

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПОВРЕЖДЕНИЙ СВЯЗОК ОБЛАСТИ ЛУЧЕЗАПЯСТНОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Е.А. Кадубовская

*ФГУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздравсоцразвития России,
директор – д.м.н. профессор Р.М. Тихилов
Санкт-Петербург*

В статье четко сформулировано понятие «кистевой сустав», описана его функциональная анатомия. Особое внимание уделено значению наружных и внутренних связок, обеспечивающих динамическую устойчивость лучезапястного сустава и запястья. Охарактеризованы все основные лучевые методы и методики диагностики патологических изменений связок этой области. Обоснована основная роль МР-исследований в диагностике повреждений связок и карпальной нестабильности. Сделан вывод о необходимости продолжения изучения потенциальных возможностей МРТ в диагностике повреждений связочных структур лучезапястного сустава и запястья.

Ключевые слова: лучезапястный сустав, запястье, повреждения связок, лучевая диагностика.

THE MODERN CAPABILITIES OF X-RAY DIAGNOSTICS OF WRIST LIGAMENT INJURIES (REVIEW)

Е.А. Kadubovskaya

The author articulates the notion of carpal joint, describes its functional anatomy. Particular attention is given to the importance of external and internal ligaments providing the dynamic stability of the radiocarpal joint and wrist. All the main ray methods and techniques of X-ray diagnosis of pathological changes in ligaments of this region were characterized. The main role of MRI-studies in the diagnosis of ligament injuries and carpal instability is proved. The authors has drawn conclusion about the need to continue to explore the potential of MRI in the diagnosis of ligamentous injuries of structures wrist and wrist.

Key words: radiocarpal joint, wrist, ligamentous injuries, X-ray diagnostics.

Актуальность. Эффективность лечения повреждений связочных структур области лучезапястного сустава зависит, прежде всего, от их своевременной и полноценной диагностики. Несвоевременное распознавание повреждений связок (особенно внутренних межкостных связок запястья) приводит к неадекватному лечению, что в последующем может отразиться на функциональных возможностях кисти и вызвать потерю трудоспособности пострадавших [9]. Разрывы связок этой области могут возникать при острой травме, хронической микротравматизации на фоне дегенеративных изменений или при чрезмерной нагрузке [11]. Переломы, вывихи, перелома-вывихи костей в области лучезапястного сустава и запястья, как правило, сопровождаются разрывами связок. В то же время довольно часто встречаются изолированные повреждения связочных структур, обуславливающие болевой синдром. При травмах различного рода, сопровождающихся по-

вреждениями внутренних межкостных и других связок запястья, может развиваться его хроническая нестабильность [19].

Терминология. В медицинской литературе применяется несколько терминов для обозначения анализируемого отдела верхней конечности. Классическое анатомическое название – дистальные концы лучевой и локтевой костей, запястье, проксимальные концы пястных костей и все сочленения между этими костями [3, 7].

В зарубежной литературе, посвященной анатомии, травматологии и ортопедии и лучевой диагностике, широко применяется термин «wrist», что дословно переводится как «запястье», но, с травматологической точки зрения, включает в себя дистальные концы лучевой и локтевой костей, собственно запястье, основания пястных костей и соответствующие суставы [49]. В современной российской травматологии у этого термина существует аналог – понятие «кистевой сустав». Кистевой сустав, связывающий кисть с

верхней конечностью, образован пятнадцатью костями, которые упрощенно принято подразделять на несколько функциональных единиц: дистальные концы лучевой и локтевой костей, проксимальный и дистальный ряды костей запястья, основания пяти пястных костей и сочленения между этими костями [4]. В рентгенологии эта часть конечности именуется «областью лучезапястного сустава» и включает в себя все те же анатомические структуры [6]. В нормальной анатомии отдельно не выделяют эту область как определенную функциональную единицу, а также считается неприемлемым использование термина «область» в обозначении этого отдела конечности [3, 7].

Таким образом, зарубежное определение «wrist», травматологическое – «кистевой сустав» и рентгенологическое – «область лучезапястного сустава» – это все функциональные понятия одного и того же отдела верхней конечности. Так как все эти термины практически тождественны и получили широкое распространение, считается возможным их использование, несмотря на то, что они в определенной степени противоречат классической анатомической номенклатуре. В этой работе, в зависимости от контекста, используются все описанные термины. Иногда, для лучшего понимания, применяется понятие «область лучезапястного сустава и запястья».

Современные представления о функциональной анатомии связочного аппарата области лучезапястного сустава и запястья. Все связочные структуры области лучезапястного сустава и запястья подразделяют на внутренние (собственные, межкостные) и внешние (наружные). Внешние связки укрепляют суставную капсулу, связывают лучевую, локтевую и основания пястных костей с костями запястья. Они разделяются на тыльную и ладонную группы, образуя тыльные и ладонные V-образные связочные комплексы, участвующие в стабилизации запястья [10, 44, 45, 48, 55, 58]. Внешние ладонные связки являются наиболее постоянными и крепкими (толще тыльных связок). Они удерживают полулунную кость с ладонной стороны, ограничивают ее смещение в тыльную сторону (разгибание), то есть препятствуют развитию разгибательной нестабильности промежуточного сегмента (DISI) [10, 25, 44, 55]. Внешние тыльные связки располагаются глубже сухожилий мышц разгибателей и удерживателя разгибателей. По мнению многих авторов, они по сравнению с ладонными связками функционально менее значимы [10, 44]. Повреждение внешних связок запястья может приводить к недиссоциированной карпальной нестабильности, то есть нестабильности между рядами костей запястья или между

