

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ЮВЕНИЛЬНОГО ИДИОПАТИЧЕСКОГО АРТРИТА

Траудт А.К., Завадовская В.Д., Жогина Т.В., Фёдорова Е.И.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

### РЕЗЮМЕ

Ювенильный идиопатический артрит (ЮИА) относится к группе социально-значимых заболеваний детского возраста в силу высокой распространенности, хронического характера, а также ранней инвалидизации. ЮИА представляет собой совокупность болезней, которые имеют различное начало, течение и исход, а также различную этиологию, что подчеркивает трудности диагностики процесса у детей. Заболевание носит прогрессирующий характер, приводит к утрате функции опорно-двигательного аппарата, тяжелой инвалидизации в раннем возрасте и, следовательно, нуждается в ранней диагностике и назначении адекватной терапии.

Значительная роль в выявлении патологии костно-суставной системы принадлежит лучевым методам исследования, а рутинная рентгенография продолжает оставаться наиболее широко используемой методикой, включенной в классификационные критерии большинства ревматологических заболеваний. Однако общеизвестно, что вторичным структурным изменениям в костях предшествует рентгенонегативный период, в связи с чем рентгенографию нельзя рассматривать в качестве метода ранней диагностики при суставном синдроме. Магнитно-резонансная томография (МРТ) обладает большими возможностями в оценке состояния суставов, так как помимо визуализации костной ткани позволяет количественно и качественно оценить изменения синовиальной оболочки, суставного хряща, а также наличие и степень выраженности воспалительных изменений в периартикулярных мягких тканях и в костной ткани. Данные, полученные при МРТ, могут быть использованы для диагностики, прогнозирования и мониторинга ответа на проводимую терапию, в том числе на ранней стадии заболевания. Тем не менее, несмотря на очевидные возможности МРТ, данная методика недостаточно широко применяется, в том числе и из-за отсутствия четких диагностических критериев заболевания, отсутствия централизованных валидированных исследований, стандартизованных протоколов проведения МРТ-исследований детей с суставным синдромом. Таким образом, является обоснованным проведение исследований, направленных на решение ряда клинико-диагностических аспектов при ЮИА, в частности разработку балльной системы оценки тяжести и прогрессирования заболевания.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** магнитно-резонансная томография, ювенильный идиопатический артрит, суставы

Ювенильный идиопатический артрит (ЮИА) представляет собой широкое понятие, включающее клинически разнородную группу хронических системных воспалительных заболеваний неизвестной этиологии, которые начинаются в возрасте до 16 лет с сохранением симптомов в течение 6 нед и более и характеризуются прогрессирующим поражением суставов с высоким процентом последующей инвалидизации больных [1]. В группу ЮИА входят наиболее рас-

пространенные хронические ревматические заболевания у детей, каждое из которых имеет определенные клинические особенности и симптомы, а в некоторых случаях и генетический фон.

В течение длительного времени для обозначения указанной патологии использовался разнообразный спектр терминов: ювенильный артрит, ювенильный ревматоидный артрит (ЮРА), инфекционный неспецифический артрит, ювенильный хронический артрит, деформирующий артрит, болезнь Стилла. Однако в 1994 г. постоянным комитетом педиатрической ревматологии при Всемирной организации здравоохране-

✉ Траудт Алина Константиновна, тел. 8-923-408-2759; e-mail: alina.traudt@yandex.ru

ния было предложено устранить все прежние термины и называть все хронические воспалительные заболевания суставов у детей ювенильными идиопатическими артритами. В 1997 г. педиатрическим субкомитетом ILAR (Международная лига ревматологических ассоциаций) в Durban (Южно-Африканская Республика) классификационные аспекты были модифицированы, а в 2001 г. в Edmonton (Канада) пересмотрены, объединив под этим названием все артриты детского возраста, имеющие хроническое течение [2]. Классификация ILAR, основанная на клинических критериях и лабораторных характеристиках, включающая количество пораженных суставов и наличие аутоиммунных маркеров, выделяет подтипы ЮИА (таблица).

Развитие и (или) обострение ЮИА связывают с некоторыми факторами, среди которых выделяют перинатальные, генетические и экологические факторы, а также вирусные и бактериальные инфекции. Однако на сегодняшний день единый или основной этиологический фактор не установлен.

Исследования, проведенные в развитых странах, показывают, что распространенность ЮИА варьирует от 16 до 150 случаев на 100 тыс. населения [1]. Олиго- и полиартикулярный варианты ЮИА чаще встречаются у девочек, при системном варианте заболевания отмечается равномерное распределение по полу, а артриты, ассоциированные с энтезитами, чаще встречаются у мальчиков [3, 4].

Ювенильный идиопатический артрит, охватывающий гетерогенную группу заболеваний, характеризуется хроническими воспалительными процессами в синовиальной мембране, суставном хряще и кости [1]. Патологический процесс начинается в синовиальной оболочке сустава с нарушениями микроциркуляции и поражения клеток, выстилающих синовиальную мембрану. В ответ на действие этиологических факторов в организме больного образуются аутоантигены, которые в присутствии комплемента взаимодействуют с антителами,

вырабатываемыми иммунокомпетентными клетками,

в том числе плазматическими клетками синовиальной оболочки сустава, что приводит к формированию иммунных комплексов. Циркулирующие иммунные комплексы оказывают повреждающее воздействие как на эндотелий сосудов, так и на окружающие ткани. В первую очередь страдает синовиальная оболочка сустава, в результате чего развивается артрит. Предполагается клеточно-опосредованный механизм развития воспаления, связанный с популяцией клеток, продуцирующих цитокины и хемокины [5, 6]. Так, в синовиальной жидкости и тканях сустава образуется избыточное количество цитокинов макрофагального происхождения – интерлейкинов (IL) -1 и -6 (IL-6),

**Классификация ювенильных идиопатических артритов (ILAR, 2001)**

Подтип ЮИА	Диагностические критерии
Системный артрит	Артрит с сохраняющейся и предшествующей лихорадкой в течение 2 нед и более в сочетании с одним или более пунктов: преходящие, летучие эритематозные высыпания, серозит, генерализованная лимфаденопатия, гепатомегалия и (или) спленомегалия
Олигоартрит: персистирующий распространяющийся	Артрит 1–4 суставов, пораженных в течение первых 6 мес болезни поражение не более четырех суставов в течение всего периода болезни поражение более четырех суставов после первых 6 мес болезни
Полиартрит, РФ-позитивный	Артрит, поражающий пять или более суставов в течение первых 6 мес, ассоциированный с положительным РФ на основании минимум двух исследований, выполненных на протяжении 3 мес
Полиартрит, РФ-негативный	Артрит, поражающий пять или более суставов в течение первых 6 мес, при отсутствии РФ
Артрит, ассоциированный с энтезитом	Артрит и энтезиты или артрит и энтезит с двумя из следующих признаков: чувствительность крестцово-подвздошных сочленений и (или) воспалительная боль в спине; наличие <i>HLA B27</i> ; семейный анамнез, свидетельствующий о наличии подтвержденных врачами <i>HLA B27</i> -ассоциированных заболеваний у лиц 1-й или 2-й линии родства; передний увеит, как правило, ассоциированный с болью, покраснением вокруг роговицы или светобоязнью; начало артрита у мальчиков после 8 лет
Псориатический артрит	Наличие артрита и типичных псориатических высыпаний или (если высыпания отсутствуют) артрит и наличие двух из следующих признаков: дактилит; поражение ногтей (симптом «наперстка», онихолизис); семейный псориаз, подтвержденный дерматологом, у лиц 1-й степени родства
Недифференцированный артрит	Артриты у детей неизвестной причины, существующие на протяжении 6 нед и более и (или): не отвечающие критериям никакой категории; отвечающие критериям более чем одной из представленных категорий

