согласованность результатов выше среди травматологов с различным стажем работы в сравнении с рентгенологом.

Согласованность интерпретации данных МРТ в определении неполнослойных разрывов вращательной манжеты, по данным литературы, значительно ниже [5, 11, 13], что сопоставимо с результатами нашей работы. Можно предположить, что одной из причин различной интерпретации может быть «магический угол» (magic angle) [14]. Однако результаты интерпретации МРТ неполнослойных разрывов и тендинозов других сухожилий вращательной манжеты также обладают низкой согласованностью. В работе S.M. Balich с соавторами отмечено, что вне зависимости от экспертного уровня врача-рентгенолога диагностика неполнослойных разрывов по данным МРТ затруднительна [11]. В исследовании P.L. Robertson с соавторами была получена высокая согласованность результатов среди врачей-рентгенологов в определении полнослойного типа разрыва ($\kappa = 0,74-0,92$) и низкий уровень согласованности при определении тендинозов, неполнослойных разрывов и неповрежденной вращательной манжеты [12]. В работе P. Van Dusk с соавторами была проведена оценка согласованности результатов среди двух врачей-рентгенологов по протоколам МР-артрографии 67 пациентов — были получены отличные результаты в выявлении полнослойных разрывов вращательной манжеты ($\kappa = 0,91$) и умеренная согласованность наблюдалась для неполнослойных разрывов ($\kappa = 0,49$) [15]. Мы получили аналогичные результаты — при визуализации тендиноза и неполнослойных разрывов сухожилия надостной мышцы отмечается низкая согласованность результатов.

На настоящий момент нам не удалось найти в литературе данных об оценке согласованности

результатов МРТ в отношении повреждения подостной и подлопаточной мышцы (как изолированных структур) и кальцинирующего тендинита сухожилия надостной мышцы. В рамках нашей работы была выявлена существенная согласованность в определении полнослойного разрыва сухожилия подостной мышцы среди хирургов-травматологов. Однако в определении наличия других типов патологии сухожилия подостной мышцы и всех видов патологии сухожилия подлопаточной мышцы была выявлена умеренная и низкая согласованность. Также в нашем исследовании была выявлена существенная согласованность интерпретации результатов в определении кальцинатов сухожилия надостной мышцы, умеренное согласие в отношении кальцинатов подостной и подлопаточной мышц среди исследователей.

Обращают на себя внимание лучшие результаты в определении патологии по МРТ у травматолога 1 в сравнении с травматологом 2 и врачом-рентгенологом.

Ограничения исследований

У данного исследования был ряд ограничений: малое количество исследуемых МРТ и, как следствие, низкая встречаемость в исследуемой группе некоторых патологий.

Заключение

Высокая согласованность результатов МРТ в определении патологии вращательной манжеты плечевого сустава между травматологами, а также между травматологами и рентгенологами наблюдается только при оценке патологии сухожилия надостной мышцы, при кальцинирующем тендините и полнослойном повреждении. Диагностика тендинозов и неполнослойных разрывов остается затруднительной и результаты интерпретации сильно разнятся. Стоит отметить также гетерогенность результатов в диагностике патологии сухожилий подостной и подлопаточной мышц.

Будущие исследования необходимы для однозначной оценки эффективности и воспроизводимости результатов МРТ в диагностике патологии вращательной манжеты плечевого сустава.

Литература [References]

1. Matava M.J., Purcell D.B., Rudzki J.R. Partial-thickness rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 2005;33(9):1405-1417. doi: 10.1177/0363546505280213.
2. Sharma G., Bhandary S., Khandige G., Kabra U. MR Imaging of Rotator Cuff Tears: Correlation with Arthroscopy. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(5):TC24-TC27. doi: 10.7860/JCDR/2017/27714.9911.
3. Мурашина И.В., Егорова Е.А., Савицкий П.П., Хасаншин М.М., Дедюрин А.А. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике последствий повреждений плечевого сустава. *Медицинский вестник МВД.* 2011;4(53):15-20.