рядом расположенными костными структурами. Разновидностями такого функционального нарушения являются луче- и среднезапястная недиссоциированная карпальная нестабильность [4, 14, 37, 44]. В частности, несостоятельность косо идущих внешних связок (ладонной и тыльной луче-полулунно-трехгранных и луче-ладьевидно-головчатой связок) приводит к лучезапястной нестабильности – смещению запястья в локтевую и ладонную сторону, что, в свою очередь, приводит к деформации и дисфункции кистевого сустава [25, 37, 50]. Врожденная или приобретенная слабость стабилизаторов среднезапястного сустава (трехгранно-головчато-ладьевидной, ладьевидно-головчатой и тыльной луче-полулунно-трехгранной связок) приводит, соответственно, к среднезапястной нестабильности [37, 44]. Некоторые авторы подчеркивают, что среднезапястная нестабильность может быть связана со слабостью связочного аппарата среднезапястного сустава, преимущественно крючковидно-трехгранного сочленения [14].

Внутренние межкостные связки располагаются под суставной капсулой, натянуты только между костями запястья. Дистальный ряд костей запястья соединен этими связками между собой настолько прочно, что движения между костями фактически отсутствуют (единный цельный ряд). Кости же проксимального ряда запястья значительно более подвижны относительно друг друга, что обусловлено уникальностью анатомического и гистологического строения связок, соединяющих кости между собой [4, 37]. Общепринято, что главными межкостными связками проксимального ряда запястья являются ладьевидно-полулунная и полулунно-трехгранная связки. Они натянуты между костями проксимального ряда запястья. Эти связки имеют С-образную форму и отделяют лучезапястный сустав от среднезапястного. В их состав входят ладонный (наиболее длинный), тыльный и мембранозный (центральный) компоненты [10, 11, 15, 49, 55, 58].

Ладьевидно-полулунная связка – структура длиной приблизительно 18 мм и толщиной 2–3 мм [55]. Тыльная порция связки (относительно толстая и самая короткая) обеспечивает ее прочность при ротационной и осевой нагрузках [4, 10, 37, 58]. Наиболее слабый компонент связки – центральный мембранозный; именно он предрасположен к дегенеративным перфорациям [4, 10, 37, 55, 58]. В то же время ряд авторов считает, что при травмах первично повреждается ладонный компонент связки [58]. Повреждение ладьевидно-полулунной связки может привести к ладьевидно-полулунной нестабильности и ее проявлениям – диссоциации в этом сочленении или ротационному

подвывиху ладьевидной кости [4, 27, 37, 51]. Некоторые авторы отмечают наличие вторичных стабилизаторов ладьевидно-полулунного сочленения. К ним относят ладонный компонент ладьевидно-трапецио-трапециевидной связки, луче-ладьевидно-головчатую связку, ладьевидно-головчатую связку и сухожилие лучевого сгибателя запястья [18, 37, 39]. Согласно артроскопической классификации, все повреждения ладьевидно-полулунной связки подразделяют на 4 стадии: 1 и 2 – при частичном разрыве связки, 3 и 4 – при полном разрыве [4, 37, 44, 51]. Повреждения ладьевидно-полулунной связки часто встречаются у взрослых, с одинаковой частотой у мужчин и женщин. Они часто являются следствием спортивной или бытовой травмы, происходят при чрезмерной нагрузке на тыльную поверхность запястья (при ладонном сгибании), при падении на разогнутую пронированную кисть; часто сочетаются с переломами ладьевидной кости или дистального отдела лучевой кости [27, 44]. Пострадавшие обычно предъявляют жалобы на боль или болезненность в проекции анатомической табакерки, отек мягких тканей по тыльно-лучевой поверхности запястья, на наличие щелчка в зоне ладьевидно-полулунного интервала. Определяется положительный «тест Watson» (тест на смещение ладьевидной кости) [4, 37, 44, 51]. На МР-томограммах при полном разрыве связки определяется расширение ладьевидно-полулунного интервала более 3 мм, ладонное смещение ладьевидной кости в сагиттальной плоскости. Сама связка имеет неоднородную структуру, могут определяться ее дефект и свободно свешивающиеся концы в месте полного разрыва. Отмечается наличие жидкости в проекции ладьевидно-полулунного интервала, характеризующейся гиперинтенсивным МР-сигналом на T2-ВИ и PD FS-ВИ [37, 44, 55]. Консервативное лечение разрывов ладьевидно-полулунной связки заключается в иммобилизации (шинировании) сустава и приеме нестероидных противовоспалительных средств. Оперативное лечение при остром повреждении включает в себя закрытую репозицию и внутреннюю фиксацию, либо открытую репозицию и реконструкцию связки (шов связки, капсулодез, тенодез, реконструкцию связки костно-сухожильным трансплантатом). При застарелой травме (более 6 недель) выполняют открытую репозицию, реконструкцию связки или артродез [4, 32, 37, 44].

