Рентгенологические характеристики акромиального отростка лопатки как прогностический фактор формирования неполнослойных разрывов вращательной манжеты

А.Н. Логвинов, Д.О. Ильин, П.М. Каданцев, О.В. Макарьева, М.Е. Бурцев, М.С. Рязанцев, А.В. Фролов, А.В. Королев

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

Radiographic characteristics of the acromion process as a predictive factor of partial rotator cuff tears

A.N. Logvinov, D.O. Il'in, P.M. Kadantsev, O.V. Makar'yeva, M.E. Burtsev, M.S. Riazantsev, A.V. Frolov, A.V. Korolev

European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

Повреждения плечевого сустава составляют до 55 % среди всех повреждений крупных суставов, среди которых чаще всего встречаются повреждения вращательной манжеты. Диагностика неполнослойных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава является сложной задачей для травматолога. **Цель.** Оценка рентгенологических характеристик акромиального отростка лопатки у пациентов с неполнослойным разрывом вращательной манжеты. **Материалы и методы.** Для ретроспективного анализа истории болезни и данных лучевых методов исследования были отобраны 14 пациентов с верифицированным неполнослойным разрывом сухожилия вращательной манжеты плечевого сустава и 14 пациентов с хронической нестабильностью плечевого сустава. Первую (основную) группу составили 11 мужчин и 3 женщины, вторую (контрольную) группу составили 13 мужчин и 1 женщина. В исследование были включены пациенты с разрывом вращательной манжеты со стороны субакромиальной поверхности. Рентгенограммы плечевого сустава выполнялись в стандартных проекциях (передне-задняя, Y-образная). Оценка рентгенологических характеристик акромиального отростка лопатки проводилась с помощью следующих критериев: латерального угла акромиального отростка лопатки (LAA, lateral acromial angle), акромиального индекса (AI, acromial index), критического угла плечевого сустава (CSA, critical shoulder angle), размера субакромиального пространства и типа акромиального отростка по Bigliani. **Результаты.** Между группами была выявлена значимая разница в возрасте. Для критериев LAA и AI статистически значимой разницы между группами не было получено. Для критериев CSA и размера субакромиального пространства лопатки была получена статистически значимая разница между группами. Зависимости от типа акромиального отростка не было выявлено, отмечено превалирование 2 и 3 типов акромиального отростка по Bigliani в группе неполнослойных разрывов вращательной манжеты. **Вывод.** Существует разница анатомических параметров у пациентов с разрывами вращательной манжеты и хронической нестабильностью плечевого сустава. Доказана значимость критериев критического угла плечевого сустава (CSA, critical shoulder angle) и размера субакромиального пространства как прогностического фактора неполнослойных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава.

Ключевые слова: неполнослойный разрыв, вращательная манжета, плечевой сустав, критический угол плеча

Injuries of the shoulder joint make up to 55 % of all large joint injuries, among which the rotator cuff tears is the most common. Partial rotator cuff tears diagnosis is a difficult task for the traumatologist. **Purpose** of this study is evaluation radiographic characteristics of the acromion in patients with partial rotator cuff tears. **Material and methods** Fourteen patients with verified partial rotator cuff tears and 14 patients with chronic instability of the shoulder joint were selected for retrospective analysis of illness history data and radiological results. The first (index) group consisted of 11 men and three women; the second (control) group consisted of 13 men and one woman. Patients with partial rotator cuff tear had it from the subacromial space. Radiographs of the shoulder joint were taken in standard projections (anteroposterior, Y-shaped) in this study. The following criteria were evaluated: lateral acromial angle (LAA), acromial index (AI), critical angle of the shoulder joint (CSA), size of the subacromial space and type of acromial process according to Bigliani. **Results** Significant age difference was found between the groups. There was no statistical difference between groups in LAA and AI. For CSA and size of the subacromial space, a significant difference was found between the groups. Dependence on the type of the acromial process was not found; the prevalence of types 2 and 3 of the acromial process according to Bigliani in the group of partial rotator cuff tears was observed. **Conclusion** There is an anatomical difference between patients with rotator cuff tears and chronic instability of the shoulder joint. Significance of the criteria of the critical shoulder angle (CSA) and the size of the subacromial space as a prognostic factor in partial rotator cuff tears was proven.

Keywords: partial tear, rotator cuff, shoulder joint, critical shoulder angle

ВВЕДЕНИЕ

Повреждения плечевого сустава – одна из наиболее часто встречающихся групп травм, составляющая от 16 до 55 % всех повреждений крупных суставов. В группе данных повреждений разрывы вращательной манжеты – наиболее часто встречаемая патология [1, 2].