Примечание. РФ – ревматоидный фактор.

фактора некроза опухолей (TNF- $\alpha$ ). IL-1 и TNF- $\alpha$  индуцируют воспаление и разрушают хрящ. IL-6 способствует гиперпродукции белков острой фазы воспаления – С-реактивного белка и фибриногена. Происходит дальнейшая активизация ферментных систем, разрушающих хрящ [7]. Ангиогенез, возникающий вследствие действия на ткани цитокинов, также усиливает деструкцию хряща.

В процессе воспаления в тканях сустава формируется большое число клеток, образующих так называемый паннус или «плащ» – пласт грануляционной ткани с воспалительным инфильтратом, закрывающий поверхность суставного хряща, тем самым препятствуя нормальным процессам обмена и усиливая деструкцию костно-хрящевых образований.

Таким образом, ЮИА, характеризующийся выраженными деструктивными изменениями в суставах, является одной из ведущих причин ранней инвалидизации у детей. Поэтому профилактика необратимых изменений считается основополагающей задачей в долгосрочном прогнозе заболевания, а оценка структурных изменений суставов является ключевым моментом в определении эффективности проводимой терапии у больных ЮИА.

Понимание патогенеза изменений, происходящих при ЮИА, привело к разработке новых лекарственных средств для лечения данного заболевания. Значительным шагом вперед в управлении течением ЮИА стало появление биологических генно-инженерных препаратов, разработанных с целью выборочного блокирования конкретных медиаторов воспаления, в том числе TNF- $\alpha$ , IL-1 и IL-6, а также сигнальных молекул, участвующих в регуляции В- и Т-лимфоцитов [8]. Внедрение эффективных способов лечения создает новые требования к методам диагностики для более чувствительного прогнозирования и мониторинга эффекта лечения [9, 10].

В настоящее время диагностика заболеваний суставов базируется на клинических, лабораторных и рентгенологических данных. Важными аспектами клинической диагностики являются установление характера начала заболевания, оценка количества и характера поражения суставов (число болезненных и припухших суставов, наличие тугоподвижности, утренней скованности, симметричность поражения, особенности распространения процесса с вовлечением периферических мелких или крупных суставов или преимущественное поражение суставов осевого скелета, наличие или отсутствие внесуставных проявлений).

Лабораторная диагностика подразумевает установление неспецифических серологических маркеров воспаления (лейкоцитоз, повышение скорости оседания эритроцитов, уровня С-реактивного белка) и специфических маркеров (ревматоидный фактор, антинуклеарный фактор, носительство гена *HLA-B27*). Однако основополагающим методом в диагностике костно-суставной патологии, в том числе и в ревматологии, является рентгенография.

Классическая рентгенография позволяет оценить состояние суставной щели и суставных поверхностей, а рентгенологические данные являются обязательной составляющей принятой классификации ЮРА, по которой изменения в суставах подразделяются на четыре стадии (Штейнброккер О., 1988):

– I стадия – остеопороз без деструктивных изменений;

– II стадия – незначительные разрушения хряща и кости, небольшое сужение суставной щели, единичные узурь костей;

– III стадия – значительные разрушения хряща и кости, выраженное сужение суставной щели, множественные узурь, подвывихи, локтевая девиация;

– IV стадия – симптомы стадии III в сочетании с анкилозом.

Несмотря на то, что рентгенография является основным стандартизированным методом исследования, очевидны пределы метода в выявлении ранних доэрозивных проявлений заболевания, поскольку физические основы данной модальности позволяют оценить лишь костные структуры, в то время как патологический процесс начинается в синовиальной оболочке. Так, 70% пациентов с ранним ЮИА не имеют видимых изменений на рентгенограммах [11, 12], а физикальное обследование может быть недостаточно адекватным, поскольку является субъективным методом и зависит от квалификации врача, проводящего исследование [13–16]. В этом аспекте современные методы лучевой диагностики, такие как ультразвуковая диагностика и магнитно-резонансная томография (МРТ), позволяющие оценить внутрисуставные структуры, играют ведущую роль, поскольку обеспечивают установление тяжести и прогноза заболевания, осуществляют мониторинг прогрессирования и ответ на лечение, оценку осложнений, связанных с заболеванием и его терапией.

Визуальная картина суставных изменений у детей отличается от таковой у взрослых пациентов в нескольких важных аспектах. Так, толщина суставного хряща варьирует в зависимости от возраста, что за-

трудняет оценку состояния суставной щели, неполное окостенение хряща формирует неровность контура эпифиза и затрудняет выявление эрозий. В силу особенностей растущего скелета рентгенографическая оценка структурных изменений при ЮИА является сложной задачей, и применение балльных оценок, используемых у взрослых, может оказаться невозможным для оценки прогрессирования ЮИА. Тенденция к раннему подавлению воспалительного процесса для предотвращения развития эрозивных изменений смещает акцент от классической рентгенографии к методам визуальной оценки, позволяющим обнаружить изменения на ранней стадии заболевания, происходящие в основном в мягкотканых структурах сустава.

В связи с этим существует необходимость внедрения более чувствительных методов визуализации внутрисуставных структур, одними из которых являются ультразвуковая диагностика (УЗИ) и МРТ. УЗИ позволяет оценить степень тяжести поражения суставов по таким критериям, как количество внутрисуставного выпота, толщина синовиальной оболочки и суставного гиалинового хряща, установление теносиновита. В режиме цветового доплеровского картирования возможна оценка характера кровотока и степени васкуляризации синовиальной оболочки. Кроме того, возможности УЗИ равны или даже превосходят возможности рентгенографии в обнаружении кортикальных эрозий в доступных для ультразвукового сканирования местах, но значительно уступают в выявлении эрозий, расположенных в центре крупных суставов, из-за акустической тени от вышележащей кости [17–19]. По этой же причине сонография не имеет возможности оценить такой важный аспект, как изменения в костном мозге, которые ассоциируются с активной фазой течения воспаления.

