

Рентгенодиагностика субакромиального импиджмент-синдрома

В.Е. Гажонова^{1,2}, М.В. Емельяненко², Е.М. Бачурин², М.П. Онищенко²

¹ФГБУ «Объединенная больница с поликлиникой» УД Президента РФ, Москва,

²ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва

Radiographic diagnostics in subacromial impingement syndrome (SIS)

V. Gazonova^{1,2}, M. Emelianenko², E. Bachurina², M.P. Onishchenko²

¹FGBU «OBP», Moscow, Russia,

²Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

Аннотация

Цель исследования: усовершенствование алгоритма рентгенодиагностики плечевого сустава у пациентов с синдромом прижатия ротаторов плеча или субакромиальным импиджмент-синдромом (СИС).

279 пациентов с болью в плечевом суставе (средний возраст $57,3 \pm 12,8$ года) были обследованы комплексно с помощью рентгенографии, УЗИ, МРТ, МСКТ- или МР-артрографии, лечебно-диагностической артроскопии. У всех пациентов на рентгенограмме на рабочей станции были измерены углы и расстояния: наклон акромиона (НА), акромиально-плечевое расстояние, критический плечевой угол акромиона (КПУА), угол отклонения акромиона (УОА). Оценивались достоверность различий средних значений данных показателей у группы пациентов с разрывами вращательной манжеты плеча (ВМП) и без таких. Изучалась ретестовая воспроизводимость измерений с расчетом критерия Кенона. Сопоставлялась информативность наиболее значимых показателей в прогнозировании разрыва ВМП с расчетом площади (AUC) под ROC-кривыми.

КПУА и НА продемонстрировали высокую стабильность значений, не зависящую от возраста, высокую воспроизводимость при повторных измерениях. Среди пациентов, у которых КПУА был больше 35° , частота разрыва ВМП составила 74%. У пациентов с разрывами СНМ наблюдались более высокие показатели КПУА ($36,70 \pm 2,61^\circ$) и более низкие значения угла НА ($23,67 \pm 3,07^\circ$), чем у пациентов без разрыва СНМ. УОА (определенный тип акромиона) продемонстрировал корреляцию с возрастом пациента и среднюю воспроизводимость при повторных измерениях.

НА (измеряемый на рентгенограмме «на вылет») и КПУА (измеряемый на прямой рентгенограмме) могут быть рекомендованы для клинического применения для выявления группы пациентов с СИС и для прогнозирования разрыва СНМ.

Ключевые слова: субакромиальный импиджмент-синдром, вращательная манжета плеча (ВМП), рентгенография плечевого сустава, акромион, критический плечевой угол акромиона, наклон акромиона, разрывы ВМП.

Abstract

The purpose: Optimization of radiographic study of the shoulder in patients with SIS and estimation of the clinical value of radiographic measurements in SIS diagnosis and rotator cuff tears (RCT).

Materials and methods: 279 patients with a painful shoulder mean age $57,3 \pm 12,8$ y.o. underwent a complex study including radiography, ultrasound, MRI, MDCT- or MR-arthrography, arthroscopy. Special angles and distances were estimated on a Radiographic Work Station acromion tilt (AT), acromio-humeral distance, critical shoulder angle (CSA), lateral acromion angle. Mean values of these parameters were compared between patients with RCT and without. Test-retest reproducibility were calculated with Kohen's kappa. Diagnostic value of the most informative parameters was compared with estimation of AUC under the ROC curve.

Results: CSA and AT tilt demonstrated the best stability, independency with age, and excellent test-retest reproducibility. In all patients with CSA more than 35° , the frequency of RCT was 74%. In patients with RCT were detected higher values of CSA ($36,70 \pm 2,61^\circ$) and lower values of AT ($23,67 \pm 3,07^\circ$), then in patients without tears. Lateral acromion angle (acromion type) demonstrated correlation with patient's age and moderate reproducibility in test-retest studies.

Conclusion: AT (measured on the outlet X-ray view) and CSA (measured in direct views) could be recommended for clinical use for evaluation of patients with SIS and prognosing RCT.

Key words: subacromial impingement syndrome, rotator cuff, radiography of the shoulder, acromion, critical shoulder angle, acromion tilt, rotator cuff tears.

Хроническая боль в плече — наиболее частая причина обращения пациентов к ортопеду-травматологу, в большинстве случаев причиной его служит подакромиальный синдром прижатия ротаторов плеча, заболевание кодирующееся как

М 75.1 по шифру МКБ-10. В иностранной литературе это заболевание встречается как субакромиальный импиджмент-синдром (СИС) [1]. Некоторые считают, что ведущими причинами СИС являются анатомические особенности строения

плечелопаточного и акромиально-ключичного сочленений, приводящие к сужению субакромиального пространства и изменению кинематики плеча, что провоцирует переднюю нестабильность и возникновение разрыва вращательной манжеты плечевого сустава [2].