Некоторые разрывы происходят в результате травмы, но большинство – результат дегенеративных изменений. Этиология этих повреждений мультифакторна, влияние оказывает возраст, гиповаскуляризация тканей

и микротравматизация [3]. Была доказана связь морфологических характеристик лопатки и дегенеративных разрывов вращательной манжеты. Neer описал остеофиты передненижней поверхности акромиального отростка лопатки и указал на их ведущую роль в формировании разрывов вращательной манжеты [4]. Bigliani с коллегами выделил типы акромиального отростка, указав на превалирование разрывов вращательной манжеты при крючкообразном типе акромиального

отростка [5]. В 1995 году Banas выявил зависимость между наклоном суставной поверхности лопатки во фронтальной плоскости и разрывом сухожилия вращательной манжеты, создав критерий латерального угла акромиального отростка лопатки (LAA, lateral acromial angle) [6]. В 2006 году Nyffeler представил критерий акромиального индекса (AI, acromial index), который оценивает латеральный размер акромиального отростка лопатки по отношению к плечевой кости и суставной поверхности лопатки [7]. Предположив, что больший латеральный размер акромиального отростка лопатки будет вертикализировать вектор действия силы дельтовидной мышцы, увеличивая, тем самым, нагрузку на сухожилия вращательной манжеты. В 2013 году Моог представил критерий критического угла плечевого сустава (CSA, critical shoulder angle), который комбинирует в себе оценку наклона суставной поверхности лопатки и латерального размера акромиального отростка. В рамках своей работы Моог пришел к выводу, что значения CSA > 35 градусов характерны для дегенеративных полнослойных разрывов вращательной манжеты, а CSA < 30 градусов – для остеоартроза [8].

Основным механизмом формирования неполнослойного разрыва вращательной манжеты со стороны субакромиального пространства является субакромиальный импинджмент-синдром [4]. Schneeberger и коллеги создали модель субакромиального импинджмента у крыс, по результатам их работы разрыв всегда происходил со стороны субакромиального пространства [9]. Schneeberger выделил два механизма повреждения – разрушение волокон сухожилия вследствие трения об акромиальный отросток лопатки и увеличение давления на ткани сухожилия, в результате чего постепенно происходили дегенеративные изменения. Fukuda в своем гистологическом исследовании подтвердил аналогичные изменения и механизмы развития [10].

MPT и МР-артрография являются наиболее популярными методами в диагностике неполнослойных разрывов вращательной манжеты, обладая чувствительностью и специфичностью до 81 и 91,7 %, 85,9 и

96 % соответственно [11, 12]. Однако рентгенография плечевого сустава является наиболее доступным и базовым методом обследования пациентов с патологией опорно-двигательного аппарата.

По данным Fukuda, разрывы со стороны субакромиального пространства встречаются в 27 % случаев среди всех неполнослойных разрывов [13]. По литературным данным, такие разрывы протекают с наиболее выраженным болевым синдромом и чаще требуют хирургического лечения [14]. Разрывы со стороны субакромиального пространства сопровождаются более выраженным тендинозом, а также при небольшой глубине разрыва очень сложно дифференцировать сигнал MPT между тендинозом, тендинопатией или разрывом [15]. В работе Kong отмечено, что степень тендиноза оказывала прямое влияние на прогрессирование разрыва. Так, у пациентов с тяжелой степенью тендиноза прогрессирование разрыва наблюдалось в 7,64 раза чаще, чем у пациентов с легкой степенью тендиноза [16].

Критерии LAA, AI, CSA основаны на биомеханике плечевого сустава и оценивают влияние анатомии лопатки на формирование разрыва вращательной манжеты. Было доказано, что анатомия лопатки способна ускорить возрастную дегенерацию сухожилий [17, 18].

Все ранее опубликованные работы концентрировались на полнослойных дегенеративных разрывах сухожилий вращательной манжеты, тогда как указанные критерии никогда не применялись для пациентов с неполнослойными разрывами.

Целью настоящего исследования является оценка рентгенологических характеристик акромиального отростка лопатки у пациентов с неполнослойным разрывом вращательной манжеты (НПРВМ) со стороны субакромиального пространства. Наша гипотеза состоит в том, что доступные критерии (LAA, AI, CSA, размер субакромиального пространства) для прогнозирования полнослойных разрывов будут также достоверны при неполнослойных разрывах вращательной манжеты со стороны субакромиальной поверхности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование представляет собой ретроспективный анализ данных историй болезни, лучевых методов исследования и магнитно-резонансной томографии пациентов, проходивших лечение в Европейской клинике спортивной травматологии и ортопедии (ЕКСТО, Москва). Артроскопическая ревизия плечевого сустава являлась «золотым» стандартом диагностики.

Из 63 пациентов, проходивших хирургические лечение в клинике в период с 2014 по 2017 год с диагнозом «неполнослойный разрыв вращательной манжеты», были отобраны 14 пациентов, среди которых 3 женщины и 11 мужчин. Критериями включения были дегенеративный неполнослойный разрыв вращательной манжеты со стороны субакромиальной поверхности, верифицированный по данным MPT и артроскопической ревизии; качественные рентгенограммы в стандартных проекциях (передне-задняя, Y-образная). Критерием исключения было низкое качество рентгенограмм, указание на явную травму в анамнезе, выраженный тендиноз по данным магнитно-резонансной томографии. Все неполнослойные разрывы со стороны субакромиального пространства были 2–3 степени по Ellman (рис. 1).