В 1977 г. была выполнена первая магнитно-резонансная томография тела человека. Тридцать лет спустя данная модальность хорошо зарекомендовала себя в современной медицинской практике и произвела революцию во многих областях медицины, в том числе и в ревматологии. МРТ является единственным методом, позволяющим оценить такие структуры пораженного сустава, как синовиальная оболочка, суставной гиалиновый хрящ, сухожильно-связочный аппарат, костный мозг, установить наличие (или отсутствие) костных эрозий и внутрисуставной жидкости.

Проявлением синовита является обнаружение синовиальной пролиферации и внутрисуставного выпота. В норме толщина синовиальной оболочки составляет 1 мм и визуализируется только после контрастно-

го усиления парамагнетиками в T1-взвешенное изображение (T1ВИ). Проплиферация синовиальной оболочки, оцениваемая по распространенности и толщине, на нативных T1ВИ имеет вид изоинтенсивной по отношению к мышцам структуры, сигнал от которой повышается при внутривенном контрастировании. Жидкость как проявление синовита имеет типичный для суставного выпота низкий сигнал в T1ВИ и высокий в T2ВИ.

Эрозивный процесс является обязательной составляющей изменений костей при ЮИА. Костные эрозии в виде краевого участка деструкции с четко очерченными контурами возникают в результате воздействия пролиферирующего синовия на подлежащую ткань и являются одним из показателей тяжести и прогноза развития заболевания. Так, в литературе приводятся данные о том, что у 82% больных без определяемых на МРТ эрозий рентгенологические признаки эрозий не выявляются еще в течение двух лет [20]. В исследованиях U.M. Døhn и соавт. получены следующие данные о чувствительности, специфичности и точности методов лучевой диагностики в обнаружении костных эрозий (с использованием компьютерной томографии в качестве референтного метода): рентгенография 19, 100 и 81%, МРТ – 68, 96 и 89%, ультразвуковая диагностика – 42, 91 и 80% соответственно [20]. Эти данные подтверждают высокую специфичность, но низкую чувствительность рентгенологического метода в выявлении костных эрозий.

Эрозии при МР-исследовании представляют собой четко очерченные участки нарушения сигнальных характеристик костного мозга в виде низкоинтенсивного сигнала в T1ВИ и высокого, редко низко-интенсивного сигнала в T2ВИ, определяемые минимум в двух проекциях. Кроме того, МРТ позволяет установить не только большее количество эрозий по сравнению с рентгенологическим методом, но и определить субстрат, которым выполнены эрозированные поверхности. Так, если при внутривенном контрастировании содержимое эрозии активно накапливает контрастное вещество, следует вывод о том, что эрозированная поверхность заполнена высоко васкуляризованным синовием, если же изменения сигнальных характеристик не происходит – эрозия выполнена фиброзным паннусом.

МР-признаком теносиновита является наличие жидкости, имеющей низкий сигнал в T1ВИ и высокий в режиме подавления сигнала от жировой ткани и в T2ВИ по ходу сухожильных влагалищ.

Магнитно-резонансная томография – единственная методика, позволяющая визуализировать костный мозг. Исследования показали, что отек костного мозга

является ключевым предиктором эрозивного поражения суставов у больных ревматоидным артритом (РА) и может быть использован для прогнозирования функциональных расстройств [22, 23]. Отек костного мозга обнаруживается в режиме жироподавления (FSat, STIR) и T2-взвешенной МРТ последовательно в виде высокоинтенсивного очага с нечеткими контурами, интенсивность которого увеличивается после контрастирования [24].

Еще одним преимуществом МРТ является способность непосредственной визуализации суставного хряща. В отличие от рентгенографии, при которой хрящ оценивается косвенно по ширине суставной щели, МРТ отражает полную анатомическую картину и позволяет оценить признаки повреждения хряща, такие как истончение и эрозирование, различать типы хряща и локализации (фиброзно-волоконистый и гиалиновый хрящ, суставной эпифизарный и хрящ эпиметафизарной зоны) [25–28]. Трехмерные реконструкции обеспечивают оценку всей суставной поверхности, 3D-реконструкция с количественным измерением объема хряща может быть использована для оценки прогрессирования заболевания и ответа на лечение у больных хроническим артритом. Однако необходимы дальнейшие исследования в этой области в детской популяции с установлением корреляционной зависимости объема суставного хряща от возраста в норме у здоровых детей.

Раннее выявление структурных изменений необходимо для своевременного начала адекватной терапии с контролем воспалительного процесса и подавлением патологических изменений. Так, у пациентов со стойким синовитом прогрессировал эрозивный процесс, однако там, где синовит был подавлен, эрозивный процесс прекращался, т.е. тяжесть воспаления синовиальной оболочки коррелирует с последующим появлением костных эрозий: там, где нет синовита, эрозирование не происходит [29, 30]. В этом аспекте МРТ является наиболее чувствительным методом в установлении воспаления синовиальной оболочки – основы деструктивных изменений при ЮИА.

Поскольку целью лечения является подавление воспаления и предотвращение эрозирования, в клинической практике должны использоваться надежные и чувствительные методы для установления синовита. К таким методам относится и магнитно-резонансная томография с контрастным усилением, которая превосходит результаты нативного МРТ, коррелирующие с артроскопическими и гистологическими данными [31]. Компьютеризированное измерение объема синовиальной оболочки на фоне контрастного усиления признано целесообразным в оценке активности заболевания и реагирования на лечение у пациентов с РА

[32–35]. В соответствии с результатами исследований РА, Т.В. Graham и соавт. показали возможность использования МРТ в количественной оценке объема синовиальной оболочки как метода установления активности ЮИА у детей [36]. Объем синовиальной оболочки, полученный с использованием полуавтоматической программы при исследовании суставов кистей и запястий, имеет сильную корреляционную связь с клиническими признаками местного воспаления и с общим числом воспаленных суставов. Следует отметить, что V.M. Gylus-Morin и соавт. показали, что объем синовиальной оболочки имеет большую чувствительность (97%), чем максимальная толщина синовиальной оболочки (77%) в установлении клинического синовита [37]. Наконец, было доказано, что уменьшение объема и степени контрастирования паннуса в тазобедренных и коленных суставах у пациентов с ЮИА хорошо коррелирует с благоприятным клиническим результатом [24]. Наряду с повышением диагностической эффективности в визуализации синовиальной оболочки МРТ с контрастированием позволяет отличать активный гипертрофизированный паннус от фиброзного, выявлять синовит у пациентов в ремиссии [24, 38, 39].

Существует мнение, что толщина синовиальной оболочки не обязательно связана со степенью активности заболевания. Так, у пациентов с многолетним течением патологического процесса может иметь место значительно утолщенная синовиальная мембрана, но с низким сигналом в основном за счет постепенной замены гипертрофизированного паннуса фиброзной тканью [40–42].

