

Е.А. АНДРОННИКОВ, В.Н. ДИОМИДОВА, Н.С. НИКОЛАЕВ,
Р.Н. ДРАНДРОВ, Н.В. ГОГУЛИНА

ИНФОРМАТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ СУБАКРОМИАЛЬНОГО ИМПИДЖМЕНТ-СИНДРОМА

Ключевые слова: лучевая диагностика, импиджмент-синдром, плечевой сустав, субакромиальный фиброз, вращательная манжета, этиопатогенетические факторы, анатомическое строение плечевого сустава.

До 30% взрослого населения страдают импиджмент-синдромом с выраженными болевыми ощущениями. Выявление заболевания на ранних стадиях затруднено. Ранняя диагностика начальных признаков дегенеративных изменений в субакромиальном пространстве избавляет больного от оперативного вмешательства и дополнительного риска послеоперационных осложнений.

Цель исследования – на основе анализа публикаций отечественных и зарубежных авторов оценить информативность методов лучевой диагностики субакромиального импиджмент-синдрома в зависимости от этиопатогенетических факторов и анатомического строения плечевого сустава.

Материалы и методы. Проанализированы российские и зарубежные публикации по анатомическим, этиологическим, патогенетическим, клиническим, диагностическим особенностям синдрома субакромиального конфликта из баз данных: eLibrary (<https://www.elibrary.ru>), Oxford Medicine Online (<https://academic.oup.com/>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) и др. Методы исследования – анализ и синтез, аксиоматический и абстрагирование.

Результаты. Выявлено, что развитие субакромиального импиджмент-синдрома обусловлено особенностями строения плечевого сустава, отличающегося от других суставов анатомической и функциональной сложностью. При этом изменения вращательной манжеты плечевого сустава возникают под воздействием различных этиопатогенетических факторов, которые могут быть как внешними (уменьшение субакромиального пространства, увеличение в объеме корачо-акромиальной дуги, нестабильность, перегрузка плечевого сустава), так и внутренними (изменение васкуляризации, патология микроструктуры коллагеновых волокон, дегенерация сухожилий вращательной манжеты и др.) В настоящее время отсутствует единый подход к алгоритму лучевой диагностики ранних признаков импиджмент-синдрома и повреждений вращательной манжеты плечевого сустава. Хотя рентгенография является простым и информативным методом оценки состояния плечевого сустава, его чувствительность на ранней стадии импиджмент-синдрома недостаточна. Магнитно-резонансная томография высокоинформативна и чувствительна в диагностике повреждений вращательной манжеты плечевого сустава, однако имеет ряд ограничений: наличие некоторых противопоказаний, высокая стоимость, длительное время исследования и др. Ультразвуковое исследование на сегодняшний день считается предпочтительным методом в диагностике импиджмент-синдрома благодаря высокой информативности, скорости выполнения, возможности многократного повторения.

Выводы. Анализ информативности методов лучевой диагностики показал, что в выявлении ранних признаков субакромиального импиджмент-синдрома с учетом этиопатогенетических факторов и анатомического строения плечевого сустава оптимальным и предпочтительным является метод ультразвукового исследования, в более сложных и спорных случаях по определенным показаниям рекомендуются методы рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии. При отсутствии возможности применения высокотехнологичных диагностических методов проводится классическая рентгенография плечевого сустава.

Актуальность. Импиджмент-синдром (ИС) выявляется у многих пациентов с клиникой боли в плечевом суставе [5]. Эпидемиологические сведения показывают, что этим заболеванием страдают 5,0–30,0% взрослого населения.

Синдром ущемления ротаторной манжеты занимает третье место среди травматологических патологий [15].

Неопределенные или минимально выраженные проявления дегенеративных фиброзных изменений субакромиального пространства на раннем сроке затрудняют их диагностику [11].

Имеющиеся сведения о патогенезе ИС плечевого сустава противоречивы, причины и механизм его развития до сих пор недостаточно изучены. В исследованиях отечественных и зарубежных авторов представлено, что в патоморфологическом формировании данной патологии основными являются хроническое воспалительное поражение субакромиальной сумки, развитие спаечно-фиброзных изменений в субакромиальном пространстве [6, 23].

В диагностике импиджмент-синдрома помимо клинического и лабораторного методов применяются такие методы лучевой диагностики, как рентгенологические (в том числе – компьютерная томография), ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография плечевого сустава [1].

Оптимизация диагностики ИС на ранних этапах – достаточно сложная задача, требующая персонального подхода к каждому больному. Ранняя и достоверная диагностика начальных признаков дегенеративных изменений в субакромиальном пространстве избавляет больного от оперативного вмешательства и, соответственно, от дополнительного риска послеоперационных осложнений [10].

Цель исследования – на основе анализа публикаций отечественных и зарубежных авторов оценить информативность методов лучевой диагностики субакромиального импиджмент-синдрома в зависимости от этиопатогенетических факторов и анатомического строения плечевого сустава.

Материал и методы исследования. Предметом исследования являются теоретические сведения, доступные онлайн в базах данных: eLibrary (<https://www.elibrary.ru>), Oxford Medicine Online (<https://academic.oup.com>), Cochrane Library (<https://www.cochranelibrary.com>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>), Springer (<https://link.springer.com>). Методы исследования – анализ и синтез, аксиоматический и абстрагирование.

Результаты исследования

Анатомические и этиопатогенетические особенности плечевого сустава при ИС. Строение плечевого сустава отличается анатомической и функциональной сложностью, что делает его мишенью для развития различных патологических изменений под воздействием ряда факторов, приводящих к нарушению стабильности и прочности суставных структур. Повреждение вращательной манжеты может быть вызвано как внешними причинами (уменьшение субакромиального пространства, увеличение в объеме корачо-акромиальной дуги, нестабильность, перегрузка плечевого сустава), так и внутренними (изменения васкуляризации, патология микроструктуры коллагеновых волокон, дегенерация сухожилий и др.).

Одним из частых оснований обращения пациентов за медицинской помощью является наличие боли в плечевом поясе [8].