Рис. 1. Пример неполнослойного разрыва вращательной манжеты со стороны субакромиального пространства 3 степени по Ellman (Г – головка плечевой кости, С – суставной отросток лопатки, Н – мышечное брюшко и сухожилие надостной мышцы, стрелкой указана зона разрыва)

В контрольную группу были включены пациенты, оперированные по поводу повреждения Банкарта, с артроскопически верифицированным отсутствием повреждения вращательной манжеты при осмотре со стороны субакромиального пространства и качественными предоперационными рентгенограммами в стандартных проекциях (передне-задняя, У-образная). Контрольную группу составили 14 пациентов, среди которых 13 мужчин и 1 женщина.

Всем пациентам контрольной и основной группы выполнялось хирургическое лечение артроскопическим методом по стандартным методикам. Все операции выполнялись в положении пациента «пляжное кресло» или в латеральной декубитальной позиции, в зависимости от предпочтений хирурга. Первым этапом было выполнение диагностической артроскопии, во время которой выполнялся осмотр плечевого сустава и субакромиального пространства из стандартных артроскопических портов (передний, задний), проводилась точная оценка объема патологии, отдельное внимание уделяли осмотру сухожилий вращательной манжеты.

На рентгенограммах, выполненных в передне-задней проекции, определяли критерии LAA, AI, CSA и размер субакромиального пространства по описанным авторами методикам.

Оценка критерия LAA (lateral acromion angle) производилась на стандартных передне-задних рентгенограммах плечевого сустава путем определения угла между линиями, проведенными параллельно нижней поверхности акромиального отростка лопатки и верхне-нижней границы суставного отростка лопатки (рис. 2).

Рис. 2. Определение критерия LAA на передне-задней рентгенограмме плечевого сустава по методике, описанной Banas [6]

Рис. 3. Определение критерия AI на передне-задней рентгенограмме плечевого сустава по методике, описанной Nyffeler [7]

Критерий AI рассчитывали по формуле: $AI = GA / GH$, где GA – расстояние от суставной поверхности лопатки до латерального края акромиального отростка лопатки, GH – расстояние между суставной поверхностью лопатки и латеральным краем головки плечевой кости [7]. Первично проводили линию, соединяющую верхнюю и нижнюю границы суставного отростка лопатки, далее параллельно проводили линию через латеральный край акромиального отростка лопатки и параллельно ей линию через самую латеральную точку головки плечевой кости (рис. 3). Значения GA и GH были получены путем построения перпендикуляра к этим линиям.

Критерий CSA (critical shoulder angle) оценивался на стандартных передне-задних рентгенограммах плечевого сустава. Оценка угла проводилась между двумя линиями – линии, соединяющей верхнюю и нижнюю границы суставного отростка лопатки, и линии, соединяющей нижнюю границу суставной поверхности лопатки с латеральным краем акромиального отростка лопатки (рис. 4).

Рис. 4. Определение критерия CSA на передне-задней рентгенограмме плечевого сустава по методике, описанной Moor [8]

Для оценки размера субакромиального пространства на передне-задних рентгенограммах использовали общепринятую методику [19]. Первично проводили линию параллельно нижней поверхности акромиального отростка лопатки, далее параллельно этой линии проводили линию через самую верхнюю точку головки плечевой кости. Далее опускали перпендикуляр, и длина перпендикуляра считалась размером субакромиального пространства (рис. 5).

Рис. 5. Определение размера субакромиального пространства на передне-задней рентгенограмме плечевого сустава [19]

На рентгенограммах в Y-образной проекции определяли тип акромиального отростка лопатки согласно классификации Bigliani (рис. 6).

На предоперационном этапе всем пациентам была выполнена МРТ плечевого сустава в одном центре (ЕКСТО, Москва) на высокопольном томографе с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла. Протокол исследования состоял из трех взаимно перпендикулярных проекций (косая коронарная, косая сагиттальная и аксиальная), с применением импульсных последовательностей в T2 взвешенном изображении (ВИ) в

режиме градиентного эха – FFE_T2W, изображений, взвешенных по протонной плотности – TSE PDW и с использованием эффекта подавления сигнала от жировой ткани – TSE PD SPAIR, с толщиной среза 3 мм.

Все полученные данные заносили в стандартизированную таблицу MS Office Excel. Для сравнения качественных переменных использовали коэффициент Спирмена, для сравнения количественных переменных использовали критерий Манна-Уитни и Краскела-Уоллиса. Статистическую обработку выполняли в программе SPSS.

Рис. 6. Типы акромиального отростка лопатки по Bigliani: а – плоский; б – изогнутый; в – крючкообразный

РЕЗУЛЬТАТЫ

Группы были сопоставимы по возрасту, характеру физической нагрузки, полу и стороне повреждения.

Полученные данные для критериев LAA, AI, CSA

и размеров субакромиального пространства представлены в таблице 1 и в виде графиков box-plot (рис. 7).