В дополнение к измерению объема синовия, методика динамического контрастного усиления позволяет давать количественную оценку воспаления на основании анализа времени изменения сигнала после введения парамагнетика. Скорость накопления контрастного вещества в основном определяется двумя факторами – локальной васкуляризацией ткани и проницаемостью капилляров. Эти факторы, как предполагается, тесно связаны со степенью активности воспалительного процесса [43–45]. Действительно, скорость и интенсивность контрастного усиления синовиальной оболочки имеют ценность при оценке активности заболевания [46], оценке ответа на лечение [29, 47] и прогнозировании эрозивного прогрессирования у взрослых с ревматоидным артритом [48, 49].

Таким образом, МРТ позволяет выявлять внутрисуставные изменения на ранних этапах заболевания и в большем количестве, чем рентгенография. Кроме того, изменения, выявляемые на МРТ, в среднем на два года опережают появление изменений на рентге-

нограммах [50]. R. Hemke и соавт. в своем исследовании показали, что МРТ с контрастным усилением способна с большей точностью, чем клинический осмотр, устанавливать признаки активного и неактивного процесса. Субклинический синовит может быть обнаружен более чем в трети клинически неактивных суставов у пациентов с ЮИА. Таким образом, клинический осмотр должен быть дополнен более чувствительным методом диагностики, таким как МРТ, в частности для мониторинга эффективности лечения или при рассмотрении вопроса об изменении терапии [51].

Большое количество информации, полученной с помощью МРТ, послужило основой для создания полуколичественной балльной оценки с целью установления воспалительных и деструктивных изменений в суставах кисти при РА у взрослых (Rheumatoid arthritis – MRI scoring system (RAMRIS)) [23]. Подсчет баллов включает в себя оценку количества эрозий, объема отека костного мозга и объема утолщенной синовиальной оболочки в лучезапястных, луче-локтевых, межзапястных, запястно-пястных и пястно-фаланговых суставах. Вместе с тем, несмотря на многочисленные исследования у взрослых, опыт по использованию МРТ в оценке ЮИА ограничен. Так, была предложена МРТ-оценка активности заболевания и деструктивных изменений для тазобедренного и коленного суставов при ЮИА [38, 52], однако эти исследования не были валидированными и тестировались на ограниченном количестве пациентов. Сложность оценки изменений в суставах у детей заключается еще и в анатомических особенностях растущего скелета. Порой трудно отличить, являются изменения в суставах патологическими или вариантом нормального развития ребенка. Например, неровность суставных поверхностей, повышение сигнала от костного мозга могут иметь место и у здоровых детей [53, 54].

Таким образом, обзор литературы свидетельствует о значительных возможностях МРТ в диагностике ЮИА. В то же время отсутствие централизованных валидированных исследований, стандартизованных протоколов проведения МРТ у детей с суставным синдромом повлияло на неоднородность результатов представленного обзора литературы.

Все вышеизложенное делает обоснованным проведение исследований, направленных на решение ряда клинико-диагностических аспектов при ЮИА, в частности разработку балльной системы оценки тяжести и прогрессирования заболевания.

#### Литература

1. Ravelli A., Martini A. Juvenile idiopathic arthritis // Lancet.

2007. V. 369, № 9563. P. 767–778.

2. Petty R.E., Southwood T.R., Manners P. et al. International league of associations for rheumatology classification of juvenile idiopathic arthritis: second revision // J. Rheumatol. 2004. V. 31, № 2. P. 390–392.
3. Martini A., Lovell D.J. Juvenile idiopathic arthritis: state of the art and future perspectives // Ann. Rheum. Dis. 2010. V. 69, № 7. P. 1260–1263.
4. Jing-Long Huang. New Advances in Juvenile Idiopathic Arthritis // Chang Gung Med J. 2012. V. 35, № 1. P. 1–14.
5. Huang J.L., Kuo M.L., Hung I.J., Wu C.J., Ou L.H., Cheng J.H. Lowered IL-4-producing T-cells and decreased IL-4 secretion in peripheral blood from subjects with juvenile rheumatoid arthritis // Chang. Gung. Med. J. 2001. V. 24. P. 77–83.
6. Ravelli A., Grom A.A., Behrens E.M. et al. Macrophage activation syndrome as part of systemic juvenile idiopathic arthritis: diagnosis, genetics, pathophysiology and treatment // J. Genes Immun. 2012. V. 13 (4). P. 289–298.
7. McInnes I.B., Schett G. Cytokines in the pathogenesis of rheumatoid arthritis // Nat. Rev. Immunol. 2007. V. 7, № 7. P. 429–442.
8. Hayward K., Wallace C.A. Recent developments in antirheumatic drugs in pediatrics: treatment of juvenile idiopathic arthritis // Arthritis Res. Ther. 2009. V. 11, № 1. P. 216.
9. Lovell D.J., Giannini E.H., Reiff A. et al. Etanercept in children with polyarticular juvenile rheumatoid arthritis. Pediatric Rheumatology Collaborative Study Group // N. Engl. J. Med. 2000. V. 342, № 11. P. 763–769.
10. Lovell D.J., Ruperto N., Goodman S. et al. Adalimumab with or without methotrexate in juvenile rheumatoid arthritis // N. Engl. J. Med. 2008. V. 359, № 8. P. 810–820.
11. Boutry N., Larde A., Lapegue F. et al. Magnetic resonance imaging appearance of the hands and feet in patients with early rheumatoid arthritis // J. Rheumatol. 2003. V. 30, № 4. P. 671–679.
12. Klauser A., Frauscher F., Schirmer M. et al. The value of contrast-enhanced color Doppler ultrasound in the detection of vascularization of finger joints in patients with rheumatoid arthritis // Arthritis Rheum. 2002. V. 46. P. 647–653.
13. Guzman J., Burgos-Vargas R., Duarte-Salazar C. et al. Reliability of the articular examination in children with juvenile rheumatoid arthritis: interobserver agreement and sources of disagreement // J. Rheumatol. 1995. V. 22. P. 2331–2336.
14. Forslund K., Larsson E.M., Johansson A. et al. Detection of joint pathology by magnetic resonance imaging in patients with early rheumatoid arthritis // Br. J. Rheumatol. 1997. V. 36. P. 683–688.
15. Javadi S., Kan J.H., Orth R.C., DeGuzman M. Wrist and ankle MRI of patients with juvenile idiopathic arthritis: identification of unsuspected multicompartmental tenosynovitis and arthritis // AJR Am. J. Roentgenol. 2014. V. 202 (2). P. 413–417. doi: 10.2214/AJR.13.10671.
16. Nielsen H.E., Strandberg C., Andersen S., Kinnander C., Erichsen G. Ultrasonographic examination in juvenile idiopathic arthritis is better than clinical examination for identification of intraarticular disease // Dan. Med. J. 2013. V. 60 (8). A4669.
17. Malattia C., Damasio M.B., Magnaguagno F. et al. Magnetic resonance imaging, ultrasonography, and conventional radiography in the assessment of bone erosions in juvenile idiopathic arthritis // Arthritis Rheum. 2008. V. 59, № 6. P. 1764–1772.
18. Wakefield R.J., O'Connor P.J., Conaghan P.G. et al. Finger tendon disease in untreated early rheumatoid arthritis: a comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging //

- Arthritis Rheum. 2007. V. 57, № 4. P. 1158–1164.
19. Buchmann R.F., Jaramillo D. Imaging of articular disorders in children // Radiol. Clin. North. Am. 2004. V. 42, № 1. P. 151–168.
  20. Dohn U.M., Ejbjerg B.J., Court-Payen M. et al. Are bone erosions detected by magnetic resonance imaging and ultrasonography true erosions? A comparison with computed tomography in rheumatoid arthritis metacarpophalangeal joints // Arthritis Research & Therapy. 2006. V. 8, № 4. R110. doi: 10.1186/ar1995.
  21. McQueen F., Benton N., Perry D. et al. Bone edema scored on magnetic resonance imaging scans of the dominant carpus at presentation predicts radiographic joint damage of the hands and feet six years later in patients with rheumatoid arthritis // Arthritis Rheum. 2003. V. 48, № 7. P. 1814–1827.
  22. Benton N., Stewart N., Crabbe J. et al. MRI of the wrist in early rheumatoid arthritis can be used to predict functional outcome at 6 years // Ann. Rheum. Dis. 2004. V. 63, № 5. P. 555–561.
  23. Østergaard M., Peterfy C., Conaghan P. et al. OMERACT Rheumatoid Arthritis Magnetic Resonance Imaging Studies. Core set of MRI acquisitions, joint pathology definitions, and the OMERACT RA-MRI scoring system // J. Rheumatol. 2003. V. 30, № 6. P. 1385–1386.
  24. Lamer S., Sebag G.H. MRI and ultrasound in children with juvenile chronic arthritis // Eur. J. Radiol. 2000. V. 33, № 2. P. 85–93.
  25. Peterfy C.G., Genant H.K. Emerging applications of magnetic resonance imaging in the evaluation of articular cartilage // Radiol. Clin. North. Am. 1996. V. 34, № 1. P. 195–213.
  26. Thapa M.M., Chaturvedi A., Iyer R.S., Darling S.E., Khanna P.C., Ishak G., Chew F.S. MRI of pediatric patients: Part 2, normal variants and abnormalities of the knee // AJR Am. J. Roentgenol. 2012. V. 198 (5). P. 456–465. doi: 10.2214/AJR.10.7317.
  27. Doria A.S., Babyn P.S., Feldman B. A critical appraisal of radiographic scoring systems for assessment of juvenile idiopathic arthritis // Pediatr. Radiol. 2006. V. 36, № 8. P. 759–772.
  28. Conaghan P.G., O'Connor P., McGonagle D. et al. Elucidation of the relationship between synovitis and bone damage: A randomized magnetic resonance imaging study of individual joints in patients with early rheumatoid arthritis // Arthritis Rheum. 2003. V. 48, № 1. P. 64–71.
  29. Østergaard M., Stoltenberg M., Lovgreen-Nielsen P. et al. Quantification of synovitis by MRI: correlation between dynamic and static gadolinium-enhanced MRI and microscopic and macroscopic signs of synovial inflammation // Magn. Reson. Imaging. 1998. V. 16. P. 743–54.
  30. Magni-Manzoni S., Malattia C., Lanni S., Ravelli A. Advances and challenges in imaging in juvenile idiopathic arthritis // Nat. Rev. Rheumatol. 2012. V. 8 (6). P. 329–336. doi: 10.1038.
  31. Cimmino M.A., Bountis C., Silvestri E. et al. An appraisal of magnetic resonance imaging of the wrist in rheumatoid arthritis // Semin. Arthritis Rheum. 2000. V. 30. P. 180–195.
  32. Sugimoto H., Takeda A., Kano S. Assessment of disease activity in rheumatoid arthritis using magnetic resonance imaging: quantification of pannus volume in the hands // Br. J. Rheumatol. 1998. V. 37. P. 854–861.
  33. Nusman C.M., Hemke R., Schonenberg D., Dolman K.M., van Rossum M.A., van den Berg J.M., Kuijpers T.W., Maas M. Distribution pattern of MRI abnormalities within the knee and wrist of juvenile idiopathic arthritis patients: signature of disease activity // AJR Am. J. Roentgenol. 2014. V. 202 (5). P. 439–446. doi: 10.2214/AJR.13.11314.
  34. Bird P., Lassere M., Shnier R. et al. Computerized measurement of magnetic resonance imaging erosion volumes in patients with rheumatoid arthritis: a comparison with existing magnetic resonance imaging scoring systems and standard clinical outcome measures // Arthritis Rheum. 2003. V. 48, № 3. P. 614–624.
  35. Zikou A.K., Argyropoulou M.I., Voulgari P.V. et al. Magnetic resonance imaging quantification of hand synovitis in patients with rheumatoid arthritis treated with adalimumab // J. Rheumatol. 2006. V. 33, № 2. P. 219–223.
  36. Graham T.B., Laor T., Dardzinski B.J. Quantitative magnetic resonance imaging of the hands and wrists of children with juvenile rheumatoid arthritis // J. Rheumatol. 2005. V. 32, № 9. P. 1811–1820.
  37. Gyllys-Morin V.M., Graham T.B., Blebea J.S. et al. Knee in early juvenile rheumatoid arthritis: MR imaging findings // Radiology. 2001. V. 220, № 3. P. 696–706.
  38. Nistala K., Babar J., Johnson K. et al. Clinical assessment and core outcome variables are poor predictors of hip arthritis diagnosed by MRI in juvenile idiopathic arthritis // Rheumatology. 2007. V. 46, № 4. P. 699–702.
  39. Brown A.K., Quinn M.A., Karim Z. et al. Presence of significant synovitis in rheumatoid arthritis patients with disease-modifying antirheumatic drug-induced clinical remission: Evidence from an imaging study may explain structural progression // Arthritis Rheum. 2006. V. 54, № 12. P. 3761–3773.
  40. Soden M., Rooney M., Cullen A. et al. Immunohistological features in the synovium obtained from clinically uninvolved knee joints of patients with rheumatoid arthritis // Br. J. Rheumatol. 1989. V. 28. P. 287–292.
  41. König H., Sieper J., Wolf K.J. et al. Rheumatoid arthritis: evaluation of hypervascular and fibrous pannus with dynamic MR imaging enhanced with Gd-DTPA // Radiology. 1990. V. 176, № 2. P. 473–477.
  42. Malattia C., Damasio M.B., Basso C. et al. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in the assessment of disease activity in patients with juvenile idiopathic arthritis // Rheumatology (Oxford). 2010. V. 49. P. 178–185.
  43. Gaffney K., Cookson J., Blades S. et al. Quantitative assessment of the rheumatoid synovial microvascular bed by gadolinium-DTPA enhanced magnetic resonance imaging // Ann. Rheum. Dis. 1998. V. 57, № 3. P. 152–157.
  44. Tamai K., Yamato M., Yamaguchi T., Ohno W. Dynamic magnetic resonance imaging for the evaluation of synovitis in patients with rheumatoid arthritis // Arthritis Rheum. 1994. V. 37. P. 1151–1157.
  45. Malattia C., Consolaro A., Pederzoli S. et al. MRI versus conventional measures of disease activity and structural damage in evaluating treatment efficacy in juvenile idiopathic arthritis // Ann. Rheum. Dis. 2013. V. 72. P. 363–368.
  46. Hodgson R.J., O'Connor P., Moots R. MRI of rheumatoid arthritis—image quantitation for the assessment of disease activity, progression and response to therapy // Rheumatology. 2008. V. 47, № 1. P. 13–21.
  47. Østergaard M., Stoltenberg M., Lovgreen-Nielsen P. et al. Magnetic resonance imaging-determined synovial membrane and joint effusion volumes in rheumatoid arthritis and osteoarthritis: comparison with the macroscopic and microscopic appearance of the synovium // Arthritis Rheum. 1997. V. 40. P. 1856–1867.
  48. Huang J., Stewart N., Crabbe J. et al. A 1 year follow up study of dynamic magnetic resonance imaging in early rheumatoid arthritis reveals synovitis to be increased in shared epitope positive patients and predicts erosions at 1 year // Rheumatology Oxford. 2000. V. 39, № 4. P. 407–416.