В имеющейся литературе отмечено, что в развитии синдрома ущемления ротаторной манжеты немаловажное значение имеет ряд таких анатомических особенностей плечевого сустава, как аномальные и морфологические изменения акромиона, акромиально-ключичного сустава (в виде шпор и остеофитов), субакромиальной структуры. Мышечная дисфункция или слабость мышечно-

связочного аппарата плечевого сустава также могут быть причиной ИС. Острые или хронические воспалительные процессы субакромиальной сумки, сухожилий, клювовидно-акромиальной связки, механическая травма вращательной манжеты в передней трети акромиона, ключично-акромиальной связки и акромиально-ключичном суставе также могут стать причиной развития ИС [9, 41]. С увеличением возраста пациента пропорционально увеличивается частота повреждений манжеты ПС, а метаболический фактор в виде формирования системного воспалительного процесса может вызывать биологические, дегенеративные, физиологические, сосудистые воздействия на ПС с возможностью последующего развития ИС [9, 41].

Установлено, что имеется корреляционная связь между анатомическими формами акромиона (три типа) и травмой вращательной манжеты. У 36% пациентов обнаружен первый тип акромиона (плоский), у 24% – 2-й тип (изогнутый), и у 40% – 3-й (крючковидный) [14].

Отмечено, что дегенеративные нарушения АКС, наличие остеофитов в нем, повреждение его связки вызывают ограничение в движении вращательной манжеты плечевого сустава [28].

Нарушение оссификации акромиона способствует образованию различных вариантов ложных суставов (преакромион, мезоакромион, метаакромион), что у 1,3–15% пациентов приводит к появлению так называемого синдрома «соударения плеча» и является причиной болевого синдрома в ПС [14].

Повреждение ПС и его подвывихи могут способствовать развитию вторичного ИС. Динамическое сужение ПС может быть вызвано изменениями кинематики лопатки или плечевой кости, нарушениями осанки, дефицитом вращательной манжеты и мышц лопатки, а также стеснением малой грудной мышцы [12].

Особое внимание уделяется влиянию на ПС воспалительных цитокинов и факторов роста, которые могут играть важную роль в развитии воспалительной реакции в субакромиальной сумке и появлении боли в плече при движении [18].

Субакромиальный синдром может быть результатом чрезмерной физической нагрузки, которая ведет к формированию повреждения анатомической структуры и хронических воспалительных изменений в ПС [32].

Патогенетически ИС состоит из трех стадий. Первая – это развитие отека и кровоизлияния в сумке и вращательной манжете, что наиболее часто встречается среди пациентов моложе 25 лет. Вторая стадия – это развитие дегенеративных изменений вращательной манжеты в виде фиброза, часто встречается у пациентов в возрастном диапазоне 25–40 лет. Третья стадия сопровождается хроническими дегенеративными изменениями, обычно это наблюдается у пациентов старше 40 лет. Поздняя стадия отмечается также у людей, занимающихся спортом [39].

Клинические особенности диагностики ИС. Диагностика патологий ПС в медицинской практике представляется сложной задачей. Больные с данной патологией нередко имеют ряд неспецифических симптомов. Болевой синдром характеризуется болью тупого характера, незаметно развивается в течение нескольких недель или месяцев, локализуется в передне-боковых отделах и иррадирует в латеральную среднюю часть плечевой кости. Болевой синдром обычно усиливается ночью и может даже разбудить пациента ото сна, особенно когда он лежит с вытянутой над головой рукой или на пораженной конечности. Боль может нарушать повседневные действия пациента и уменьшить активный

диапазон движений, силы руки и функции. 89% пациентов с ИС отмечают преобладание ночной боли в области плеча [17].

При изучении анамнеза развития болезни каждого пациента необходимо также выяснить, есть ли скованность в суставе, слабость или нестабильность, определить точную локализацию боли, ее начало, длительность, интенсивность [36].

Физикальное обследование включает осмотр и пальпацию плечевого сустава, определение диапазона движений в нем. Существует ряд клинических тестов, направленных на установление диагноза. Эти тесты могут спровоцировать боль или выявить силу или слабость околосуставных мышечных структур. К примеру, можно использовать классический тест Нира, когда больного просят сесть на смотровой стол, совершая внутреннее вращение руками. Врач кладет одну руку на лопатку пациента, а другую руку на руку больного ниже локтя и пассивно сгибает плечо вперед. Появление боли при полном сгибании является положительным результатом. Данный тест обладает чувствительностью 75-89%. Следующий тест – выявление болевой дуги, где больной активно поднимает и опускает руку при отведении. Положительным тест считается при возникновении боли на 60° и 120° при движении верхней конечности вверх или вниз, или в обоих случаях. Тест Хокинса–Кеннеди травматолог стоит перед пациентом, рука которого расположена под углом 90°, со сгибанием вперед в локтевом и плечевом суставах и выполнением внутренней ротации в ПС пациента. Появление боли свидетельствует о поражении субакромиальных структур. В клинике также используются и другие тесты: Йокума, Джоба, Кодмана, Гербера, Гилкрита и др. [13].

В практике используются многие показатели оценки состояния ПС. Шкалы DASH, ASES, WORC, SDQ, UCLA, ICF и др. включают в рутинную работу для оценки состояния ПС с любой патологией. Они имеют высокую воспроизводимость, чувствительность и конструктивную валидность. Несмотря на это, данные шкалы широко применяются в оценке состояния ПС при субакромиальном импиджмент-синдроме [26, 42].

В состав клинического обследования необходимо включить определение качества жизни пациента как параметр индивидуального физического и психического благополучия. В настоящее время он является важным компонентом эпиднадзора за состоянием здоровья больного. Оценочные шкалы SF-6D 9 (краткая форма-36, SF-36), EQ-5D, 15 D, QWB, HUI и другие широко применяют опросники, которые охватывает многие показатели, оценивающие физическое функционирование, ролевые ограничения, социальное функционирование, боль, психическое здоровье, жизнеспособность и др. Результаты масштабируются баллами, указывающими на 4 оценки: неудовлетворительная, удовлетворительная, хорошая, отличная [30].

Возможности лучевой диагностики при ИС. В настоящее время отсутствует единый подход к алгоритму лучевой диагностики ранних признаков ИС и разрывов вращательной манжеты плечевого сустава.

В комплекс методов лучевой диагностики входят рентгенография, УЗИ и МРТ, применяемые на раннем сроке заболевания для уточнения анатомического и функционального состояния ПС и исключения наличия повреждений при ИС [16].