Таблица 1

Таблица результатов для критериев LAA, AI, CSA и размеров субакромиального пространства

Критерий	Группа	Результаты	
		медиана	интерквартильный размах
LAA	Группа 1	78,50	75,50 – 85,00
	Группа 2	84,50	80,00 – 87,00
AI	Группа 1	0,67	0,64 – 0,72
	Группа 2	0,65	0,61 – 0,67
CSA	Группа 1	36,00	35,00 – 37,75
	Группа 2	32,00	31,00 – 32,75
Субакромиальное пространство	Группа 1	8,00	7,63 – 8,50
	Группа 2	9,50	9,00 – 10,00

Рис. 7. Распределение значений критериев LAA (а), AI (б), CSA (в) и размеров субакромиального пространства (г) для обеих групп

Распределение пациентов по анатомическому типу акромиального отростка лопатки не зависело от пола и возраста для обеих групп. В группе НППВМ преобладали (71 %) изогнутый и крючкообразный типы (2 и 3 типы) акромиального отростка по Bigliani, в контрольной группе 2 и 3 типы встречались у 42 % пациентов (рис. 8).

Для критериев LAA, AI, CSA и размеров субакромиального пространства не было выявлено зависимости от пола, типа акромиального отростка лопатки и возраста ($p > 0,05$ для всех значений). Для критериев CSA и размера субакромиального пространства была получена статистически значимая ($p < 0,05$) разница между исследуемыми группами. Напротив, критерии AI и LAA статистически не отличались в исследуемых

группах. На рисунке 6 представлены итоги проверки гипотез (рис. 9).

Также в рамках работы была произведена оценка точности, чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного ответа и прогностической ценности отрицательного ответа для критериев AI, LAA, CSA и размеров субакромиального пространства. Результаты представлены в таблице 2.

Среди всех пациентов со значением CSA $> 35^\circ$ у 85 % был выявлен неполнослойный разрыв вращательной манжеты по данным МРТ и артроскопической ревизии.

Также была выявлена прямая корреляция между CSA и AI, обратная корреляция между CSA и размером субакромиального пространства и обратная корреляция между CSA и LAA (рис. 10).

Рис. 8. Распределение типов акромиального отростка лопатки среди групп пациентов

	Нулевая гипотеза	Критерий	Знач.	Решение
1	Распределение AI является одинаковым для категорий group	Критерий U Манна-Уитни для независимых выборок	,104 ¹	Нулевая гипотеза принимается
2	Распределение LAA является одинаковым для категорий group	Критерий U Манна-Уитни для независимых выборок	,062 ¹	Нулевая гипотеза принимается
3	Распределение CSA является одинаковым для категорий group	Критерий U Манна-Уитни для независимых выборок	,000 ¹	Нулевая гипотеза отклоняется
4	Распределение SASpace является одинаковым для категорий group	Критерий U Манна-Уитни для независимых выборок	,000 ¹	Нулевая гипотеза отклоняется

Выводятся асимптотические значения. Уровень значимости равен ,05; ¹ – приводится точная значимость критерия.

Рис. 9. Итоги проверки гипотез равенства критериев AI, LAA, CSA и размеров субакромиального пространства (SASpace) в обеих группах

Таблица 2

Таблица результатов оценки точности, чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного ответа (ПЦПО) и прогностической ценности отрицательного ответа (ПЦОО) для критериев AI, LAA, CSA и размеров субакромиального пространства

Критерий	Чувствительность	Специфичность	ПЦПО	ПЦОО	Точность
AI	71 %	67 %	62 %	67 %	64 %
LAA	50 %	86 %	78 %	63 %	68 %
CSA	79 %	86 %	85 %	80 %	82 %
Размер субакромиального пространства	90 %	72 %	64 %	93 %	79 %

			CSA	SASpace	LAA	AI
По Спирмена	CSA	Коэффициент корреляции	1,000	-,610**	-,570**	,729**
		Знач. (двухсторонняя)		,001	,002	,000
		N	28	28	28	28
	SASpace	Коэффициент корреляции	-,610**	1,000	,425*	-,339
		Знач. (двухсторонняя)	,001		,024	,078
		N	28	28	28	28
	LAA	Коэффициент корреляции	-,570**	,425*	1,000	-,485**
		Знач. (двухсторонняя)	,002	,024		,009
		N	28	28	28	28
	AI	Коэффициент корреляции	,729**	-,339	-,485**	1,000
		Знач. (двухсторонняя)	,000	,078	,009	
		N	28	28	28	28

** – корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя); * – корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя)

Рис. 10. Таблица корреляции Спирмена для значений LAA, AI, CSA и размера субакромиального пространства (SASpace)

В литературных данных мы не нашли работ о прогностическом значении рентгенологических критериев для неполнослойного разрыва вращательной манжеты.

Для изучения данного вопроса были отобраны основная (с наличием разрыва) и контрольная (без разрыва) группы пациентов, которым была выполнена артроскопия плечевого сустава. В контрольной группе было известно об отсутствии разрыва вращательной манжеты (по данным МРТ и артроскопии).

Существует множество работ, связывающих анатомию лопатки и дегенеративные разрывы вращательной манжеты. В большинстве из них выявлена прямая зависимость между латеральным размером акромиального отростка лопатки, наклоном суставной поверхности лопатки, ее инклинацией и развитием полнослойного дегенеративного разрыва вращательной манжеты [6, 7, 8, 20, 21].