Сторонниками этой теории были предложены многочисленные методики измерений углов и расстояний при рентгенографии для прогнозирования разрыва ВМП [3-11]. Значимость этих измерений не всегда однозначна. В первую очередь нет четких критериев измерений углов и расстояний для прогноза разрыва ротатора, а также не изучена ретестовая воспроизводимость этих измерений. В нашей предыдущей работе из многочисленного спектра рентгенодиагностических углов и расстояний были выделены наиболее значимые показатели при субакромиальном импиджмент-синдроме [12]. В данной работе обсуждается роль и значимость каждого показателя при прогнозе разрыва ротаторов плечевого сустава.

Цель исследования: усовершенствование алгоритма рентгенодиагностики плечевого сустава у пациентов при СИС.

Материалы и методы

Настоящее исследование соответствовало этическим стандартам локального этического комитета ФГБУ «ЦГМА» УД Президента РФ (протокол № 5 –Л/18 от 02.10.2018 г.), разработанным в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Все лица, участвовавшие в исследовании, дали информированное согласие на участие в исследовании. 279 пациентов с хроническими болями в плечевом суставе длительностью более 3 мес, отсутствием костно-травматических изменений на рентгенограмме плечевого сустава при первичном дообследовании в виде стандартной рентгенографии были включены в комплексное проспективное исследование, проходившее на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Объединенная больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ с 2015 по 2018 г. Комплексное исследование включало клинический осмотр, тестирование по шкале ASES, УЗИ, рентгенографию и МРТ. Критериями исключения были опухоли или метастазы в кости скелета, наличие противопоказаний

к МРТ, ревматоидный артрит, переломы костей верхнего плечевого пояса, радикулопатия, отсутствие информированного согласия либо отказ от одного из исследований, либо положительные тесты на повреждение ВМП, либо выявленные ранее изменения сухожилий ВМП при МРТ или УЗИ и отсутствие костных травматических изменений.

Из 279 пациентов мужчин было 145 (52%), женщин – 134 (48%), средний возраст составил $57,3 \pm 12,8$ года (от 18 до 83 лет). Большинство пациентов (78,6%) относились к старшей возрастной категории (от 50 до 80 лет). Профессиональная занятость среди больных была следующей: пенсионеры по возрасту – 142 (51%) человека, рабочие – 25 (9%), служащие – 100 (36%), домохозяйки – 12 (4%). В 51% случае отсутствовала четкая связь между началом болей в плечевом суставе и моментом травмы.

Клинический осмотр включал проведение специфических тестов ортопедом-травматологом. Уровень болевого синдрома оценивался с помощью специальной валидированной шкалы оценки уровня болей в плече (Ш ОБП) [13]. Признаки импиджмент-синдрома выявлялись при рентгенографии плечевого сустава.

Рентгенография плечевого сустава выполнялась на аппарате AXIOM Lumino dRF фирмы Siemens. Дополнительная проекция по L. Bigliane и соавт. (1986) – «на вылет» [14], выполнялась с использованием специальной укладки. Пациент исследуемым суставом прислонялся к вертикальной стойке под углом 45°, трубка была склонена в краинокаудальном направлении под углом 15°, центральный луч направлялся на медиальный край лопатки. У всех пациентов рассчитывались специальные углы и расстояния на стандартном рентгеновском снимке и на специальном дополнительном в проекции «на вылет». Наклон акромиона (НА) – угол, определяющий нижнюю акромиальную протрузию. Он измерялся на рентгенограмме «на вылет». Первая линия проводилась через нижний контур дистальной части акромиона, вторая – через нижний край клювовидного отростка и нижний край дуги акромиона. Угол при пересечении двух линий считался углом наклона акромиона (НА). Акромиально-плечевое расстояние (АПР), которое свидетельствовало о миграции головки плечевой кости вверх, измерялось также на рентгенограмме «на вылет». Это расстояние между нижним краем акромиона и наиболее верхней точкой суставной поверхности головки плечевой кости. Критический плечевой угол акромиона (КПУА), определяющий боковую акромиальную протрузию, из-

мерялся на рентгенограмме в прямой переднезадней проекции. Первая линия проводилась через наиболее выступающую точку дуги акромиона и через нижний отдел гленоида. Вторая линия проходила через суставную впадину лопатки. В точке пересечения линий был угол КПУА. Угол отклонения акромиона (УОА), определяющий тип акромиона, измерялся также на рентгенограмме в прямой проекции. Первая линия проводилась через середину заднего ската акромиона, вторая - через середину переднего конца акромиона. Угол, полученный в точке пересечения двух линий, рассматривался как угол отклонения переднего ската акромиона. УОА до 15° соответствовал 1-му типу акромиона, УОА от 16 до 30° - 2-му типу акромиона, УОА более 30° - 3-му типу акромиона.