У полулунно-трехгранной связки, наоборот, наиболее крепкий и важный для стабильности соединения – ладонный компонент связки. Средний мембранозный сегмент связки тонкий и в стабилизации не участвует, предрасполо-

жен к перфорациям дегенеративного генеза. Они встречаются у 13% лиц старше 40 лет [44, 49]. В то же время, по данным S.F. Viegas и G. Ballantyne (1987), проводивших исследование ста препаратов кистевых суставов, у лиц старше 60 лет разрыв полулунно-трехгранной связки дегенеративного характера обнаруживался у 27,6%, а в группе лиц младше 45 лет связка была целой во всех наблюдениях [цит. по 4]. Таким образом, разрывы связки могут иметь не только травматическое, но и дегенеративное происхождение [4, 37]. Тыльный компонент связки тонкий, слабо участвует в сохранении стабильности полулунно-трехгранного сочленения. Отмечают наличие вторичных стабилизаторов полулунно-трехгранного сочленения; к ним относят, главным образом, ладонные и тыльные луче-полулунно-трехгранные связки [37]. При повреждении этой связки может развиваться полулунно-трехгранная нестабильность и как ее проявление – диссоциация в полулунно-трехгранном сочленении [4, 37]. Разрывы полулунно-трехгранной связки встречаются реже, чем повреждения ладьевидно-полулунной связки, большинство из них наблюдается при перилунарных вывихах. Изолированное повреждение полулунно-трехгранной связки возникает при травмах локтевой стороны запястья. Разрывы связки бывают полными и частичными. МР-признаками полного разрыва связки являются: отсутствие ее визуализации либо дефект со свешивающимися свободными концами разорванной связки, в редких случаях – полулунно-трехгранная диссоциация и неровность контура выпуклого проксимального ряда костей запястья, в сагиттальной плоскости – наклон трехгранной кости в тыльную сторону относительно полулунной кости [44, 55]. Наиболее типичные клинические проявления: болевой синдром с локтевой стороны запястья, усиливающийся при пронации и приведении, тугоподвижность сустава, слабость, нестабильность. В отдельных случаях при лучевой или локтевой девиации отмечается болезненный щелчок в проекции запястья. Механизм возникновения – падение на разогнутую кисть или повреждение при вывихе/вращении. Встречается во взрослой популяции, одинаково часто у мужчин и у женщин [4, 44]. Консервативное лечение включает в себя иммобилизацию (шинирование), противовоспалительную терапию. Хирургическое лечение осуществляется при неэффективности консервативного лечения или при острой полулунно-трехгранной диссоциации со статической деформацией. Как правило, проводится артроскопическое вмешательство с удалением остатков полулунно-трехгранной связки и избыточных синовиальных образований. При частичном

разрыве связки выполняется фиксация спицами полулунно-трехгранного сочленения, при полном разрыве – восстановление целостности связки (шов связки, реконструкция связки с использованием свободного трансплантата из сухожилия), артродез [4, 32, 44].

Таким образом, при разрыве внутренних связок между двумя соседними костями внутри одного ряда костей запястья может наблюдаться диссоциированная карпальная нестабильность. При сочетании повреждений внешних и внутренних связок области лучезапястного сустава может развиваться комбинированная карпальная нестабильность [4, 14, 37, 44].

Современные возможности лучевой диагностики повреждений связок области лучезапястного сустава и запястья. Традиционная рентгенография позволяет только заподозрить повреждения связочных структур при выявлении изменений положения и формы костей, костных краевых дефектов и эрозий. Результаты рентгенографии не позволяют выявлять прямые признаки повреждений вне- и интраартикулярных мягкотканых структур суставов, диагностировать карпальную нестабильность на ее начальных стадиях [11]. Методика «стресс-рентгенографии» с максимальной нагрузкой на кистевой сустав применяется с целью выявления косвенных признаков повреждений связочных структур и начальных стадий карпальной нестабильности [37, 47]. При сомнительных результатах стандартной и стресс-рентгенографии и при наличии ощутимого щелчка при нагрузке рекомендуют использовать рентгенотелевизионное просвещение при проведении функциональных проб кистевого сустава [31, 33]. От пациента требуют выполнения движений, приводящих к нестабильности [37]. Эта методика позволяет в реальном масштабе времени исследовать подвижность костей кисти во время активных или пассивных движений, выявить их смещения. При просвечивании относительно легче выявляется нестабильность дистального ряда костей запястья, чем нестабильность проксимального ряда. Этот метод дает возможность с достаточной степенью точности выявлять нестабильность в следующих сочленениях: ладьевидно-полулунном, головчато-полулунном, трехгранно-головчатом, лучелоктевом, полулунно-трехгранном. К недостаткам методики относятся относительно низкая разрешающая способность, невозможность визуализации поврежденных мягкотканых структур и высокая лучевая нагрузка [19].

Таким образом, непосредственная оценка повреждений интраартикулярных мягкотканых анатомических образований выходит за пределы чувствительности рентгеновского метода и воз-

можно лишь с применением специальных методик, основанных на введении в полость сустава контрастных веществ [28, 37]. Наиболее информативной рентгенологической методикой оценки состояния интраартикулярных структур считается контрастная рентгеновская артрография кистевого сустава, подразумевающая выполнение трехкомпонентного исследования с введением контрастного препарата в лучезапястный, среднелучезапястный и дистальный лучелоктевой суставы. Артрография позволяет точно визуализировать одно- или двунаправленные затеки контрастного препарата через зоны дефектов связок [24, 28, 37, 53]. Ее результаты дают возможность установить степень смещения костей и выявить нарушения целостности суставной сумки, определить дефекты межкостных связок, перфорации суставного диска, входящего в состав трехгранного фиброзно-хрящевого комплекса, истончения и дефекты суставного хряща [53]. Были проведены исследования, которые показали, что при выполнении традиционной артрографии чувствительность и специфичность ее в выявлении повреждений ладьевидно-полулунной и полулунно-трехгранной связок составили 85% и 100%, 80% и 100% соответственно [46]. По результатам исследований других авторов, традиционная артрография показала чувствительность и специфичность при повреждениях ладьевидно-полулунной и полулунно-трехгранной связок соответственно 60% и 100%, 93% и 97% [53]. Кроме того, сравнение диагностической эффективности артрографии и артроскопии в 150 наблюдениях выявило совпадение результатов диагностики повреждений ладьевидно-полулунной связки в 42% и изменение артрографического диагноза – в 58% после артроскопии [4, 37]. В диагностике повреждений полулунно-трехгранной связки артрография, даже выполненная по всем правилам, даёт неприемлемое количество ложноотрицательных результатов. По данным А.К. Palmer с соавторами (1991), ложноотрицательные данные были получены в 14%, а по результатам исследования D.S. Readan с соавторами (1984) – в 19% наблюдений [цит. по 4, 37].