Представленные ранее критерии LAA и AI не воспринимают плечевой сустав как единую систему [6, 7, 8]. Мы получили значения LAA, сопоставимые с результатами других работ [6, 22, 23]. Мы не получили статистически значимой разницы между группами. Аналогичные результаты получены в работе Hamid – не было выявлено зависимости между большим латеральным размером акромиального отростка (LAA) лопатки и разрывами вращательной манжеты [22]. Учитывая полученные данные, согласующиеся с данными литературы, можно сделать вывод, что показатель LLA не является ценным для прогнозирования формирования неполнослойного разрыва вращательной манжеты со стороны субакромиального пространства.

При исследовании критерия AI для указанных групп мы не выявили статистически значимой разницы. Медиана AI в группе неполнослойных разрывов сухожилий вращательной манжеты была 0,67, в контрольной группе – 0,645. Значение AI 0,64, согласно Nyffeler, характерно для неповрежденного плечевого сустава, а 0,73 – для полнослойного разрыва вращательной манжеты [7]. Наши результаты в этом отношении противоречат работе Nyffeler. В то же время, полученные нами данные схожи с результатами работы Ames с коллегами, где было опубликовано отсутствие значимой разницы AI у 115 пациентов с повреждением вращательной манжеты, импинджмент-синдромом или повреждением Банкарта [24] с вариацией AI от 0,685 до 0,694.

Мы выявили статистически значимую разницу в CSA между группами. Так, медиана CSA в группе разрыва была 36°, а в группе нестабильности – 32°. По данным работы Cherci, в группе нестабильности CSA был 33°, а по данным Spiegl, в группе здоровых пациентов CSA был 32,1°. Интересно, что в своей работе Miswan

также использовал в качестве контрольной группы пациентов без клинической картины патологии в области плечевого сустава и верифицированного отсутствия повреждения вращательной манжеты, получив значение CSA для этой группы 33,1°, а в группе разрывов вращательной манжеты – 39,4° [25].

По данным работы Cherci, CSA > 35° обладает чувствительностью 53 % и специфичностью 74 % в диагностике дегенеративных разрывов вращательной манжеты, среди всех пациентов с CSA > 35° в работе Cherci 68 % имели разрыв вращательной манжеты [20]. По другим данным, чувствительность CSA составляет 80 %, специфичность 75 %, превосходя AI и LAA – 78 % и 71 %, 65 % и 69 % соответственно. По данным, опубликованным Moog, 84 % обследованных имели разрыв вращательной манжеты, а в работе Spiegl – 79 % [8, 26]. Мы получили значения чувствительности и специфичности для критерия CSA 79 % и 86 % соответственно, точность 82 %, а для размера субакромиального пространства эти значения составляют 90 %, 72 % и 79 % соответственно. Эти два критерия обладают наибольшей точностью, чувствительностью и специфичностью среди изучаемых критериев.

По данным литературы, 2 и 3 тип акромиального отростка лопатки характерен для дегенеративных разрывов вращательной манжеты. В нашей работе отмечено превалирование 2 и 3 типов акромиального отростка лопатки в группе пациентов с неполнослойными разрывами вращательной манжеты, но статистически значимая разница не выявлена.

Также была выявлена статистически достоверная разница размера субакромиального пространства между двумя группами пациентов, что подтверждает роль субакромиального импинджмент-синдрома в развитии неполнослойного разрыва вращательной манжеты [4].

Интересно, что CSA обладает наиболее сильными корреляционными связями среди всех критериев, подтверждая, тем самым, что является наиболее универсальным критерием. CSA является наиболее точным и легко воспроизводимым критерием. К ограничениям метода можно отнести высокую зависимость от качества рентгенограмм и сложную методику воспроизведения на МРТ [26].

Наша работа не лишена ограничений, в том числе – ретроспективная модель исследования, небольшие группы пациентов, один исследователь, проводивший измерения критериев. Тем не менее, в работе показана статистически достоверная зависимость между формированием неполнослойного разрыва вращательной манжеты и рентгенологической анатомии акромиального отростка лопатки.

ВЫВОДЫ

- Выявлена значительная разница в анатомии акромиального отростка лопатки между группами пациентов с неполнослойными разрывами вращательной манжеты и повреждением Банкарта.
- Доказана значимость критериев (CSA, critical shoulder angle) и размера субакромиального пространства как прогностического фактора неполнослойных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава.