Рентгенография ПС считается наиболее простым и информативным методом исследования, который позволяет выявить первичные признаки ИС. На ранней стадии патологии чувствительность данной методики низкая, однако

признаки патологии можно обнаружить и при прогрессировании процесса. Данные изменения проявляются как признаки оссифицирующего тендинита ротаторной манжеты, сужения субакромиального пространства, дегенерации акромиально-ключичного сустава, локального остеопороза и др. Было доказано, что сужение акромиально-плечевого интервала менее 6–7 мм клинически соответствует вывиху сухожилия двуглавой мышцы плеча с наличием всех слоев [4, 41].

Ряд ученых выявили достоверную корреляцию между диагностической эффективностью рентгенографии, стадией ИС и типом анатомической формы акромиона. Для уточнения типа акромиона в литературе предложены многочисленные рентгенологические методики, которые направлены на измерение расстояний и углов и выявление признаков ИС. Вместе с тем диагностическая ценность подобных измерений часто не является однозначной [4, 41]. В.К. Moor et al. (2013) на основе объединения этих признаков предложили использовать критический плечевой угол акромиона (КПУА) [33]. М. Balke et al. (2016) выявили, что значение КПУА, равное 30° и менее, указывает на остеоартроз плечелопаточного сочленения, а 35° и более – на разрыв вращательной манжеты плеча (ВМП) [19]. L. Cherchi et al. (2016) и М. Balke (2016) было отмечено, что ущемляющий акромион выступает латерально, вперед и вниз [22, 19]. В работах В.К. Moor (2014), U.J. Spiegl (2016) и М. Daggett (2017) показано высокое клиническое значение параметра КПУА, составляющего 37,3–38° [34, 40, 24].

Несмотря на это, традиционная рентгенография, позволяющая оценить тип акромиона, состояние субакромиального отдела, наличие дегенеративных нарушений в ключично-акромиальном сочленении, считается малоэффективной в определении хрящевых и мягкотканых структур ПС [37].

МРТ высокоинформативна и чувствительна в диагностике повреждений ротатора, однако имеет ряд ограничений в виде высокой стоимости, длительности процесса исследования, технических сложностей и др.

МРТ в практике является золотым стандартом в определении повреждений ПС. Выявлено, что информативность и чувствительность данного метода при разных повреждениях ротатора высоки (92–96 и 67–84% соответственно). Показано, что диагностические ошибки нередко обусловлены физическими характеристиками оборудования. Воспалительные изменения сухожилий в T1- и T2-взвешенных изображениях нередко имеют схожую картину, вследствие чего у больных с тендинитом при МРТ-исследовании нередко ошибочно диагностируются разрывы ВМП [43]. Во избежание таких ошибок используется комбинация разных изображений в импульсной последовательности. Недостатками МРТ, как считают некоторые авторы, являются длительное время исследования, высокая цена процедуры, технические сложности в процессе участия врача-травматолога в выполнении внутрисуставной инъекции, что ввиду инвазивности МР-артрографии не исключает возможные побочные реакции исследования [29].

Ультразвуковое исследование на сегодняшний день считается предпочтительным методом в диагностике ИС благодаря высокой информативности метода, скорости выполнения, возможности многократного повторения, поэтому широко применяется в клинической практике для обследования больных с патологией ПС. Определение прямых признаков ИС при помощи УЗИ затруднительно, использование УЗИ для визуализации остеофитов неинформативно, что требует дальнейшего изучения возможностей на пути совершенствования УЗИ-методик в этих целях. При этом УЗИ позволяет выявить косвенные признаки субакромиального импиджмент-синдрома.

Современные компьютерные УЗ-аппараты отличаются матричными и высокочастотными датчиками, ультразвуковой и доплерографической возможностями, что существенно повышает точность диагностики с помощью УЗИ в выявлении патологии ПС [3].

В работе F. Desmeules et al. (2004) показана прямая взаимосвязь между скоростью, качеством восстановления акромиально-плечевого интервала после проведенной медицинской реабилитации и улучшением функциональных показателей плечевого сустава [25]. С. Görmeli et al. (2014) показали, что использование метода УЗИ в исследованиях акромиально-плечевого расстояния не имеет четкой взаимосвязи со стадией ИС [27]. При этом точное измерение акромиально-плечевого интервала в процессе исследования вызывает определенные сложности по причине отсутствия распространения УЗ-волн за пределами костных структур [7].

Лучевая диагностика с применением УЗИ или МРТ играет определяющую роль в диагностике причин боли у пациентов при подозрении на повреждение ВМП с учетом доступных цен и отсутствия лучевой нагрузки. Недостатком метода УЗИ можно считать фактор субъективности врачебной оценки в связи с достаточным или недостаточным опытом в области диагностики мышечно-скелетных заболеваний [2].

На основании доступной литературы выявлено, что использование высокочастотной ультразвуковой аппаратуры по точности диагностики поврежденных ПС сопоставимо с МРТ (со специфичностью 91,6–96,4% при УЗИ и 92,8–96,1% – при МРТ). Исследования M. Rutten (2010) и S. Bashir (2014) подтверждают эти выводы [38, 20].

При проведении УЗ-исследования квалифицированным ортопедом-травматологом чувствительность метода при выявлении разрыва ВМП как причины ИС не уступает чувствительности МРТ при проведении такого же исследования рентгенологом. За рубежом наблюдается тенденция к выполнению УЗИ самими травматологами во время приема, так как это сокращает время обследования пациентов с разрывами ВМП и сокращает время выбора соответствующего лечения [31].

Обсуждение. Сложность анатомического строения плечевого сустава вместе с мультифакторностью субакромиального импиджмент-синдрома способствует появлению исследований в области изучения строения структур плечевого сустава и новых способов диагностики повреждений. Отсутствует единый диагностический алгоритм при исследовании пациентов с жалобами на боли в области плечевого сустава для верификации синдрома ущемления ротаторной манжеты плеча, который бы облегчил обнаружение ранних признаков и исключил дополнительные дорогостоящие методы диагностики [2].

Высота субакромиального пространства и структурные изменения в области субакромиальной сумки рассматриваются как начальные признаки дегенеративно-дистрофических процессов. Рентгенография и компьютерная томография дают возможность оценить состояние костных структур плечевого сустава и их анатомическое расположение. За счет внедрения в диагностический алгоритм таких методов визуализации структур плечевого сустава, как МРТ и УЗИ, появляется возможность оптимизации оценки состояния мягкотканых структур ПС, которое невозможно оценить рентгенологически. Информативность и чувствительность МРТ при разных повреждениях ВРМ высоки (92–96 и 67–84% соответственно) [43].