Рентгеноартрография запястья позволяет обнаружить дефекты связочных соединений с высокой чувствительностью, но имеет низкую специфичность в дифференцировке бессимптомных центральных перфораций от травматических повреждений периферических сегментов связок [28]. Отмечается также, что артрография сопряжена с возможным развитием различного рода осложнений, связанных с пункцией сустава и введением агрессивного по отношению к синовиальной оболочке контрастного вещества. Сравнительно низкая информативность и инва-

зивность заставляют относиться к методике артрографии сдержанно и применять ее только по строгим показаниям [2, 19, 21, 44, 52].

Таким образом, преимущества традиционной рентгенографии заключаются в ее доступности, технической простоте и возможности визуализации костной ткани. Рентгенография остается первичным методом лучевой диагностики при травме области лучезапястного сустава. Она проводится с целью выявления и характеристики переломов костей, нарушений правильных соотношений костей в суставах. Вместе с тем рентгенография обладает низкой чувствительностью к патологическим изменениям мягкотканых вне- и внутрисуставных структур, оценка состояния которых возможна только по косвенным признакам, не имеющим решающего диагностического значения [2, 11].

Результаты компьютерной томографии (КТ) также дают возможность только косвенно судить о состоянии связок. Основным КТ-признаком повреждения связок считается наличие краевых костных дефектов или мелких фрагментов при отрывах связок в месте их прикрепления (отрывной перелом) [1, 22]. Есть мнение, что КТ должна выполняться при планировании лечения карпальной нестабильности в сомнительных случаях, чтобы подтвердить или исключить раннее развитие остеоартроза кистевого сустава [43]. В связи с почти одинаковой рентгеновской плотностью мягкотканых структур и низкой степенью контрастности изображений мягких тканей при КТ невозможно получить достаточную информацию о наличии повреждений фиброзно-хрящевых структур, сухожилий, мышц, связок и капсулы сустава, оценить степень их поражения [2].

КТ-артрография с введением контрастного препарата в лучезапястный, дистальный лучелоктевой и среднезапястный суставы (как вариант, постартрографическая КТ) с возможностью последующих реконструкций в сагиттальной и фронтальной плоскостях позволяет визуализировать дефекты суставной капсулы и связочных структур, истончение и дефекты суставного хряща, выявлять синовит, ганглиозные синовиальные кисты и в тоже время повреждения костных структур [57]. Считается, что она достаточно эффективна в выявлении повреждений ладьевидно-полулунной и полулунно-трехгранной связок, дает возможность более точно определять локализацию участков разрывов или перфораций по сравнению с традиционной артрографией [46, 52]. Проводились исследования, которые показали, что при традиционной артрографии чувствительность и специфичность для выявления повреждений ладьевидно-полулунной и полулунно-трехгранной связок составили 85% и

100%, 80% и 100% соответственно, в то время как при КТ-артрографии чувствительность и специфичность составили 100% и 100%, 80% и 100% соответственно [46]. При этом точная локализация повреждений была возможна только при КТ-артрографии. На основе таких результатов были сделаны выводы, что чувствительность и специфичность традиционной артрографии и КТ-артрографии схожи. Последняя отражает участок разрыва или перфорации связки с большей точностью по сравнению с обычной артрографией, которая демонстрирует их только косвенно [46].

Включая в себя все преимущества традиционной артрографии и КТ, КТ-артрография также сохраняет и их отрицательные свойства. Она сопряжена с возможным развитием различного рода осложнений, связанных с пункцией суставов и введением агрессивного по отношению к синовиальной оболочке контрастного вещества. Ввиду этого, КТ-артрография – это довольно трудоемкий метод исследования, так как требует на фоне рутинных КТ-исследований создания стерильных интраоперационных условий с целью предупреждения инфекционных осложнений. Постартрографическая КТ (выполняется после традиционной артрографии) несет дополнительную лучевую нагрузку [46, 57]. Кроме того, также как и результаты КТ, данные КТ-артрографии не дают полноценной информации о состоянии мягкотканых структур: позволяют только косвенно судить о повреждении связок. Таким образом, инвазивность и чрезмерность лучевой нагрузки заставляют применять КТ-артрографию исключительно по строгим показаниям [30].