- Значимость критериев акромиального индекса (AI, acromial index) и латерального угла акромиального отростка лопатки (LAA, lateral acromial angle) как прогностического фактора неполнослойных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава не была доказана.
- Требуются дальнейшие работы в данном направлении и включение в анализ большего количества пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

- Архипов С.В. Посттравматическая нестабильность и заболевания вращательной манжеты плеча : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1998. 22 с.
- Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation / M. Urwin, D. Symmons, T. Allison, T. Brammah, H. Busby, M. Roxby, A. Simmons, G. Williams // *Ann. Rheum. Dis.* 1998. Vol. 57, No 11. P. 649-655.
- Partial Thickness Rotator Cuff Tears: Current Concepts / G. Matthewson, C.J. Beach, A.A. Nelson, J.M. Woodmass, Y. Ono, R.S. Boorman, I.K. Lo, G.M. Thornton // *Adv. Orthop.* 2015. Vol. 2015. P. 458786. DOI: 10.1155/2015/458786.
- Neer C.S. 2nd. Impingement lesions. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1983. No 173. P. 70-77.
- Bigliani L.U., Morrison D.S., April E.W. The morphology of the acromion and its relationship to the rotator cuff tears. *Orthop. Trans.* 1986. Vol. 10. P. 216.
- Banas M.P., Miller R.J., Totterman S. Relationship between the lateral acromion angle and rotator cuff disease // *J. Shoulder Elbow Surg.* 1995. Vol. 4, No 6. P. 454-461.
- Association of a large lateral extension of the acromion with rotator cuff tears / R.W. Nyffeler, C.M. Werner, A. Sukthankar, M.R. Schmid, C. Gerber // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006. Vol. 88, No 4. P. 800-805.
- Is there an association between the individual anatomy of the scapula and the development of rotator cuff tears or osteoarthritis of the glenohumeral joint? A radiological study of the critical shoulder angle / B.K. Moor, S. Bouaicha, D.A. Rothenfluh, A. Sukthankar, C. Gerber // *Bone Joint J.* 2013. Vol. 95-B, No 7. P. 935-941. DOI: 10.1302/0301-620X.95B7.31028.
- Schneeberger A.G., Nyffeler R.W., Gerber C. Structural changes of the rotator cuff caused by experimental subacromial impingement in the rat // *J. Shoulder Elbow Surg.* 1998. Vol. 7, No 4. P. 375-380.
- Fukuda H., Hamada K., Yamanaka K. Pathology and pathogenesis of bursal-side rotator cuff tears viewed from en bloc histologic sections // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1990. No 254. P. 75-80.
- The diagnostic accuracy of MRI for the detection of partial- and full-thickness rotator cuff tears in adults / T.O. Smith, H. Daniell, J.A. Geere, A.P. Toms, C.B. Hing // *Magn. Reson. Imaging.* 2012. Vol. 30, No 3. P. 336-346. DOI: 10.1016/j.mri.2011.12.008.
- Accuracy of MRI, MR arthrography, and ultrasound in the diagnosis of rotator cuff tears: a meta-analysis / J.O. de Jesus, L. Parker, A.J. Frangos, L.N. Nazarian // *AJR Am. J. Roentgenol.* 2009. Vol. 192, No 6. P. 1701-1707. DOI: 10.2214/AJR.08.1241.
- Fukuda H. Partial-thickness rotator cuff tears: a modern view on Codman's classic // *J. Shoulder Elbow Surg.* 2000. Vol. 9, No 2. P. 163-168.
- Partial-thickness tears of the rotator cuff: a clinicopathological review based on 66 surgically verified cases / H. Fukuda, K. Hamada, T. Nakajima, N. Yamada, A. Tomonaga, M. Goto // *Int. Orthop.* 1996. Vol. 20, No 4. P. 257-265.
- Zlatkin M.B., Hoffman C., Shellock F.G. Assessment of the rotator cuff and glenoid labrum using an extremity MR system: MR results compared to surgical findings from a multi-center study. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2004. Vol. 19, No 5. P. 623-631. DOI: 10.1002/jmri.20040.
- Structural Evolution of Nonoperatively Treated High-Grade Partial-Thickness Tears of the Supraspinatus Tendon / B.Y. Kong, M. Cho, H.R. Lee, Y.E. Choi, S.H. Kim // *Am. J. Sports Med.* 2018. Vol. 46, No 1. P. 79-86. DOI: 10.1177/0363546517729164.
- Tempelhof S., Rupp S., Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders // *J. Shoulder Elbow Surg.* 1999. Vol. 8, No 4. P. 296-299.
- Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population / A. Yamamoto, K. Takagishi, T. Osawa, T. Yanagawa, D. Nakajima, H. Shitara, T. Kobayashi // *J. Shoulder Elbow Surg.* 2010. Vol. 19, No 1. P. 116-120. DOI: 10.1016/j.jse.2009.04.006.
- Intermethod agreement and interobserver correlation of radiologic acromiohumeral distance measurements / C.M. Werner, S.J. Conrad, D.C. Meyer, A. Keller, J. Hodler, C. Gerber // *J. Shoulder Elbow Surg.* 2008. Vol. 17, No 2. P. 237-240.
- Critical shoulder angle: Measurement reproducibility and correlation with rotator cuff tendon tears / L. Cherchi, J.F. Ciromohac, J. Godet, P. Clavert, J.F. Kempf // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2016. Vol. 102, No 5. P. 559-562. DOI: 10.1016/j.otsr.2016.03.017.
- Correlation of acromial morphology with impingement syndrome and rotator cuff tears / M. Balke, C. Schmidt, N. Dedy, M. Banerjee, B. Bouillon, D. Liem // *Acta Orthop.* 2013. Vol. 84, No 2. P. 178-183. DOI: 10.3109/17453674.2013.773413.
- Relationship of radiographic acromial characteristics and rotator cuff disease: a prospective investigation of clinical, radiographic, and sonographic findings / N. Hamid, R. Omid, K. Yamaguchi, K. Steger-May, G. Stobbs, J.D. Keener // *J. Shoulder Elbow Surg.* 2012. Vol. 21, No 10. P. 1289-1298. DOI: 10.1016/j.jse.2011.09.028.
- Relationship of individual scapular anatomy and degenerative rotator cuff tears / B.K. Moor, K. Wieser, K. Slankamenac, C. Gerber, S. Bouaicha // *J. Shoulder Elbow Surg.* 2014. Vol. 23, No 4. P. 536-541. DOI: 10.1016/j.jse.2013.11.008.
- Association between acromial index and outcomes following arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears / J.B. Ames, M.P. Horan, O.A. van der Meijden, M.J. Leake, P.J. Millett // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2012. Vol. 94, No 20. P. 1862-1869. DOI: 10.2106/JBJS.K.01500.
- Correlation between anatomy of the scapula and the incidence of rotator cuff tear and glenohumeral osteoarthritis via radiological study / M.F. Miswan, M.S. Saman, T.S. Hui, M.Z. Al-Fayyadh, M.R. Ali, N.W. Min // *J. Orthop. Surg. (Hong Kong).* 2017. Vol. 25, No 1. P. 2309499017690317. DOI: 10.1177/2309499017690317.
- The critical shoulder angle is associated with rotator cuff tears and shoulder osteoarthritis, and is better assessed with radiographs over MRI / U.J. Spiegel, M.P. Horan, S.W. Smith, C.P. Ho, P.J. Millett // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016. Vol. 24, No 7. P. 2244-2251. DOI: 10.1007/s00167-015-3587-7.