Недостатками МРТ считаются длительное время исследования, высокая цена процедуры, а также необходимость введения контрастного средства

с использованием стандартного набора программ при малоинформативной картине. В случаях, когда при участии врача-травматолога приходится прибегать к внутрисуставному введению контрастного средства, могут возникнуть определенные технические сложности, в том числе некоторые побочные реакции ввиду инвазивности МР-артрографии [35].

Очевидные преимущества УЗИ – доступность и функциональность метода, быстрое получение результатов при высокой информативности (87–94%), а также возможность динамического контроля биомеханических характеристик сустава. При наличии явных преимуществ метод УЗИ имеет некоторые недостатки – невозможность визуализации патологии на самой ранней стадии заболевания (при формировании биохимических изменений тканей и синовиальной жидкости), а также зависимость от профессионального опыта и уровня выполняющего исследование специалиста [21].

Выводы. Анализ информативности методов лучевой диагностики показал, что в выявлении ранних признаков субакромиального импиджмент-синдрома с учетом этиопатогенетических факторов и анатомического строения плечевого сустава оптимальным и предпочтительным является метод ультразвукового исследования, в более сложных и спорных случаях, по определенным показаниям – методы рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии. При отсутствии возможностей применения вышеупомянутых высокотехнологичных диагностических методов проводится классическая рентгенография плечевого сустава.

Литература

1. Алиев Р.А., Ахпашев А.А., Звездкина Е.А. Критерии МРТ-диагностики плечевого сустава при адгезивном капсулите // Травма 2018: мультидисциплинарный подход: сб. тезисов Междунар. конф. / Рос. нац. исслед. мед. ун-т имени Н.И. Пирогова. М., 2018. С. 19.
2. Барулин А.Е., Курушина О.В., Думцев В.В. Боль в плече // Медицинский совет. 2017. № 20. С. 50–54. DOI: 10.21518/2079-701X-2017-20-50-54.
3. Васильева Л.Н. Технический потенциал ультразвуковой диагностики в медицине // Проблемы научного и внеучебного познания: сб. науч. ст. кафедры философии, социологии и педагогики. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2022. Вып. 11. С. 165–172.
4. Емельяненко М.В. Оптимизация алгоритма диагностики и мониторинга лечения пациентов с патологическими изменениями сухожилия надостной мышцы при субакромиальном импиджмент синдроме: дис. ... канд. мед. наук. М., 2018. 155 с.
5. 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. Т. 24, № 2. С. 80–94. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-80-94.
6. Казакова С.С. Руднов А.В. Бобровская Е.В. МРТ и КТ в диагностике оссифицирующего капсулита плечевого сустава. Клинический случай // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29175> (дата обращения: 02.06.2023).
7. Кормилина А.Р. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование при переломах длинных трубчатых костей: дис. ... канд. мед. наук. Казань, 2021. 123 с.
8. Кутя С.А., Ткач А.В. Функциональная анатомия плечевого сустава в норме и при повреждении вращательной манжеты // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2019. Т. 9, № 3. С. 61–67.
9. Николаев А.В. Топографическая анатомия и оперативная хирургия. 3-е изд., испр. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 736 с.
10. Оперативное лечение повреждений вращательной манжеты плечевого сустава / К.А. Егизарян, Г.Д. Лазишвили, А.П. Ратыев и др. // Кафедра травматологии и ортопедии. 2017. Т. 28, № 2. С. 15–18.
11. Оценка эффективности хирургического лечения пациентов с массивными разрывами сухожилий вращательной манжеты плеча с использованием транспозиции сухожилия широчайшей

мышцы спины / Д.В. Меньшова, Н.С. Пономаренко, И.А. Куклин и др. // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). 2022. Т. 7, № 6. С. 250–257.

12. Патология плечевого сустава и мягких тканей: клинические варианты, современные возможности патогенетической терапии / Шостак Н.А., Правдюк Н.Г., Тимофеев В.Т. и др. // Клинический. 2021. Т. 15, № 1–4. С. 47–54.

13. Современные представления о дифференциальной диагностике и лечении пациентов с болю в области плеча / И.Н. Самарцев, С.А. Живолупов, А.Ю. Емелин и др. // РМЖ. 2017. Т. 25, № 9. С. 564–571.

14. Способ лечения пациентов с массивными разрывами вращательной манжеты плеча: клинический случай / Д.В. Меньшова, И.А. Куклин, Н.С. Пономаренко и др. // Клиническая практика. 2022. Т. 13, № 3. С. 89–94.

15. Ультразвуковая диагностика субакромиального фиброза у пациентов с синдромом ущемления ротаторной манжеты плеча / Андронников Е.А., Диомидова В.Н., Драндров Р.Н. и др. // Acta medica Eurasica. 2023. № 1. С. 11–18. [Электронный ресурс]. URL: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2023/1/2>. DOI: 10.47026/2413-4864-2023-1-11-18.

16. Филимонова А.М. Возможности магнитно-резонансной томографии и магнитно-резонансной артрографии в диагностике повреждений плечевого сустава: автореф. дис... канд. мед. наук. М., 2015. 22 с.

17. Akhtar M., Karimi H., Gilani S.A. et al. The effectiveness of routine physiotherapy with and without neuromobilization in patients with shoulder impingement syndrome. *J Pak Med Assoc*, 2020, vol. 70(12(B)), pp. 2322–2327. DOI: 10.47391/JPMA.918.

18. AlAnazi A., Alghadir A.H., Gabr S.A. Handgrip Strength Exercises Modulate Shoulder Pain, Function, and Strength of Rotator Cuff Muscles of Patients with Primary Subacromial Impingement Syndrome. *Biomed Res In*, 2022, vol. 30, 9151831. DOI: 10.1155/2022/9151831.

19. 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, vol. 24(7), pp. 2200–5. DOI: 10.1007/s00167-014-3499-y. Epub 2014 Dec 30. PMID: 25547273.

20. Bashir S., Syed R.F., Firdose Kamal Y. et al. Correlation between high-resolution ultrasound and MRI in the diagnosis of rotator cuff rupture. *International Journal of Medical Sciences and Research*, 2014, no. 4, pp. 103–112.