Использование высокоразрешающих УЗ-аппаратов с высокочастотными датчиками повышает диагностическую точность ультразвукового метода в выявлении повреждений мягкотканых структур суставов [12, 34, 52, 54]. По результатам ряда исследований, визуализация связок кистевого сустава была доступна в следующих диапазонах: от 0% – для луче-ладьевидно-полулунной связки, до 61% и 62% – для тыльного компонента полулунно-трехгранной связки и луче-ладьевидно-головчатой связки соответственно и свыше 93% и 97% – для тыльной порции луче-полулунно-трехгранной связки и тыльного компонента ладьевидно-полулунной связки соответственно [13]. Отмечено, что ладонные и мембранозные компоненты ладьевидно-полулунной связки часто недоступны при УЗИ [17, 54]. Кроме того, считается, что визуализация ладьевидно-полулунной связки при УЗИ позволяет исключить наличие ладьевидно-полулунной диссоциации, но отсутствие ее ви-

зуализации не обязательно указывает на разрыв [13]. Имеются данные, что в сравнении с артроскопией УЗИ дает ложноотрицательные результаты о наличии динамической ладьевидно-полулунной диссоциации, что свидетельствует о низкой чувствительности УЗ-метода [55]. Наконец, результаты УЗИ не дают возможности оценить целостность полулунно-трехгранной связки, выявить ее разрывы, главным образом, из-за небольшого ее размера [17, 54].

Таким образом, преимуществами УЗ-метода исследования суставов являются: относительно низкая себестоимость исследования, неинвазивность, отсутствие лучевой нагрузки, быстрота и необременительность проведения исследования для больного. Этот метод дает возможность проведения исследования с применением различных функциональных проб, а также динамического наблюдения в процессе лечения и в послеоперационном периоде. Доступна визуализация наружных мягкотканых компонентов сустава в различных плоскостях, позволяющая выявить ранние признаки поражений (сухожилий, связок). Возможно использование портативных аппаратов дома или в любом отделении клиники [5, 52, 54]. В то же время результаты УЗИ не всегда позволяют четко визуализировать изменения суставного хряща и костей, не могут дать достаточно информации о состоянии более мелких внутрисуставных структур сустава [2]. К недостаткам УЗИ также относят операторо- и приборозависимость метода, высокую вероятность появления артефактов изображения при нарушении методики исследования [2, 52].

В настоящее время магнитно-резонансная томография (МРТ) области лучезапястного сустава приобретает приоритетное значение в визуализации вне- и внутрисуставных структур этой области. Высокая контрастность мягких тканей, а также возможность получения многоплоскостных изображений обеспечивают оптимальную визуализацию мышц, сухожилий, связок, гиалинового и фиброзного хряща, капсулы сустава, жировой ткани, околосуставных сумок и костного мозга [11, 41]. В визуализации связочных структур лучезапястного сустава и запястья высоко информативны T2*-взвешенные импульсные последовательности градиентного эха, а также протон-взвешенные импульсные последовательности с подавлением интенсивности МР-сигнала от жировой ткани. Толщина срезов в коронарной плоскости не должна быть больше 2 мм. Аксиальная плоскость является дополнительной, так как позволяет визуализировать тыльные и ладонные компоненты связок [37]. Отмечено, что при обычном МР-исследо-

вании чувствительность в выявлении разрывов ладьевидно-полулунной связки составляет 50–93%, разрывов полулунно-трехгранной связки – 40–56% [15, 26, 58].

К серьезным недостаткам метода относятся невозможность оценки качества проведенного лечения, выявления патологии при наличии металлических предметов (спиц, пластин и др.) непосредственно в зоне исследования и в организме человека в целом (исключение составляют изделия из титана) [11].

С целью повышения точности диагностики в последние годы разработаны новые методики МРТ с использованием парамагнитных контрастных веществ. В зависимости от способа введения вещества выделяют методики прямой и непрямой МР-артрографии [16, 29, 42].

Прямая МР-артрография с внутрисуставным введением парамагнитного контрастного вещества долгое время использовалась для улучшения изображения различных внутрисуставных структур как альтернативный метод улучшения визуализации МР-изображений [16]. Достоинствами этой методики является возможность более четко выявлять невыраженные патологические изменения связок за счет увеличения контрастности на их границе. В проспективных исследованиях с использованием артроскопии, как метода сравнения, точность прямой МР-артрографии составила приблизительно 95% [36, 38]. Ряд авторов установили, что МР-артрография является более точной методикой по сравнению с обычной МРТ, но менее чувствительной и менее специфичной по сравнению с традиционной артрографией, особенно в диагностике повреждений ладьевидно-полулунной и полулунно-трехгранной связок [46, 56]. По результатам ряда исследований, чувствительность и специфичность при МР-артрографии при выявлении повреждений ладьевидно-полулунной связки составили 60% и 75% соответственно, для полулунно-трехгранной связки – 30% и 94% соответственно [56].

К недостаткам прямой МР-артрографии относят инвазивность методики, необходимость точного внутрисуставного позиционирования инъекционной иглы с помощью введения небольшого количества йодосодержащего рентгеноконтрастного вещества под контролем рентгеноскопии, что увеличивает время исследования и повышает риск развития побочных реакций, в том числе аллергических [16].

Непрямая МР-артрография, концепция которой основана на возможности проникновения парамагнитного контрастного вещества в полость сустава после его внутривенного введения, по мнению ряда авторов, позволяет вы-