REFERENCES

- Arkhipov S.V. *Posttravmaticheskaya nestabilnost i zabolevaniia vrashchatelnoi manzhety plecha*. Diss. dokt. med. nauk [Posttraumatic instability and humeral rotator cuff diseases. Dr. med. sci. diss.]. Moscow, 1998. 22 p. (in Russian)
- Urwin M., Symmons D., Allison T., Brammah T., Busby H., Roxby M., Simmons A., Williams G. Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation. *Ann. Rheum. Dis.*, 1998, vol. 57, no. 11, pp. 649-655.
- Matthewson G., Beach C.J., Nelson A.A., Woodmass J.M., Ono Y., Boorman R.S., Lo I.K., Thornton G.M. Partial Thickness Rotator Cuff Tears: Current Concepts. *Adv. Orthop.*, 2015, vol. 2015, pp. 458786. DOI: 10.1155/2015/458786.
- Neer C.S. 2nd. Impingement lesions. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 1983, no. 173, pp. 70-77.
- Bigliani L.U., Morrison D.S., April E.W. The morphology of the acromion and its relationship to the rotator cuff tears. *Orthop. Trans.*, 1986, vol. 10, pp. 216.
- Banas M.P., Miller R.J., Totterman S. Relationship between the lateral acromion angle and rotator cuff disease. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 1995, vol. 4, no. 6, pp. 454-461.
- Nyffeler R.W., Werner C.M., Sukthankar A., Schmid M.R., Gerber C. Association of a large lateral extension of the acromion with rotator cuff tears. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2006, vol. 88, no. 4, pp. 800-805.
- Moor B.K., Bouaicha S., Rothenfluh D.A., Sukthankar A., Gerber C. Is there an association between the individual anatomy of the scapula and the development of rotator cuff tears or osteoarthritis of the glenohumeral joint? A radiological study of the critical shoulder angle. *Bone Joint J.*, 2013, vol. 95-B, no. 7, pp. 935-941. DOI: 10.1302/0301-620X.95B7.31028.
- Schneeberger A.G., Nyffeler R.W., Gerber C. Structural changes of the rotator cuff caused by experimental subacromial impingement in the rat. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 1998, vol. 7, no. 4, pp. 375-380.
- Fukuda H., Hamada K., Yamanaka K. Pathology and pathogenesis of bursal-side rotator cuff tears viewed from en bloc histologic sections. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 1990, no. 254, pp. 75-80.