21. Bertoni L., Jacquet-Guibon S., Branly T. et al. An experimentally induced osteoarthritis model in horses performed on both metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints: Technical, clinical, imaging, biochemical, macroscopic and microscopic characterization. *PLoS One*, 2020, vol. 15(6), e0235251. DOI: 10.1371/journal.pone.0235251. PMID: 32584901; PMCID: PMC7316256.

22. Cherchi L., Ciornohac J.F., Godet J. et al. Critical shoulder angle: Measurement reproducibility and correlation with rotator cuff tendon tears. *Orthopaed. Traumatol: Surg. & Res*, 2016, vol. 10(5), pp. 559–562.

23. Creech J.A., Silver S. Shoulder Impingement Syndrome. 2022 Apr 21. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. PMID: 32119405.

24. 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, vol. 24(12), pp. 1948–1953. DOI: 10.1016/j.jse.2015.07.013. Epub 2015 Sep 6. PMID: 26350880.

25. Desmeules F., Minville L., Riederer B. et al. Acromio-humeral distance variation measured by ultrasonography and its association with the outcome of rehabilitation for shoulder impingement syndrome. *Clin J Sport Med*, 2004, vol. 14(4), pp. 197–205. DOI: 10.1097/00042752-200407000-00002. PMID: 15273525.

26. Garving C., Jakob S., Bauer I. et al. Impingement Syndrome of the Shoulder. *Dtsch Arztebl Int.*, 2017, vol. 114(45), pp. 765–776. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0765.

27. Görmeli C., Görmeli G., Yücesoy C. et al. Comparison of the results of ultrasonographic evaluation and arthroscopy in patients scheduled for surgery of the supraspinatus tendon rupture. *Ann Saudi Med*, 2014, vol. 34(6), pp. 522–526. DOI: 10.5144/0256-4947.2014.522. PMID: 25971827. PMCID: PMC6074584.

28. Heron S.R., Woby S.R., Thompson D.P. Comparison of three types of exercise in the treatment of rotator cuff tendinopathy/shoulder impingement syndrome: A randomized controlled trial. *Physiotherapy*, 2017, vol. 103(2), pp. 167–173. DOI: 10.1016/j.physio.2016.09.001.

29. Jensen J., Kristensen M.T., Bak L. et al. MR arthrography of the shoulder; correlation with arthroscopy. *Acta Radiol Open*. 2021, vol. 10(11), 20584601211062059. DOI: 10.1177/20584601211062059. PMID: 34881048. PMCID: PMC8646798.

30. Kaplan R.M., Hays R.D. Health-Related Quality of Life Measurement in Public Health. *Annu Rev Public Health*. 2022, vol. 43, pp. 355–373. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-052120-012811. Epub 2021 Dec 9. PMID: 34882431.

31. Karuppaiah K., Sinha J. Scaffolds in the management of massive rotator cuff tears: current concepts and literature review. *EFORT Open Rev*, 2019, vol. 4(9), pp. 557–566. DOI: <https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180040>.
32. Lin D.J., Wong T.T., Kazam J.K. Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. *Radiology*, 2018, vol. 286(2), pp. 370–387. DOI: <https://doi.org/10.1148/radiol.2017170481>.
33. 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 Jt J.*, 2013, vol. 95-B(7), pp. 935–941.
34. Moor B.K., Wieser K., Slankamenac K. et al. Relationship of individual scapular anatomy and degenerative rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.*, 2014, vol. 23(4), pp. 536–541. DOI: 10.1016/j.jse.2013.11.008. Epub 2014 Jan 28. PMID: 24480324.
35. Oserowsky A., Layfield L.J., Crim J. Post-arthrogram synovitis: MRI and histopathologic findings. *Skeletal Radiol.*, 2022, vol. 51(1), pp. 219–223. DOI: 10.1007/s00256-021-03877-7. Epub 2021 Jul 31. PMID: 34331550.
36. Pekyavas N.O., Ergun N. Comparison of virtual reality exergaming and home exercise programs in patients with subacromial impingement syndrome and scapular dyskinesis: Short term effect. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2017, vol. 51(3), pp. 238–242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aott.2017.03.008>.
37. Randhawa S., Garvin G., Roth M. et al. Maigne Syndrome – A potentially treatable yet under-diagnosed cause of low back pain: A review. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2022, vol. 35(1), pp. 153–159. DOI: 10.3233/BMR-200297.
38. Rutten M.J., Collins J.M., de Waal Malefijt M. et al. Unsuspected sonographic findings in patients with posttraumatic shoulder complaints. *Journal of Clinical Ultrasound*, 2010, vol. 38(9), pp. 457–465. DOI: 10.1002/jcu.20745. PMID: 20848574.
39. Saracoglu I., Emuk Y., Taspinar F. Does taping in addition to physiotherapy improve the outcomes in subacromial impingement syndrome? A systematic review. *Physiother Theory Pract*, 2018, vol. 34(4), pp. 251–263. DOI: 10.1080/09593985.2017.1400138.
40. 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*, 2016, vol. 24(7), pp. 2244–2251. DOI: 10.1007/s00167-015-3587-7. Epub 2015 Mar 29. PMID: 25820655.
41. Terrell S.L., Olson G.E., Lynch J. Therapeutic Exercise Approaches to Nonoperative and Post-operative Management of Femoroacetabular Impingement Syndrome. *J Athl Train*, 2021, vol. 56(1), pp. 31–45. DOI: 10.4085/1062-6050-0488.19.
42. Thamyongki S., Wanitchanont T., Chulsomlee K. et al. The University of California-Los Angeles (UCLA) shoulder scale: translation, reliability and validation of a Thai version of UCLA shoulder scale in rotator cuff tear patients. *BMC musculoskeletal disorders*, 2022, vol. 23(1), p. 65. DOI: 10.1186/s12891-022-05018-0.
43. Zoga A.C., Kamel S.I., Hynes J.P. et al. The Evolving Roles of MRI and Ultrasound in First-Line Imaging of Rotator Cuff Injuries. *AJR Am J Roentgenol*, 2021, vol. 217(6), pp. 1390–1400. DOI: 10.2214/AJR.21.25606. Epub 2021 Jun 23. PMID: 34161130.

АНДРОНИКОВ ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – заведующий рентгеновским отделением, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования, Россия, Чебоксары (andronnikovevgenij@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3151-4368>).

ДИОМИДОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (diomidovavn@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3627-7971>).

НИКОЛАЕВ НИКОЛАЙ СТАНИСЛАВОВИЧ – доктор медицинских наук, профессор РАН, главный врач, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования; заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и экстремальной медицины, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (nikolaevns@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1560-470X>).

ДРАНДРОВ РОДИОН НИКОЛАЕВИЧ – врач ультразвуковой диагностики, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования, Россия, Чебоксары (rdrandrov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7595-9932>).

ГОГУЛИНА НАТАЛЬЯ ВИТАЛЬЕВНА – врач-рентгенолог, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования, Россия, Чебоксары (fc@orthoscheb.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8198-7406>).

Evgenii A. ANDRONNIKOV, Valentina N. DIOMIDOVA, Nikolai S. NIKOLAEV,
Rodion N. DRANDROV, Natal'ya V. GOGULINA

INFORMATIVE VALUE OF RADIOLOGICAL METHODS FOR DIAGNOSING SUBACROMIAL IMPINGEMENT SYNDROME

Key words: radiation diagnostics, impingement syndrome, shoulder joint, subacromial fibrosis, rotator cuff, etiopathogenetic factors, anatomical structure of the shoulder joint.

Up to 30% of the adult population suffers from impingement syndrome with severe pain. Detection of the disease in the early stages is difficult. Early diagnosis of the initial signs of degenerative changes in the subacromial space saves the patient from surgery and additional risk of postoperative complications.

The aim of the study is to evaluate the informative value of radiation methods for diagnosing subacromial impingement syndrome based on the analysis of papers published by domestic and foreign authors, depending on etiopathogenetic factors and anatomical structure of the shoulder joint.

Materials and methods. The authors analyzed Russian and foreign publications on anatomical, etiological, pathogenetic, clinical, diagnostic features of subacromial conflict syndrome from databases: e-library (<https://www.elibrary.ru>), Oxford Medicine Online (<https://academic.oup.com/>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) and others. The applied research methods were analysis and synthesis, axiomatic method and abstraction.

Results. The development of subacromial impingement syndrome was revealed to be due to the structural features of the shoulder joint, which differs from other joints in anatomical and functional complexity. At this, changes in the rotator cuff of the shoulder joint develop under the influence of various etiopathogenetic factors, which can be both external (a decrease in subacromial space, an increase in the volume of the coracoacromial arch, instability, overload of the shoulder joint) and internal (changes in vascularization, pathology of collagen fibers' microstructure, degeneration of the tendons in the rotator cuff, etc.) Currently there is no unified approach to the algorithm of radiation diagnosing the early signs of impingement syndrome and injuries to the rotator cuff of the shoulder joint. Although radiography is a simple and informative method to assess the condition of the shoulder joint, its sensitivity at an early stage of impingement syndrome is insufficient. Magnetic resonance imaging is highly informative and sensitive in the diagnosis of injuries to the rotator cuff of the shoulder joint, however, it has a number of limitations, such as the presence of some contraindications, its high cost, protracted examination time, etc. Ultrasound examination is currently considered the preferred method in the diagnosis of impingement syndrome due to its high informative value, speed of execution and the possibility of its repeatability.

Conclusions. The analysis of the informative value of radiation diagnostics methods showed that in identifying the early signs of subacromial impingement syndrome, taking into account etiopathogenetic factors and the anatomical structure of the shoulder joint, the ultrasound method is optimal and preferable; for more complex and controversial cases, according to certain indications, they are the methods of X-ray computer and magnetic resonance imaging. In the absence of the possibility of using high-tech diagnostic methods, classical radiography of the shoulder joint is performed.

References

1. Aliev R.A., Akhphashev A.A., Zvezdkina E.A. *Kriterii MRT-dagnostiki plechevogo sustava pri adgezivnom kapsulite* [Criteria for MRI diagnostics of the shoulder joint in adhesive capsulitis]. *Travma 2018: mult'idistsiplinarny podkhod: sb. tezisev Mezhdunar. konf.* [Proc. of Int. Sci. Conf. «Trauma 2018: a multidisciplinary approach»]. Moscow, 2018, p. 19.
2. Barulin A.E., Kurushina O.V., Dumtsev V.V. *Bol' v pleche* [Shoulder pain]. *Meditsinskiy Sovet*, 2017, no. 20, pp. 50–54. DOI: 10.21518/2079-701X-2017-20-50-54.
3. Vasil'eva L.N. *Tekhnicheskii potentsial ul'trazvukovoy diagnostiki v meditsine* [Technical potential of ultrasound diagnostics in medicine]. *Problemy nauchnogo i vnenauchnogo poznaniya: sb. nauch. st. kafedry filosofii, sotsiologii i pedagogiki* [Problems of scientific and non-scientific knowledge: Sat. scientific articles of the Department of Philosophy, Sociology and Pedagogy]. Cheboksary, Chuvash State University Publ., 2022, vol. 11, pp. 165–172.
4. Emel'yanenko M.V. *Optimizatsiya algoritma diagnostiki i monitoringa lecheniya patsientov s patologicheskimi izmeneniyami sukhozhiyia nadostnoy myshtsy pri subakromial'nom impidzhment syndrome: diss. ... cand. med. nauk.* [Optimization of the algorithm for diagnosing and monitoring the treatment of patients with pathological changes in the supraspinatus tendon in subacromial impingement syndrome: Cand. Diss.]. Moscow, 2018, 155 p.

5. Emel'yanenko M.V., Lazko F.L., Gazhonova V.E. *Validatsiya russkoyazychnoy shkaly-oprosnika urovnya boli v plechevom sustave dlya vyavleniya patsientov s subakromial'nym impidzhment-sindromom* [Validation of the Russian-language scale-questionnaire of the level of pain in the shoulder joint to identify patients with subacromial impingement syndrome]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*, 2018, vol. 24, no. 2., pp. 80–94. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-80-94.

6. Kazakova S.S., Rudnov A.V., Bobrovskaya E.V. *MPT i KT v diagnostike ossifitsiruyushchego kapsulita plechevogo sustava. Klinicheskiy sluchay* [MPT and CT in the diagnosis of ossifying capsulitis of the shoulder joint. Clinical case]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2019, no. 5. Available at: www.science-education.ru/ru/article/view?id=29175 (Accessed Date 2023, June 5).