Все измерения производились на рабочей станции независимо двумя врачами-рентгенологами, стаж работы от 4 до 38 лет. Истинное заключение выбиралось по консенсусу. Повторные измерения проводились одним из врачей через 1 нед.

Верифицирующими методами для диагностики разрыва ВМП были УЗИ и МРТ, МСКТ-артрография или диагностическая артроскопия.

Статистические расчеты проводились с использованием программы MedCalcSoftware (M.Tschopp & P.Pfiffner). Описательная статистика (среднее значение и стандартное отклонение) проводилась для количественных значений. Изучались различия основных параметров, определяемых при рентгенографии у пациентов с наличием разрыва ВМП и без такового с помощью *t*-теста Стьюдента. Изучалась достоверность различий средних значений показателей в группах. Уровень значимости $p<0,05$ считался статистически значимым. Для оценки ретестовой воспроизведимости рассчитывался коэффициент внутриклассовой корреляции (ICC) с измерением каппа Коэна.

Результаты и обсуждение

Разрывы сухожилий ВМП были выявлены у 150 больных (54%): полный разрыв сухожилий ВМП – у 50 больных, частичный разрыв СНМ – у 100 пациентов, у остальных 129 (46%) пациентов разрывы отсутствовали.

Средние значения показателей **НА**, **КПУА** различались достоверно между группами с разрывами и без. **КПУА** значимо различался в группе с наличием разрыва ВМП и без ($p > 0,0001$): $36,70 \pm 2,61^\circ$ (95% ДИ 36,06–37,34°) в группе с разрывами и $34,13 \pm 2,54^\circ$ (95% ДИ 33,47 – 34,78°) в группе без разрывов (табл. 1).

Таблица 1

Значение показателей, рассчитываемых при рентгенографии плечевого сустава у пациентов с разрывом ВМП и без него (mean \pm SD)

Расчетные параметры	Разрыв ВМП	Нет разрыва	Значение Р*
НА	$23,67 \pm 3,07$	$26,11 \pm 6,02$	0,0001
АПР	$4,12 \pm 1,83$	$5,83 \pm 1,80$	0,0573
КПУА	$36,70 \pm 2,61^\circ$	$34,13 \pm 2,54^\circ$	0,0001
УОА	$24,71 \pm 4,07^\circ$	$18,61 \pm 5,21^\circ$	0,0498

* Значимость различий коэффициента Стьюдента между группой с разрывом и без такового.

НА значимо различался в группе с наличием разрыва ВМП и без него ($p > 0,0001$): в группе с разрывами $23,67 \pm 3,07$ и $26,11 \pm 6,02$ в группе без разрывов.

УОА (тип акромиона) также отличались в группах. При наличии разрыва ВМП на 14% чаще в нашей работе встречались акромионы 2-го и 3-го типов (68% против 54%). Все остальные показатели различались с низкой достоверностью.

Показатель **УОА** в отличие от **КПУА**, **НА** и **АПР** продемонстрировал прямую корреляцию с возрастом пациентов ($r=0,21$, $P=0,009$). Это свидетельствовало об изменчивости значений **УОА** и требовало коррекции значений в зависимости от возраста при разработке рекомендаций для его использования в клинике.

Ретестовая согласованность была значительно выше у таких показателей, как **НА** и **КПУА** (более 0,9). Анализ межэкспертной согласованности показал, что наиболее хорошая согласованность была продемонстрирована при измерении **КПУА** (**каппа – 0,96**). Для показателя **АПР** каппа Коэна составила 0,8–0,85. Все остальные продемонстрировали среднюю воспроизводимость (табл. 2).

Площадь (AUC) под ROC-кривой для диагностики разрыва при использовании **КПУА** составила 0,733 (95% ДИ 0,655 – 0,803) (рисунок).