11. 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, vol. 30, no. 3, pp. 336-346. DOI: 10.1016/j.mri.2011.12.008.
12. De Jesus J.O., Parker L., Frangos A.J., Nazarian L.N. Accuracy of MRI, MR arthrography, and ultrasound in the diagnosis of rotator cuff tears: a meta-analysis. *AJR Am. J. Roentgenol.*, 2009, vol. 192, no. 6, pp. 1701-1707. DOI: 10.2214/AJR.08.1241.
13. Fukuda H. Partial-thickness rotator cuff tears: a modern view on Codman's classic. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 2000, vol. 9, no. 2, pp. 163-168.
14. Fukuda H., Hamada K., Nakajima T., Yamada N., Tomonaga A., Goto M. Partial-thickness tears of the rotator cuff: a clinicopathological review based on 66 surgically verified cases. *Int. Orthop.*, 1996, vol. 20, no. 4, pp. 257-265.
15. Zlatkin M.B., Hoffman C., Shellock F.G. Assessment of the rotator cuff and glenoid labrum using an extremity MR system: MR results compared to surgical findings from a multi-center study. *J. Magn. Reson. Imaging*, 2004, vol. 19, no. 5, pp. 623-631. DOI: 10.1002/jmri.20040.
16. Kong B.Y., Cho M., Lee H.R., Choi Y.E., Kim S.H. Structural Evolution of Nonoperatively Treated High-Grade Partial-Thickness Tears of the Supraspinatus Tendon. *Am. J. Sports Med.*, 2018, vol. 46, no. 1, pp. 79-86. DOI: 10.1177/0363546517729164.
17. Tempelhof S., Rupp S., Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 1999, vol. 8, no. 4, pp. 296-299.
18. Yamamoto A., Takagishi K., Osawa T., Yanagawa T., Nakajima D., Shitara H., Kobayashi T. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 2010, vol. 19, no. 1, pp. 116-120. DOI: 10.1016/j.jse.2009.04.006.
19. Werner C.M., Conrad S.J., Meyer D.C., Keller A., Hodler J., Gerber C. Intermethod agreement and interobserver correlation of radiologic acromiohumeral distance measurements. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 2008, vol. 17, no. 2, pp. 237-240.
20. Cherchi L., Ciomhac J.F., Godet J., Clavert P., Kempf J.F. Critical shoulder angle: Measurement reproducibility and correlation with rotator cuff tendon tears. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.*, 2016, vol. 102, no. 5, pp. 559-562. DOI: 10.1016/j.otsr.2016.03.017.
21. Balke M., Schmidt C., Dedy N., Banerjee M., Bouillon B., Liem D. Correlation of acromial morphology with impingement syndrome and rotator cuff tears. *Acta Orthop.*, 2013, vol. 84, no. 2, pp. 178-183. DOI: 10.3109/17453674.2013.773413.
22. Hamid N., Omid R., Yamaguchi K., Steger-May K., Stobbs G., Keener J.D. Relationship of radiographic acromial characteristics and rotator cuff disease: a prospective investigation of clinical, radiographic, and sonographic findings. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 2012, vol. 21, no. 10, pp. 1289-1298. DOI: 10.1016/j.jse.2011.09.028.
23. Moor B.K., Wieser K., Slankamenac K., Gerber C., Bouaicha S. Relationship of individual scapular anatomy and degenerative rotator cuff tears. *J. Shoulder Elbow Surg.*, 2014, vol. 23, no. 4, pp. 536-541. DOI: 10.1016/j.jse.2013.11.008.
24. Ames J.B., Horan M.P., Van der Meijden O.A., Leake M.J., Millett P.J. Association between acromial index and outcomes following arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2012, vol. 94, no. 20, pp. 1862-1869. DOI: 10.2106/JBJS.K.01500.
25. Miswan M.F., Saman M.S., Hui T.S., Al-Fayyadh M.Z., Ali M.R., Min N.W. Correlation between anatomy of the scapula and the incidence of rotator cuff tear and glenohumeral osteoarthritis via radiological study. *J. Orthop. Surg. (Hong Kong)*, 2017, vol. 25, no. 1, 2309499017690317. DOI: 10.1177/2309499017690317.
26. Spiegl U.J., Horan M.P., Smith S.W., Ho C.P., Millett P.J. The critical shoulder angle is associated with rotator cuff tears and shoulder osteoarthritis, and is better assessed with radiographs over MRI. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 2016, vol. 24, no. 7, pp. 2244-2251. DOI: 10.1007/s00167-015-3587-7.

Рукопись поступила 01.10.2018

Сведения об авторах:

1. Логвинов Алексей Николаевич,
Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия,
Email: alogvinov@emcmos.ru
2. Ильин Дмитрий Олегович, к. м. н.,
Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
3. Каданцев Павел Михайлович,
Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
4. Макарьева Оксана Владимировна,
Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
5. Бурцев Михаил Евгеньевич,
Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
6. Рязанцев Михаил Сергеевич,
Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
7. Фролов Александр Владимирович, к. м. н.,
Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
8. Королев Андрей Вадимович, д. м. н., профессор,
Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия

Information about the authors:

1. Aleksei N. Logvinov, M.D.,
European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO),
Moscow, Russian Federation,
Email: alogvinov@emcmos.ru
2. Dmitrii O. Il'in, M.D., Ph.D.,
European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO),
Moscow, Russian Federation
3. Pavel M. Kadantsev, M.D.,
European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO),
Moscow, Russian Federation
4. Oksana V. Makar'yeva, M.D.,
European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO),
Moscow, Russian Federation
5. Mikhail E. Burtsev, M.D.,
European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO),
Moscow, Russian Federation
6. Mikhail O. Riazantsev, M.D.,
European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO),
Moscow, Russian Federation
7. Aleksandr V. Frolov, M.D., Ph.D.,
European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO),
Moscow, Russian Federation
8. Andrei V. Korolev, M.D., Ph.D., Professor,
European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO),
Moscow, Russian Federation