являть разрывы внутренних межкостных связок, повреждения сухожилий, изменения синовиальных оболочек [8, 11]. При этом нет необходимости в пункции сустава и рентгеноскопическом контроле внутрисуставного расположения иглы как при прямой МР-артрографии. Кроме того, считается, что при не прямой МР-артрографии потенциально усиливается сигнал от сосудов, а также участков клеточной пролиферации в структурах фиброваскулярной ткани, которая гистологически выявляется по краям разорванной связки, тем самым улучшая визуализацию [40]. Несмотря на то, что эта методика исследования применяется в клинической практике уже несколько лет, доказанная значимость ее в выявлении разрывов связок запястья пока отсутствует. От внутрисуставных структур области запястья при не прямой МР-артрографии отмечается небольшое повышение контрастности, что не дает четких представлений о наличии их повреждений [20, 37, 40]. В то же время, по результатам исследований R.J. Scheck с соавторами [35], чувствительность, специфичность и точность в выявлении повреждений внешних связок запястья, принимающих участие в поддержании стабильности запястья: луче-полулунно-трехгранной связки при обычной МРТ составили приблизительно 0,50; 1,00 и 0,95 соответственно, при не прямой МР-артрографии – 1,00; 0,94 и 0,95 соответственно; луче-ладьевидно-головчатой связки – при обычной МРТ составили приблизительно 0,67, 0,88 и 0,85, при не прямой МР-артрографии – 1,00; 1,00 и 1,00 соответственно. На основе таких результатов авторами были сделаны выводы, что не прямая МР-артрография – более точный метод диагностики повреждений внешних связок запястья по сравнению с обычной МРТ [35, 55].

По мнению D.W. Stoller, результаты МРТ по информативности значительно превосходят результаты обычной артрографии, позволяя устанавливать размер и местоположение разрыва ладьевидно-полулунной и полулунно-трехгранной связок. В то же время МР-артрография является более точной методикой по сравнению с обычной МРТ, особенно в выявлении разрывов ладьевидно-полулунной и полулунно-трехгранной связок в их периферических отделах, где даже в случае разрыва связки могут выглядеть неповрежденными. Эти повреждения могут не дифференцироваться при обычной МРТ на протон-взвешенных изображениях с применением методики подавления интенсивности МР-сигнала от жировой ткани, на STIR импульсной последовательности и на импульсных последовательностях градиентного эха при отсутствии за-

тека между оторванным связочным компонентом и местом фиксации связки к кости [44]. Ряд других авторов считает, что, наоборот, МР-артрография менее чувствительна и менее специфична по сравнению с традиционной артрографией, особенно в диагностике повреждений ладьевидно-полулунной и полулунно-трехгранной связок [46, 56]. Перед проведением МР-артрографии во всех случаях проводят нативное МР-исследование, которое, как правило, достаточно информативно в выявлении основных повреждений. Высказано мнение, что МР-артрографию следует проводить только по специальным показаниям [15, 37].

Одним из новых методов является динамическая МРТ запястья (real-time MRI), которая возможна исключительно на высокопольных МР-томографах. Проводят исследование с движениями в кистевом суставе [23]. При динамической МРТ связочные структуры запястья недостаточно четко определяются вследствие того, что снижены и размер матрицы, и скорость получения информации. Поэтому на настоящий момент результаты динамической МРТ не дают дополнительной информации по сравнению с рентгенотелевизионным просвечиванием, ей присущи такие же недостатки [37].

Результаты анализа данных литературы позволяют сделать вывод о трудностях традиционной рентгенологической диагностики многих повреждений и заболеваний лучезапястного сустава и запястья. Недостаточность диагностики повреждений связок, сухожилий, сосудов и нервов приводит к продолжительному, зачастую неадекватному лечению, высокому риску послеоперационных осложнений.

Большое количество противоречивых данных о возможностях МРТ в выявлении травматических изменений структур кистевого сустава свидетельствует о необходимости продолжения изучения диагностической эффективности этого метода.

Выводы

Магнитно-резонансная томография является, вероятнее всего, единственным методом, который позволяет визуализировать мягкие ткани, в частности связочные структуры области лучезапястного сустава, в любых плоскостях, обладает высокой пространственной и контрастной разрешающей способностью. В интерпретации МР-томограмм имеет значение не только диагностика повреждений связок, но и выявление карпальной нестабильности, обусловленной разрывами связок и возможным смещением костей запястья, что приобретает решающее значение для выбора правильной лечебной тактики.