49. *Palosaari K., Vuotila J., Takalo R. et al.* Bone oedema predicts erosive progression on wrist MRI in early RA—a 2-yr observational MRI and NC scintigraphy study // *Rheumatology*. 2006. V. 45, № 12. P. 1542–1548.
50. *Ostergaard M., Hansen M., Stoltenberg M. et al.* New radiographic bone erosions in the wrists of patients with rheumatoid arthritis are detectable with magnetic resonance imaging a median of two years earlier // *Arthritis Rheum*. 2003. V. 48, № 8. P. 2128–2131.
51. *Hemke R., Maas M., van Veenendaal M. et al.* Contrast-enhanced MRI compared with the physical examination in the evaluation of disease activity in juvenile idiopathic arthritis // *Eur. Radiol*. 2014. V. 24. P. 327–334.
52. *Argyropoulou M.I., Fanis S.L., Xenakis T. et al.* The role of MRI in the evaluation of hip joint disease in clinical subtypes of juvenile idiopathic arthritis // *Br. J. Radiol*. 2002. V. 75. P. 229–233.
53. *Jans L.B., Jaremko J.L., Ditchfield M., Verstraete K.L.* Evolution of femoral condylar ossification at MR imaging: frequency and patient age distribution // *Radiology*. 2011. V. 258, № 3. P. 880–888.
54. *Müller L.S., Avenarius D., Damasio B. et al.* The paediatric wrist revisited: redefining MR findings in healthy children // *Ann. Rheum. Dis*. 2011. V. 70, № 4. P. 605–610.

Поступила в редакцию 27.06.2014 г.

Утверждена к печати 04.02.2015 г.

**Траудт Алина Константиновна** (✉) – аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СибГМУ (г. Томск).

**Завадовская Вера Дмитриевна** – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии СибГМУ (г. Томск).

**Жогина Татьяна Владимировна** – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СибГМУ, врач-рентгенолог клиник СибГМУ (г. Томск).

**Фёдорова Екатерина Игоревна** – врач-рентгенолог клиник СибГМУ (г. Томск).

✉ **Траудт Алина Константиновна**, тел. 8-923-408-2759; e-mail: alina.traudt@yandex.ru

## MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE DIAGNOSIS OF JUVENILE IDIOPATHIC ARTHRITIS

**Traudt A.K., Zavadovskaya V.D., Zhogina T.V., Fedorova Ye.I.**

*Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation*

### ABSTRACT

Juvenile idiopathic arthritis (JIA) are a group of socially significant diseases of childhood because of the high prevalence of a chronic nature, as well as a large percentage of early disability. JIA is a collection of diseases that have different start, course and outcome, as well as various etiologies, which emphasizes the difficulties in the diagnosis process in children. When this disease is progressive in nature, leads to loss of function of the musculoskeletal system, severe disability at an early age and, therefore, needs early diagnosis and adequate therapy appointment.

Significant role in identifying pathology osteoarticular system belongs radiological methods and routine radiography remains the most widely used technique included in the classification criteria of the majority of rheumatic diseases. However, it is well known that secondary structural changes in the bones precedes roentgen period, and therefore the X-rays can not be regarded as a method of early diagnosis with articular syndrome. Widely introduced in recent years, magnetic resonance imaging (MRI) has more say in the assessment of capabilities of the joints, as in addition to assessment of bone allows quantitatively and qualitatively assess changes in the synovial membrane, articular cartilage, the presence and severity of inflammatory changes in the periarticular soft tissue and bone tissue. The data obtained using MRI may be used for diagnosis, prognosis, and monitoring response to treatment, including early stage disease.

Nevertheless, despite the obvious opportunities MRI, this technique is not widely used, including the lack of clear diagnostic criteria for the disease, the lack of centralized research validated, standardized protocols for conducting MRI studies of children with articular syndrome. Thus, research is warranted to address a number of clinical and diagnostic aspects in JIA, in particular the development of the scoring system assessing the severity and progression of the disease.