7. Kormilina A.R. *Mul'tiparametricheskoe ul'trazvukovoe issledovanie pri perelomakh dlennykh trubchatykh kostey: diss. ... cand. med. nauk.* [Multiparametric ultrasound examination for fractures of long tubular bones: Cand. Diss.]. Kazan, 2021, 123 p.

8. Kutya S.A., Tkach A.V. *Funktsional'naya anatomiya plechevogo sustava v norme i pri povrezhdenii vrashchatel'noy manzhety* [Functional anatomy of the shoulder joint in normal conditions and with damage to the rotator cuff]. *Krymskiy zhurnal eksperimental'noy i klinicheskoy meditsiny*, 2019, vol. 9, no. 3, pp. 61–67.

9. Nikolaev A.V. *Topograficheskaya anatomiya i operativnaya khirurgiya. 3-e izd., ispr. i dop.* [Topographic anatomy and operative surgery: textbook. 3rd ed.]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2015, 736 p.

10. Egiazaryan K.A., Lazishvili G.D., Rat'ev A.P. et al. *Operativnoe lechenie povrezhdeniy vrashchatel'noy manzhety plechevogo sustava* [Surgical treatment of damage to the rotator cuff of the shoulder joint]. *Kafedra travmatologii i ortopedii*, 2017, vol. 28, no. 2, pp. 15–18.

11. Men'shova D.V., Ponomarenko N.S., Kuklin I.A. et al. *Otsenka effektivnosti khirurgicheskogo lecheniya patsientov s massivnymi razryvami sukhozhiily vrashchatel'noy manzhety plecha s ispol'zovaniem transpozitsii sukhozhiilya shirochayshey myshtsy spiny* [Evaluation of the effectiveness of surgical treatment of patients with massive ruptures of the tendons of the rotator cuff of the shoulder using transposition of the tendon of the latissimus dorsi]. *Acta Biomedica Scientifica*, 2022, vol. 7, no. 6, pp. 250–257.

12. Shostak N.A., Pravdyuk N.G., Timofeev V.T. et al. *Patologiya plechevogo sustava i myagkikh tkaney: klinicheskie varianty, sovremennye vozmozhnosti patogeneticheskoy terapii* [Pathology of the shoulder joint and soft tissues: clinical options, modern possibilities of pathogenetic therapy]. *Klinitsist*, 2021, vol. 15(1–4), pp. 47–54.

13. Samartsev I.N., Zhivolupov S.A., Emelin A.Yu. et al. *Sovremennye predstavleniya o differentsial'noy diagnostike i lechenii patsientov s bol'yu v oblasti plecha* [Modern concepts of differential diagnosis and treatment of patients with shoulder pain]. *RMZh*, 2017, vol. 25, no. 9, pp. 564–571.

14. Men'shova D.V., Kuklin I.A., Ponomarenko N.S. et al. *Sposob lecheniya patsientov s massivnymi razryvami vrashchatel'noy manzhety plecha: klinicheskiy sluchay* [A method of treating patients with massive ruptures of the rotator cuff: a clinical case]. *Klinicheskaya praktika*, 2022, vol. 13, no. 3, pp. 89–94.

15. Andronnikov E.A., Diomidova V.N., Drandrov R.N. et al. *Ul'trazvukovaya diagnostika subakromial'nogo fibroza u patsientov s sindromom ushchemleniya rotatornoy manzhety plecha* [Ultrasound diagnosis of subacromial fibrosis in patients with rotator cuff impingement syndrome]. *Acta medica Eurasica*, 2023, no. 1, pp. 11–18. [Electronic resource]. URL: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2023/1/2>. (Accessed 05 June. 2023). DOI: 10.47026/2413-4864-2023-1-11-18.

16. Filimonova A.M. *Vozmozhnosti magnitno-rezonansnoy tomografii i magnitno-rezonansnoy artrografii v diagnostike povrezhdeniy plechevogo sustava: avtoref. dis. ... cand. med. nauk.* [Possibilities of magnetic resonance imaging and magnetic resonance arthrography in the diagnosis of injuries of the shoulder joint: Abstract of the Cand. Diss.]. Moscow, 2015, 22 p.

17. Akhtar M., Karimi H., Gilani S.A. et al. The effectiveness of routine physiotherapy with and without neuromobilization in patients with shoulder impingement syndrome. *J Pak Med Assoc*, 2020, vol. 70(12(B)), pp. 2322–2327. DOI: 10.47391/JPMA.918.

18. AlAnazi A., Alghadir A.H., Gabr S.A. Handgrip Strength Exercises Modulate Shoulder Pain, Function, and Strength of Rotator Cuff Muscles of Patients with Primary Subacromial Impingement Syndrome. *Biomed Res In*, 2022, vol. 30, 9151831. DOI: 10.1155/2022/9151831.

19. 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, vol. 24(7), pp. 2200–5. DOI: 10.1007/s00167-014-3499-y. Epub 2014 Dec 30. PMID: 25547273.

20. Bashir S., Syed R.F., Firdose Kamal Y. et al. Correlation between high-resolution ultrasound and MRI in the diagnosis of rotator cuff rupture. *International Journal of Medical Sciences and Research*, 2014, no. 4, pp. 103–112.

21. Bertoni L., Jacquet-Guibon S., Branly T. et al. An experimentally induced osteoarthritis model in horses performed on both metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints: Technical, clinical, imaging, biochemical, macroscopic and microscopic characterization. *PLoS One*, 2020, vol. 15(6), e0235251. DOI: 10.1371/journal.pone.0235251. PMID: 32584901; PMCID: PMC7316256.