Литература

- Буковская, Ю.В. Роль спиральной компьютерной томографии в диагностике повреждений лучезапястного сустава и кисти / Ю.В. Буковская // Радиология-практика. — 2007. — № 2. — С. 27–33.
- Васильев, А.Ю. Лучевая диагностика повреждений лучезапястного сустава и кисти / А.Ю. Васильев, Ю.В. Буковская. — М.: ГЭОТАР — Медиа, 2008. — 168 с.
- Гайворонский, И.В. Нормальная анатомия человека: учебник для мед. вузов / И.В. Гайворонский. — СПб., 2006. — Т. 1. — 599 с.
- Голубев, И.О. Хирургия кисти: карпальная нестабильность / И.О. Голубев // Избранные вопросы пластической хирургии. — 2001. — Т. 1, № 8. — 52 с.
- Зубарев, А.В. Диагностический ультразвук. Костно-мышечная система / А.В. Зубарев. — М.: ООО «Фирма Стром», 2002. — 136 с.
- Кишковский, А.Н. Атлас укладок при рентгенологических исследованиях / А.Н. Кишковский, Л.А. Тютин, Г.Н. Есиновская. — Л.: Медицина, 1987. — 530 с.
- Привес, М.Г. Анатомия человека / М.Г. Привес, Н.К. Лысенков, В.И. Бушкович. — 12-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2004. — 720 с.
- Труфанов, Г.Е. Магнитно-резонансная томография в диагностике травматических изменений плечевого и коленного суставов / Г.Е. Труфанов [и др.]. — СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2010. — 144 с.
- Черемисин, В.М. Современная лучевая диагностика повреждений межкостных связок и суставов запястья (обзор литературы) / В.М. Черемисин, И.Г. Пчелин, В.С. Декан // Амбулаторная хирургия. Стационароразмещающие технологии. — 2002. — № 3. — С. 8–11.
- Bencardino, J.T. Sports-related injuries of the wrist: an approach to MRI interpretation / J.T. Bencardino, Z.S. Rosenberg. // Clin Sports Med. — 2006. — Vol. 25. — P. 409–432.
- Berquist, T.H. MRI of the hand and wrist / T.H. Berquist — Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 2003. — 194 p.
- Bianchi, S. Ultrasound of the joints / S. Bianchi, C. Martinoli, M.P. Bianchi-Zamorani // Eur. Radiol. — 2002. — Vol. 12, N 4. — P. 56–61.
- Boutry, N. Ultrasonographic evaluation of normal extrinsic and intrinsic carpal ligaments: preliminary experience / N. Boutry [et al.] // Skeletal Radiol. — 2005. — Vol. 34. — P. 513–521.
- Chang, W. Arcuate ligament of the wrist: normal MR appearance and its relationship to palmar midcarpal instability: a cadaveric study / W. Chang [et al.] // Skeletal Radiol. — 2007. — Vol. 36. — P. 641–645.
- Chang, W. Magnetic resonance imaging in orthopedic sports medicine / W. Chung, D. Resnick. — Springer, 2008. — Chapter 7. — P. 221–240.
- Elentuck, D. Direct magnetic resonance arthrography / D. Elentuck, W. Palmer // Eur. Radiol. — 2004. — Vol. 14, N 11. — P. 1956–1967.
- Finlay, K. Ultrasound of intrinsic wrist ligament and triangular fibrocartilage injuries / K. Finlay, R. Lee, L. Friedman // Skeletal Radiol. — 2004. — Vol. 33. — P. 85–90.
- Garcia-Elias, M. Kinetic analysis of carpal stability during grip / M. Garcia-Elias // Hand Clin. — 1997. — Vol. 13. — P. 151–158.
- Greenspan, A. Orthopedic radiology: a practical approach / A. Greenspan. — Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 2000. — 1200 p.
- Haims, A.H. Internal derangement of the wrist: indirect MR arthrography versus unenhanced MR imaging / A.H. Haims [et al.] // Radiology. — 2003. — Vol. 227. — P. 701–707.
- Hugo, P.C. Complications of arthrography / P.C. Hugo [et al.] // Semin. Musculoskelet. Radiol. — 1998. — Vol. 2, N 4. — P. 345–348.
- Kiuru, M.J. Wrist injuries; diagnosis with multidetector CT / M.J. Kiuru, V.V. Haapamaki, M.P. Koivikko, S.K. Koskinen // Emergency Radiology. — 2004. — Vol. 10. — P. 182–185.
- Kovanlikaya, I. Diagnostic value of MR arthrography in detection of intrinsic carpal ligament lesions: use of cine-MR arthrography as a new approach / I. Kovanlikaya [et al.] // Eur. Radiol. — 1997. — Vol. 7. — P. 1441–1445.
- Linkous, M.D. Scapholunate ligamentous communicating defects in symptomatic and asymptomatic wrists: characteristics / M.D. Linkous, S.D. Pierce, L.A. Gilula // Radiology. — 2000. — Vol. 216. — P. 846–850.
- Maizlin, Z.V. MR arthrography of the wrist: controversies and concepts / Z.V. Maizlin [et al.] // Hand (NY). — 2009. — Vol. 4, N 1. — P. 66–73.
- Mcalinden, P.S. Imaging of the wrist / P.S. Mcalinden, J. Teh // Imaging. — 2003. — Vol. 15. — P. 180–192.
- McPherson S.B. III. Clinical evaluation of the painful wrist and hand / S.B. McPherson III, E. Diao // MRI of the Upper Extremity: Shoulder, Elbow, Wrist, and Hand. — Lippincott Williams & Wilkins, 2010. — Chapter 14. — P. 528–548.
- Metz, V.M. Three-compartment wrist arthrography: correlation of pain site with location of uni- and bidirectional communications / V.M. Metz, F.A. Mann, L.A. Gilula // Am. J. Roentgenol. — 1993. — Vol. 160. — P. 819–822.
- Morrison, W.B. Indirect MR arthrography: concepts and controversies / W.B. Morrison // Semin. Musculoskelet. Radiol. — 2005. — Vol. 9, N 2. — P. 125–134.
- Moser, T. Multidetector CT arthrography of the wrist joint: how to do it / T. Moser [et al.] // RadioGraphics. — 2008. — Vol. 28. — P. 787–800.
- Nielsen, P.T. Posttraumatic scapholunate dissociation detected by wrist cineradiography / P.T. Nielsen, J. Hedeboe // J. Hand Surg. — 1984. — Vol. 9-A. — P. 135–138.
- Plancher, K.D. Master cases — hand and wrist surgery / K.D. Plancher. — New York: Thieme, 2004. — 581 p.
- Protas, J.M. Evaluating carpal instabilities with fluoroscopy / J.M. Protas, W.T. Jackson // Am. J. Roentgenol. — 1980. — Vol. 135. — P. 137–140.
- Rubin, J.M. Musculoskeletal power Doppler / J.M. Rubin // Eur. Radiol. — 1999. — Vol. 9. — Suppl. 3. — P. 403–406.
- Scheck, R.J. The carpal ligaments in MR arthrography of the wrist: correlation with standard MRI and wrist arthroscopy / R.J. Scheck [et al.] // J. Magn. Reson. Imaging. — 1999. — Vol. 9. — P. 468–474.
- Scheck, R.J. The scapholunate interosseous ligament in MR arthrography of the wrist: correlation with non-enhanced MRI and wrist arthroscopy / R.J. Scheck [et al.] // Skeletal Radiol. — 1997. — Vol. 26. — P. 263–271.