- Murashina I., Yegorova Ye., Savickii P., Hasanshin M., Dedyurin A. [MRI capabilities for diagnosis of consequences of acute shoulder injuries]. *Meditsinskiy vestnik MVD*. 2011;4(53):15-20. (In Russian).
4. Khazzam M., Kuhn J.E., Mulligan E., Abboud J.A., Baumgarten K.M., Brophy R.H. et al. Magnetic resonance imaging identification of rotator cuff retears after repair: interobserver and intraobserver agreement. *Am J Sports Med*. 2012;40(8):1722-1727. doi: 10.1177/0363546512449424.
 5. Spencer E.E. Jr., Dunn W.R., Wright R.W., Wolf B.R., Spindler K.P., McCarty E. et al. Interobserver agreement in the classification of rotator cuff tears using magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med*. 2008;36(1):99-103. doi: 10.1177/0363546507307504.
 6. Xiao J., Cui G.Q., Wang J.Q. Diagnosis of bursal-side partial-thickness rotator cuff tears. *Orthop Surg*. 2010;2(4):260-265. doi: 10.1111/j.1757-7861.2010.00097.x.
 7. Гончаров Е.Н., Акимкина А.М., Знаменский И.А., Чибисов С.М., Лисаченко И.В., Юматова Е.А. Магнитно-резонансная томография в диагностике повреждений мягкотканых структур плечевого сустава. *Фундаментальные исследования*. 2012; (7, ч. 1):76-79. Goncharov E.N., Akimkina A.M., Znamenskiy I.A., Chibisov S.M., Lisachenko I.V., Umatova E.A. [Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Traumatic Damage of the Shoulder Structures]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research] 2012;(7, pt. 1): 76-79. (In Russian).
 8. Smith T.O., Daniell H., Geere J.A., Toms A.P., Hing C.B. The diagnostic accuracy of MRI for the detection of partial- and full-thickness rotator cuff tears in adults. *Magn Reson Imaging*. 2012;30(3):336-346. doi: 10.1016/j.mri.2011.12.008.
 9. Логвинов А.Н., Ильин Д.О., Каданцев П.М., Макарьева О.В., Бурцев М.Е., Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Фролов А.В., Королев А.В. Особенности диагностики частичных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России* 2019;25(2):143-149. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149. Logvinov A.N., Ilyin D.O., Kadantsev P.M., Makarieva O.V., Burtsev M.E., Ryazantsev M.S., Magnitskaya N.E., Frolov A.V., Korolev A.V. [Features of Partial Rotator Cuff Tears Diagnostics]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(2):143-149. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149.
 10. Jain N.B., Collins J., Newman J.S., Katz J.N., Losina E., Higgins L.D. Reliability of magnetic resonance imaging assessment of rotator cuff: the ROW study. *PM R*. 2015;7(3):245-254. doi: 10.1016/j.pmrj.2014.08.949.
 11. Balich S.M., Sheley R.C., Brown T.R., Sauser D.D., Quinn S.F. MR imaging of the rotator cuff tendon: interobserver agreement and analysis of interpretive errors. *Radiology*. 1997;204(1):191-194. doi: 10.1148/radiology.204.1.9205245.
 12. Robertson P.L., Schweitzer M.E., Mitchell D.G., Schlesinger F., Epstein R.E., Frieman B.G., Fenlin J.M. Rotator cuff disorders: interobserver and intraobserver variation in diagnosis with MR imaging. *Radiology*. 1995;194(3):831-835. doi: 10.1148/radiology.194.3.7862988.
 13. Grant J.A., Miller B.S., Jacobson J.A., Morag Y., Bedi A., Carpenter J.E., MOON Shoulder Group. Intra- and inter-rater reliability of the detection of tears of the supraspinatus central tendon on MRI by shoulder surgeons. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;22(6):725-731. doi: 10.1016/j.jse.2012.08.011.
 14. Madden M.E. The magic-angle effect of the supraspinatus tendon. *Radiol Technol*. 2006;77(5):357-365.
 15. Van Dyck P., Gielen J.L., Veyser J., Weyler J., Vanhoenacker F.M., Van Glabbeek F. et al. Tears of the supraspinatus tendon: assessment with indirect magnetic resonance arthrography in 67 patients with arthroscopic correlation. *Acta Radiol*. 2009;50(9):1057-1063. doi: 10.3109/02841850903232723.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Логвинов Алексей Николаевич — врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. logvinov09@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3235-5407>

Макарьева Оксана Владимировна — врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. aksan-a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5187-8062>

Ильин Дмитрий Олегович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия. ilyinshoulder@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2493-4601>

Каданцев Павел Михайлович — аспирант кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия. dr.kadantsev.pavel@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8027-3898>

AUTHORS' INFORMATION:

Aleksey N. Logvinov — Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. logvinov09@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3235-5407>

Oksana V. Makarieva — Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. aksan-a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5187-8062>

Dmitrii O. Il'in — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Assistant, Department of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University, Moscow, Russia. ilyinshoulder@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2493-4601>

Pavel M. Kadantsev — PhD Student, RUDN University, Moscow, Russia. dr.kadantsev.pavel@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8027-3898>

Зарипов Азиз Римович — аспирант кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия. azaripov@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1282-3285>

Фролов Александр Владимирович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); доцент кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия. a.frolov1980@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2973-8303>

Магнитская Нина Евгеньевна — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. nmagnitskaya@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4336-036X>

Рязанцев Михаил Сергеевич — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. mryazantsaev@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9333-5293>

Бурцев Михаил Евгеньевич — врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. drburtsev91@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1614-1695>

Королёв Андрей Вадимович — д-р мед. наук, главный врач Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); профессор кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов» Москва, Россия. akorolev@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>

Aziz R. Zaripov — PhD Student, RUDN University, Moscow, Russia. azaripov@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1282-3285>

Aleksandr V. Frolov — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Assistant Professor, Department of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University, Moscow, Russia. a.frolov1980@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2973-8303>

Nina E. Magnitskaya — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. nmagnitskaya@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4336-036X>

Mikhail S. Ryazantsev — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. mryazantsaev@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9333-5293>

Mikhail E. Burtsev — Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. drburtsev91@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1614-1695>

Andrey V. Korolev — Dr. Sci. (Med.), Chief Doctor, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Professor, Department of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University, Moscow, Russia. akorolev@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>

Заявленный вклад авторов:

Логвинов А.Н. — анализ научных литературных источников, формирование гипотезы, статистический анализ материала, формулировка научных положений.

Макарьева О.В. — статистический анализ материала, формулировка научных положений.

Ильин Д.О. — формирование гипотезы, статистический анализ материала, формулировка научных положений.

Фролов А.В. — формирование гипотезы, статистический анализ материала, формулировка научных положений.

Каданцев П.М. — сбор материала и подготовка базы данных.

Зарипов А.Р. — сбор материала и подготовка базы данных.

Магнитская Н.Е. — статистический анализ материала.

Рязанцев М.С. — сбор материала и подготовка базы данных.

Бурцев М.Е. — сбор материала и подготовка базы данных.

Королёв А.В. — постановка цели исследования, выбор объекта исследования, определение и формирование идеи и гипотезы, формулировка научных положений.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.