Таблица 2

Значение каппа Коэна показателей, рассчитываемых при рентгенографии плечевого сустава

Расчетные параметры	Ретестовая согласованность каппа Коэна
НА	0,90
НАП	0,58
АПР	0,85
КПУА	0,96
УОА	0,58

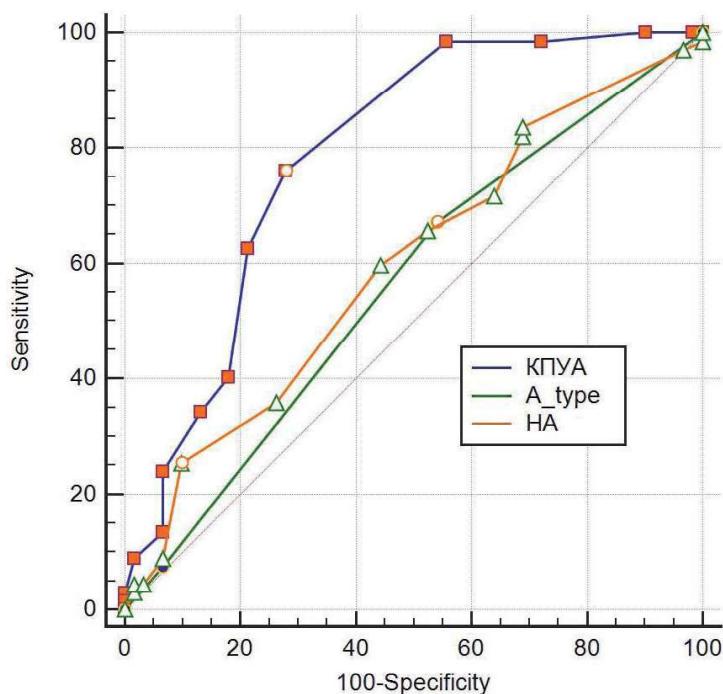


Рисунок. Сопоставление ROC-кривых для показателей КПУА, типа акромиона и НА.

При пороге отсечения в 35° чувствительность составила 76% и специфичность – 65%. Из всех пациентов, у которых КПУА был более 35° , у 78% были разрывы сухожилий ВМП. При сопоставлении площадь (AUC) под ROC-кривой для типа акромиона и НА оказалась значительно ниже (табл. 3).

Таблица 3

Значения AUC для показателей КПУА, типа акромиона, НА в диагностике разрыва ВМП

Показатели	AUC	95% ДИ	Значения Р
КПУА	0,788	0,707 - 0,856	0,001
Тип акромиона	0,563	0,473 - 0,651	0,001
НА	0,597	0,506 - 0,682	0,001

Болевая контрактура плечевого сустава у пациентов с СИС приводит к резкому снижению качества жизни и инвалидизации пациентов в возрасте 40-60 лет, ведущих активный образ жизни. В последние годы была выделена значимость анатомического строения акромиона и суставного отдела лопатки в возникновении данного болевого синдрома [3-13]. На сегодняшний момент установлены многочисленные рентгенодиагностические показатели, определяющие вариабельность анатомических взаимоотношений в суставе [6]. Была также установлена связь некоторых показателей с разрывом ВМП [3-6, 8-10]. Установлено, что значения КПУА более 35° ассо-

циируются с разрывом ВМП [8]. Также определено преимущество рентгенографии перед МРТ в измерении данного угла [15].

Средние значения КПУА в нашей работе также были значительно выше у пациентов с разрывами ВМП ($36,70 \pm 2,61^\circ$), чем без них. Такие же высокие показатели КПУА упоминались у пациентов с разрывами ВМП в работах В.К. Moor и соавт. (38°) [4,5], M. Daggett и соавт. ($37,9^\circ$) [8], L. Cherchi и соавт. КПУА в группе с разрывами составил $36,4 \pm 4,4^\circ$ и без – $33,3 \pm 3,8^\circ$ [9], что подтверждает гипотезу о том, что КПУА связан с разрывами ВМП. Из всех пациентов, у которых КПУА был больше 35° , частота разрыва ВМП составила 84% по данным В.К. Moor и соавт. [4, 5], 68% по данным L. Cherchi и соавт. [9] и 74,4% по нашим данным [12].

Все эти исследования внесли вклад в понимание механизма развития СИС и последующего разрыва ВМП. Ослабление мышечного корсета и дегенеративно-дистрофические изменения приводят к дисбалансу кинематики плечевого сустава, передневерхней плечелопаточной нестабильности, которая компенсаторно ограничивается формированием корако-акромиальной энтезопатии, костными «шипами» под акромиальным отделом, приводя к сужению субакромиального пространства и образуя порочный круг.

Заключение

Таким образом, всем пациентам с подозрением на наличие СИС выполняют рентгеногра-

фию плеча в прямой проекции с измерением КПУА, АПР. При наличии признаков СИС для более точной оценки ключично-акромиального отдела, анатомических особенностей акромиона выполняют дополнительный снимок в проекции «на вылет» с измерением УОА. Пациентам группы риска в обязательном порядке выполняют на этапах дообследования УЗИ и/или МРТ с целью исключения повреждений хрящевого и капсульно-связочного аппарата.