37. Schmitt, R. Carpal instability / R. Schmitt, S. Froehner, G. Coblenz, G. Christopoulos // *Eur. Radiol.* — 2006. — Vol. 16. — P. 2161–2178.
38. Schmitt, R. Direct MR arthrography of the wrist in comparison with arthroscopy: a prospective study on 125 patients / R. Schmitt [et al.] // *Fortschr. Röntgenstr.* — 2003. — Vol. 175. — P. 911–919.
39. Short, W.H. Biomechanical evaluation of ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate / W.H. Short, F.W. Werner, J.K. Green, S. Masaoka // *J. Hand Surg.* — 2002. — Vol. 27-A. — P. 991–1002.
40. Stäbler, A. Diagnosis of injuries of the carpal ligaments and capsules using contrast-enhanced MRI / A. Stäbler, P. Kohz, R.G.H. Baumeister, M. Reiser // *Radiology.* — 1995. — Vol. 35, Suppl. — P. 90.
41. Steinbach, L.S. MRI of the wrist / L.S. Steinbach, D.K. Smith // *Clin. Imaging.* — 2000. — Vol. 24. — P. 298–322.
42. Steinbach, L.S. Special focus session: MR arthrography / L.S. Steinbach, W.E. Palmer, M.E. Schweitzer // *Radiographics.* — 2002. — Vol. 22, N 5. — P. 1223–1246.
43. Stewart, N.R. CT of the wrist: a tailored approach / N.R. Stewart, L.A. Gilula // *Radiology.* — 1992. — Vol. 183. — P. 13–20.
44. Stoller, D.W. The wrist and hand. Magnetic resonance imaging in orthopedics and sports medicine / D.W. Stoller, A.E. Li, D.M. Lichtman, G.A. Brody. — Philadelphia : Lippincott Williams&Wilkins, 2007.
45. Theumann, N.H. Extrinsic carpal ligaments: normal MR arthrographic appearance in cadavers / N.H. Theumann [et al.] // *Radiology.* — 2003. — Vol. 226. — P. 171–179.
46. Theumann, N. Wrist ligament injuries: value of post-arthrography computed tomography / N. Theumann, N. Favarger, P. Schnyder, R. Meuli // *Skeletal Radiol.* — 2001. — Vol. 30. — P. 88–93.
47. Truong, N.P. Wrist instability series: increased yield with clinical-radiologic screening criteria. / N.P. Truong, F.A. Mann, L.A. Gilula, S.W. Kang // *Radiology.* — 1994. — Vol. 192. — P. 481–484.
48. Vahlensieck, M. MRI of the musculoskeletal system / M. Vahlensieck, H. K. Genant, M. Reiser. — N. Y., 2000. — P. 105–211.
49. Vezeridis, P.S. Ulnar-sided wrist pain. Part I: anatomy and physical examination / P.S. Vezeridis, H. Yoshioka, R. Han, P. Blazar // *Skeletal Radiol.* — 2010. — Vol. 39, N 8. — P. 733–745.
50. Viegas, S.F. Extrinsic wrist ligaments in the pathomechanics of ulnar translation instability / S.F. Viegas, R.M. Patterson, K. Ward // *J. Hand Surg.* — 1995. — Vol. 20-A. — P. 312–318.
51. Walsh, J.J. Current status of scapholunate interosseous ligament injuries / J.J. Walsh, R.A. Berger, W.P. Cooney // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* — 2002. — Vol. 10. — P. 32–42.
52. Watanabe, A. Ulnar-sided wrist pain. II. Clinical imaging and treatment / A. Watanabe [et al.] // *Skeletal Radiol.* — 2010. — Vol. 39, N 9. — P. 837–857.
53. Weiss, A.-P. Comparison of the findings of triple-injection cinearthrography of the wrist with those of arthroscopy / A.-P. Weiss, E. Akelman, R. Lambiase // *J. Bone Joint Surg.* — 1996. — Vol. 78-A. — P. 348–356.
54. Wong, D.C.M. Ultrasonography of the hand and wrist / D.C.M. Wong, G.K.L. Wansaicheong, I.Y.Y. Tsou // *Singapore Med. J.* — 2009. — Vol. 50, N 2. — P. 219–225.
55. Yochioka, H. Wrist ligaments and the triangular fibrocartilage complex / H. Yochioka, C.B. Chung, L.S. Steinbach // *MRI of the upper extremity: shoulder, elbow, wrist and hand.* — Lippincott Williams & Wilkins, 2010. — Chapter 15. — P. 549–564.
56. Zanetti, M. Triangular fibrocartilage and intercarpal ligaments of the wrist: does MR arthrography improve standard MRI? / M. Zanetti, J. Bräm, J. Hodler // *J. Magn. Reson. Imaging.* — 1997. — Vol. 7. — P. 590–594.
57. Zeitoun, F. Arthrography and computed tomography arthrography of the wrist / F. Zeitoun [et al.] // *Ann. Radiol.* — 1997. — Vol. 40. — P. 78–91.
58. Zlatkin, M.B. MR imaging of ligaments and triangular fibrocartilage complex of the wrist / M.B. Zlatkin, J. Rosner // *Radiol. Clin. North. Am.* — 2006. — Vol. 44. — P. 595–623.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кадубовская Екатерина Александровна – врач рентгенолог рентгеновского отделения ФГУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздравсоцразвития России
E-mail: alexkaterin@yandex.ru.