**KEY WORDS:** magnetic resonance imaging, juvenile idiopathic arthritis, joints.

*Bulletin of Siberian Medicine*, 2015, vol. 14, no. 1, pp. 110–119

#### References

- Ravelli A., Martini A. Juvenile idiopathic arthritis. *Lancet*, 2007, vol. 369, no. 9563, pp. 767–778.
- Petty R.E., Southwood T.R., Manners P. et al. International league of associations for rheumatology classification of juvenile idiopathic arthritis: second revision. *J. Rheumatol.*, 2004, vol. 31, no. 2, pp. 390–392.
- Martini A., Lovell D.J. Juvenile idiopathic arthritis: state of the art and future perspectives. *Ann. Rheum. Dis.*, 2010, vol. 69, no. 7, pp. 1260–1263.
- Jing-Long Huang. New Advances in Juvenile Idiopathic Arthritis. *Chang. Gung. Med. J.*, 2012, vol. 35, no. 1, pp. 1–14.
- Huang J.L., Kuo M.L., Hung I.J., Wu C.J., Ou L.H., Cheng J.H. Lowered IL-4-producing T cells and decreased IL-4 secretion in peripheral blood from subjects with juvenile rheumatoid arthritis. *Chang. Gung. Med. J.*, 2001, vol. 24, pp. 77–83.
- Ravelli A., Grom A.A., Behrens E.M. et al. Macrophage activation syndrome as part of systemic juvenile idiopathic arthritis: diagnosis, genetics, pathophysiology and treatment. *J. Genes Immun.*, 2012, vol. 13 (4), pp. 289–298.
- McInnes I.B., Schett G. Cytokines in the pathogenesis of rheumatoid arthritis. *Nat. Rev. Immunol.*, 2007, vol. 7, no. 7, pp. 429–442.
- Hayward K., Wallace C.A. Recent developments in antirheumatic drugs in pediatrics: treatment of juvenile idiopathic arthritis. *Arthritis Res. Ther.*, 2009, vol. 11, no. 1, pp. 216.
- Lovell D.J., Giannini E.H., Reiff A. et al. Etanercept in children with polyarticular juvenile rheumatoid arthritis. Pediatric Rheumatology Collaborative Study Group. *N. Engl. J. Med.*, 2000, vol. 342, no. 11, pp. 763–769.
- Lovell D.J., Ruperto N., Goodman S. et al. Adalimumab with or without methotrexate in juvenile rheumatoid arthritis. *N. Engl. J. Med.*, 2008, vol. 359, no. 8, pp. 810–820.
- Boutry N., Larde A., Lapegue F., et al. Magnetic resonance imaging appearance of the hands and feet in patients with early rheumatoid arthritis. *J. Rheumatol.*, 2003, vol. 30, no. 4, pp. 671–679.
- Klauser A., Frauscher F., Schirmer M. et al. The value of contrast-enhanced color Doppler ultrasound in the detection of vascularization of finger joints in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum.*, 2002, vol. 46, pp. 647–653.
- Guzman J., Burgos-Vargas R., Duarte-Salazar C. et al. Reliability of the articular examination in children with juvenile rheumatoid arthritis: interobserver agreement and sources of disagreement. *J. Rheumatol.*, 1995, vol. 22, pp. 2331–2336.
- Forslind K., Larsson E.M., Johansson A. et al. Detection of joint pathology by magnetic resonance imaging in patients with early rheumatoid arthritis. *Br. J. Rheumatol.*, 1997, vol. 36, pp. 683–688.
- Javadi S., Kan J.H., Orth R.C., DeGuzman M. Wrist and ankle MRI of patients with juvenile idiopathic arthritis: identification of unsuspected multicompartamental tenosynovitis and arthritis. *AJR Am. J. Roentgenol.*, 2014, vol. 202 (2), pp. 413–417. doi: 10.2214/AJR.13.10671.
- Nielsen H.E., Strandberg C., Andersen S., Kinnander C., Erichsen G. Ultrasonographic examination in juvenile idiopathic arthritis is better than clinical examination for identification of intraarticular disease. *Dan. Med. J.*, 2013, vol. 60 (8), A4669.
- Malattia C., Damasio M.B., Magnaguagno F. et al. Magnetic resonance imaging, ultrasonography, and conventional radiography in the assessment of bone erosions in juvenile idiopathic arthritis. *Arthritis Rheum.*, 2008, vol. 59, no. 6, pp. 1764–1772.
- Wakefield R.J., O'Connor P.J., Conaghan P.G. et al. Finger tendon disease in untreated early rheumatoid arthritis: a comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging. *Arthritis Rheum.*, 2007, vol. 57, no. 4, pp. 1158–1164.
- Buchmann R.F., Jaramillo D. Imaging of articular disorders in children. *Radiol. Clin. North. Am.*, 2004, vol. 42, no. 1, pp. 151–168.
- Döhn U.M., Ejbjerg B.J., Court-Payen M. et al. Are bone erosions detected by magnetic resonance imaging and ultrasonography true erosions? A comparison with computed tomography in rheumatoid arthritis metacarpophalangeal joints. *Arthritis Research & Therapy*, 2006, vol. 8, no. 4. R110. doi: 10.1186/ar1995.
- McQueen F., Benton N., Perry D. et al. Bone edema scored on magnetic resonance imaging scans of the dominant carpus at presentation predicts radiographic joint damage of the hands and feet six years later in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum.*, 2003, vol. 48, no. 7, pp. 1814–1827.
- Benton N., Stewart N., Crabbe J. et al. MRI of the wrist in early rheumatoid arthritis can be used to predict functional outcome at 6 years. *Ann. Rheum. Dis.*, 2004, vol. 63, no. 5, pp. 555–561.
- Østergaard M., Peterfy C., Conaghan P. et al. OMERACT Rheumatoid Arthritis Magnetic Resonance Imaging Studies. Core set of MRI acquisitions, joint pathology definitions, and the OMERACT RA-MRI scoring system. *J. Rheumatol.*, 2003, vol. 30, no. 6, pp. 1385–1386.
- Lamer S., Sebag G.H. MRI and ultrasound in children with juvenile chronic arthritis. *Eur. J. Radiol.*, 2000, vol. 33, no. 2, pp. 85–93.
- Peterfy C.G., Genant H.K. Emerging applications of magnetic resonance imaging in the evaluation of articular cartilage. *Radiol. Clin. North. Am.*, 1996, vol. 34, no. 1, pp. 195–213.
- Thapa M.M., Chaturvedi A., Iyer R.S., Darling S.E., Khanna P.C., Ishak G., Chew F.S. MRI of pediatric patients: Part 2, normal variants and abnormalities of the knee. *AJR Am. J. Roentgenol.*, 2012, vol. 198 (5), pp. 456–465. doi: 10.2214/AJR.10.7317.
- Doria A.S., Babyn P.S., Feldman B. A critical appraisal of radiographic scoring systems for assessment of juvenile idiopathic arthritis. *Pediatr. Radiol.*, 2006, vol. 36, no. 8, pp. 759–772.
- Conaghan P.G., O'Connor P., McGonagle D. et al. Elucidation of the relationship between synovitis and bone damage: A randomized magnetic resonance imaging study of individual joints in patients with early rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum.*, 2003, vol. 48, no. 1, pp. 64–71.
- Ostergaard M., Stoltenberg M., Lovgreen-Nielsen P. et al. Quantification of synovitis by MRI: correlation between dynamic and static gadolinium-enhanced MRI and microscopic and macroscopic signs of synovial inflammation. *Magn. Reson. Imaging*, 1998, vol. 16, pp. 743–754.
- Magni-Manzoni S., Malattia C., Lanni S., Ravelli A. Advances and challenges in imaging in juvenile idiopathic arthritis. *Nat. Rev. Rheumatol.*, 2012, vol. 8 (6), pp. 329–336. doi: 10.1038.
- Cimmino M.A., Bountis C., Silvestri E. et al. An appraisal of magnetic resonance imaging of the wrist in rheumatoid arthritis. *Semin. Arthritis Rheum.*, 2000, vol. 30, pp. 180–195.
- Sugimoto H., Takeda A., Kano S. Assessment of disease ac-