Литература

1. Khan Y., Nagy M.T., Malal J., Waseem M. The painful shoulder: shoulder impingement syndrome. *Open Orthop. J.* 2013; 7: 347–351. <https://doi.org/10.2174/1874325001307010347>
2. Mackenzie T.A., Herrington L., Horsley I., Cools A. An evidence-based review of current perceptions with regard to the subacromial space in shoulder impingement syndromes: Is it important and what influences it? *Clin. Biomech.* 2015; 30: 641–648.
3. Nyffeler R.W., Werner C.M.L., Sukthankar A. et al. Association of a large lateral extension of the acromion with rotator cuff tears. *J. Bone. Joint. Surg. Am.* 2006; 88(4): 800–805–11.
4. Moor B.K., Bouaicha S., Rothenfluh D.A. et al. 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; 95-B (7): 935–941.
5. Moor B.K., Wieser K., Slankamenac K. et al. Relationship of individual scapular anatomy and degenerative rotator cuff tears. *J. Shoulder. Elbow. Surg.* 2014; 23: 536–541 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.11.008>
6. Fujisawa Y., Mihata T., Murase T. et al. Three-dimensional analysis of acromial morphologic characteristics in patients with and without rotator cuff tears using a reconstructed computed tomography model. *Am. J. Sports. Med.* 2014; 42: 2621–2626. <https://doi.org/10.1177/0363546514544683>
7. Michener L.A., Subasi Yesilyaprak S.S., Seitz A.L. et al. Supraspinatus tendon and subacromial space parameters measured on ultrasonographic imaging in subacromial impingement syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; 23: 363–369. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2542-8>
8. Daggett M., Werner B., Collin P. et al. Correlation between glenoid inclination and critical shoulder angle: a radiographic and computed tomography study. *J. Shoulder. Elbow. Surg.* 2015; 24 (12): 1948–1953.
9. Cherchi L., Ciornohac J.F., Godet J. et al. Critical shoulder angle: Measurement reproducibility and correlation with rotator cuff tendon tears. *Orthopaedics & Traumatology: Surg. Res.* 2016; 102 (5): 559–562.
10. Balke M., Liem D., Greshake O. et al. Differences in acromial morphology of shoulders in patients with degenerative and traumatic supraspinatus tendon tears. *Knee Surg Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016; 24: 2200–2205. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3499-y>
11. Li X., Xu W., Hu N. et al. Relationship between acromial morphological variation and subacromial impingement: A three-dimensional analysis. *Plos ONE* 2017; 12(4): e0176193. DOI: 10.1371/journal.pone.0176193
12. Гажонова В.Е., Бачурина Е.М., Емельяненко М.В., Попова И.Э., Соина Т.А., Курносова И.М. Значимость рентгенографических показателей для выявления анатомических изменений в плечелопаточном и акромиальном отделах у пациентов с субакромиальным импиджмент синдромом и разрывами вращательной манжеты плеча. *Медицинская визуализация.* 2018; 22(3): 98–108 [Gazhonova V.E., Bachurina E.M., Emelianenko M.V., Popova I.E., Soina T.A., Kurnosova I.M. Value of radiographic measurements in depiction of glenohumeral and acromial anatomical changes in patients with subacromial impingement syndrome and rotator cuff tears. *Medical Visualization.* 2018; (3): 98–108. In Russian] <https://doi.org/10.1607-0763-2018-3-98-108>
13. Емельяненко М.В., Лазко Ф.Л., Гажонова В.Е.. Валидация русскоязычной шкалы-опросника уровня боли в плечевом суставе для выявления пациентов с субакромиальным импиджмент-синдромом. *Травматология и ортопедия России.* 2018; 24(2): 80–94 [Emel'yanenko M.V., Lazko F.L., Gazhonova V.E. Validation of the russian shoulder pain level test-questionnaire for detection of patients with subacromial impingement syndrome. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2018; 24(2): 80–94. In Russian.] <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-2-80-94>
14. Bigliani L., Morrison D., April E. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop. Trans.* 1986; 10: 216.
15. Spiegl U.J., Horan M.P., Smith S.W. et al. 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.* 2015; 1–8, 10.1007/s00167-015-3587-7

Для корреспонденции/Corresponding author

Гажонова Вероника Евгеньевна/ Gazhonova Veronika vx969@yandex.ru

Конфликт интересов отсутствует