22. Cherchi L., Ciornohac J.F., Godet J. et al. Critical shoulder angle: Measurement reproducibility and correlation with rotator cuff tendon tears. *Orthopaed. Traumatol: Surg. & Res*, 2016, vol. 10(5), pp. 559–562.
23. Creech J.A., Silver S. Shoulder Impingement Syndrome. 2022 Apr 21. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. PMID: 32119405.
24. 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, vol. 24(12), pp. 1948–1953. DOI: 10.1016/j.jse.2015.07.013. Epub 2015 Sep 6. PMID: 26350880.
25. Desmeules F., Minville L., Riederer B. et al. Acromio-humeral distance variation measured by ultrasonography and its association with the outcome of rehabilitation for shoulder impingement syndrome. *Clin J Sport Med*, 2004, vol. 14(4), pp. 197–205. DOI: 10.1097/00042752-200407000-00002. PMID: 15273525.
26. Garving C., Jakob S., Bauer I. et al. Impingement Syndrome of the Shoulder. *Dtsch Arztebl Int.*, 2017, vol. 114(45), pp. 765–776. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0765.
27. Görmeli C., Görmeli G., Yücesoy C. et al. Comparison of the results of ultrasonographic evaluation and arthroscopy in patients scheduled for surgery of the supraspinatus tendon rupture. *Ann Saudi Med*, 2014 vol. 34(6), pp. 522–526. DOI: 10.5144/0256-4947.2014.522. PMID: 25971827. PMCID: PMC6074584.
28. Heron S.R., Woby S.R., Thompson D.P. Comparison of three types of exercise in the treatment of rotator cuff tendinopathy/shoulder impingement syndrome: A randomized controlled trial. *Physiotherapy*, 2017, vol. 103(2), pp. 167–173. DOI: 10.1016/j.physio.2016.09.001.
29. Jensen J., Kristensen M.T., Bak L. et al. MR arthrography of the shoulder; correlation with arthroscopy. *Acta Radiol Open*. 2021, vol. 10(11), 20584601211062059. DOI: 10.1177/20584601211062059. PMID: 34881048. PMCID: PMC8646798.
30. Kaplan R.M., Hays R.D. Health-Related Quality of Life Measurement in Public Health. *Annu Rev Public Health*. 2022, vol. 43, pp. 355-373. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-052120-012811. Epub 2021 Dec 9. PMID: 34882431.
31. Karuppaiah K., Sinha J. Scaffolds in the management of massive rotator cuff tears: current concepts and literature review. *EFORT Open Rev*, 2019, vol. 4(9), pp. 557–566. DOI: <https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180040>.
32. Lin D.J., Wong T.T., Kazam J.K. Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. *Radiology*, 2018, vol. 286(2), pp. 370–387. DOI: <https://doi.org/10.1148/radiol.2017170481>.
33. 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 Jt J.*, 2013, vol. 95-B(7), pp. 935–941.
34. Moor B.K., Wieser K., Slankamenac K. et al. Relationship of individual scapular anatomy and degenerative rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.*, 2014, vol. 23(4), pp. 536–541. DOI: 10.1016/j.jse.2013.11.008. Epub 2014 Jan 28. PMID: 24480324.
35. Oserowsky A., Layfield L.J., Crim J. Post-arthrogram synovitis: MRI and histopathologic findings. *Skeletal Radiol.*, 2022, vol. 51(1), pp. 219–223. DOI: 10.1007/s00256-021-03877-7. Epub 2021 Jul 31. PMID: 34331550.
36. Pekyavas N.O., Ergun N. Comparison of virtual reality exergaming and home exercise programs in patients with subacromial impingement syndrome and scapular dyskinesis: Short term effect. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2017, vol. 51(3), pp. 238–242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aott.2017.03.008>.
37. Randhawa S., Garvin G., Roth M. et al. Maigne Syndrome – A potentially treatable yet underdiagnosed cause of low back pain: A review. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2022, vol. 35(1), pp. 153–159. DOI: 10.3233/BMR-200297.
38. Rutten M.J., Collins J.M., de Waal Malefijt M. et al. Unsuspected sonographic findings in patients with posttraumatic shoulder complaints. *Journal of Clinical Ultrasound*, 2010, vol. 38(9), pp. 457–465. DOI: 10.1002/jcu.20745. PMID: 20848574.
39. Saracoglu I., Emuk Y., Taspinar F. Does taping in addition to physiotherapy improve the outcomes in subacromial impingement syndrome? A systematic review. *Physiother Theory Pract*, 2018, vol. 34(4), pp. 251–263. DOI: 10.1080/09593985.2017.1400138.
40. 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*, 2016, vol. 24(7), pp. 2244–2251. DOI: 10.1007/s00167-015-3587-7. Epub 2015 Mar 29. PMID: 25820655.
41. Terrell S.L., Olson G.E., Lynch J. Therapeutic Exercise Approaches to Nonoperative and Postoperative Management of Femoroacetabular Impingement Syndrome. *J Athl Train*, 2021, vol. 56(1), pp. 31–45. DOI: 10.4085/1062-6050-0488.19.

42. Thamyongki S., Wanitchanont T., Chulsomlee K. et al. The University of California-Los Angeles (UCLA) shoulder scale: translation, reliability and validation of a Thai version of UCLA shoulder scale in rotator cuff tear patients. *BMC musculoskeletal disorders*, 2022, vol. 23(1), p. 65. DOI: 10.1186/s12891-022-05018-0.

43. Zoga A.C., Kamel S.I., Hynes J.P. et al. The Evolving Roles of MRI and Ultrasound in First-Line Imaging of Rotator Cuff Injuries. *AJR Am J Roentgenol*, 2021, vol. 217(6), pp. 1390–1400. DOI: 10.2214/AJR.21.25606. Epub 2021 Jun 23. PMID: 34161130.

EVGENII A. ANDRONNIKOV – Head of the Department of Radiation Diagnostics, Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Russia, Cheboksary (andronnikovevgenij@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3151-4368>).

VALENTINA N. DIOMIDOVA – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Department of Pro-paedeutics of Internal Medicine with a Course of Radiation Diagnostics, Chuvash State University, Russia, Cheboksary (diomidovavn@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3627-7971>).

NIKOLAI S. NIKOLAEV – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Physician, Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty; Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Medicine, Chuvash State University, Russia Cheboksary (nikolaevns@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1560-470X>).

RODION N. DRANDROV – Doctor of Ultrasound Diagnostics, Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Russia, Cheboksary (rdrandrov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7595-9932>).

NATAL'YA V. GOGULINA – Radiologist, Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Russia Cheboksary (fc@orthoscheb.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8198-7406>).

Формат цитирования: Андронников Е.А., Диомидова В.Н., Николаев Н.С., Драндров Р.Н., Гоголина Н.В. Информативность методов лучевой диагностики субакромиального импиджмент-синдрома [Электронный ресурс] // Acta medica Eurasica. – 2023. – № 2. – С. 101–113. – URL: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2023/2/10>. DOI: 10.47026/2413-4864-2023-2-101-113.