- tivity in rheumatoid arthritis using magnetic resonance imaging: quantification of pannus volume in the hands. *Br. J. Rheumatol.*, 1998, vol. 37, pp. 854–861.
33. Nusman C.M., Hemke R., Schonenberg D., Dolman K.M., van Rossum M.A., van den Berg J.M., Kuijpers T.W., Maas M. Distribution pattern of MRI abnormalities within the knee and wrist of juvenile idiopathic arthritis patients: signature of disease activity. *AJR Am. J. Roentgenol.*, 2014, vol. 202 (5), pp. 439–446. doi: 10.2214/AJR.13.11314.
  34. Bird P., Lassere M., Shnier R. et al. Computerized measurement of magnetic resonance imaging erosion volumes in patients with rheumatoid arthritis: a comparison with existing magnetic resonance imaging scoring systems and standard clinical outcome measures. *Arthritis Rheum.*, 2003, vol. 48, no. 3, pp. 614–624.
  35. Zikou A.K., Argyropoulou M.I., Voulgari P.V. et al. Magnetic resonance imaging quantification of hand synovitis in patients with rheumatoid arthritis treated with adalimumab. *J. Rheumatol.*, 2006, vol. 33, no. 2, pp. 219–223.
  36. Graham T.B., Laor T., Dardzinski B.J. Quantitative magnetic resonance imaging of the hands and wrists of children with juvenile rheumatoid arthritis. *J. Rheumatol.*, 2005, vol. 32, no. 9, pp. 1811–1820.
  37. Gylys-Morin V.M., Graham T.B., Blebea J.S. et al. Knee in early juvenile rheumatoid arthritis: MR imaging findings. *Radiology*, 2001, vol. 220, no. 3, pp. 696–706.
  38. Nistala K., Babar J., Johnson K. et al. Clinical assessment and core outcome variables are poor predictors of hip arthritis diagnosed by MRI in juvenile idiopathic arthritis. *Rheumatology*, 2007, vol. 46, no. 4, pp. 699–702.
  39. Brown A.K., Quinn M.A., Karim Z. et al. Presence of significant synovitis in rheumatoid arthritis patients with disease-modifying antirheumatic drug-induced clinical remission: Evidence from an imaging study may explain structural progression. *Arthritis Rheum.*, 2006, vol. 54, no. 12, pp. 3761–3773.
  40. Soden M., Rooney M., Cullen A. et al. Immunohistological features in the synovium obtained from clinically uninvolved knee joints of patients with rheumatoid arthritis. *Br. J. Rheumatol.*, 1989, vol. 28, pp. 287–292.
  41. Konig H., Sieper J., Wolf K.J. et al. Rheumatoid arthritis: evaluation of hypervascular and fibrous pannus with dynamic MR imaging enhanced with Gd-DTPA. *Radiology*, 1990, vol. 176, no. 2, pp. 473–477.
  42. Malattia C., Damasio M.B., Basso C. et al. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in the assessment of disease activity in patients with juvenile idiopathic arthritis. *Rheumatology (Oxford)*, 2010, vol. 49, pp. 178–185.
  43. Gaffney K., Cookson J., Blades S. et al. Quantitative assessment of the rheumatoid synovial microvascular bed by gadolinium-DTPA enhanced magnetic resonance imaging. *Ann. Rheum. Dis.*, 1998, vol. 57, no. 3, pp. 152–157.
  44. Tamai K., Yamato M., Yamaguchi T., Ohno W. Dynamic magnetic resonance imaging for the evaluation of synovitis in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum.*, 1994, vol. 37, pp. 1151–1157.
  45. Malattia C., Consolaro A., Pederzoli S. et al. MRI versus conventional measures of disease activity and structural damage in evaluating treatment efficacy in juvenile idiopathic arthritis. *Ann. Rheum. Dis.*, 2013, vol. 72, pp. 363–368.
  46. Hodgson R.J., O'Connor P., Moots R. MRI of rheumatoid arthritis—image quantitation for the assessment of disease activity, progression and response to therapy. *Rheumatology*, 2008, vol. 47, no. 1, pp. 13–21.
  47. Østergaard M., Stoltenberg M., Løvgreen-Nielsen P. et al. Magnetic resonance imaging-determined synovial membrane and joint effusion volumes in rheumatoid arthritis and osteoarthritis: comparison with the macroscopic and microscopic appearance of the synovium. *Arthritis Rheum.*, 1997, vol. 40, pp. 1856–1867.
  48. Huang J., Stewart N., Crabbe J. et al. A 1 year follow up study of dynamic magnetic resonance imaging in early rheumatoid arthritis reveals synovitis to be increased in shared epitope positive patients and predicts erosions at 1 year. *Rheumatology Oxford*, 2000, vol. 39, no. 4, pp. 407–416.
  49. Palosaari K., Vuotila J., Takalo R. et al. Bone oedema predicts erosive progression on wrist MRI in early RA—a 2-yr observational MRI and NC scintigraphy study. *Rheumatology*, 2006, vol. 45, no. 12, pp. 1542–1548.
  50. Østergaard M., Hansen M., Stoltenberg M. et al. New radiographic bone erosions in the wrists of patients with rheumatoid arthritis are detectable with magnetic resonance imaging a median of two years earlier. *Arthritis Rheum.*, 2003, vol. 48, no. 8, pp. 2128–2131.
  51. Hemke R., Maas M., van Veenendaal M. et al. Contrast-enhanced MRI compared with the physical examination in the evaluation of disease activity in juvenile idiopathic arthritis. *Eur. Radiol.*, 2014, vol. 24, pp. 327–334.
  52. Argyropoulou M.I., Fanis S.L., Xenakis T. et al. The role of MRI in the evaluation of hip joint disease in clinical subtypes of juvenile idiopathic arthritis. *Br. J. Radiol.*, 2002, vol. 75, pp. 229–233.
  53. Jans L.B., Jaremko J.L., Ditchfield M., Verstraete K.L. Evolution of femoral condylar ossification at MR imaging: frequency and patient age distribution. *Radiology*, 2011, vol. 258, no. 3, pp. 880–888.
  54. Müller L.S., Avenarius D., Damasio B. et al. The paediatric wrist revisited: redefining MR findings in healthy children. *Ann. Rheum. Dis.*, 2011, vol. 70, no. 4, pp. 605–610.

**Traudt Alina K.** (✉), Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

**Zavadovskaya Vera D.**, Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

**Zhogina Tat'yana V.**, Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

**Fedorova Yekaterina I.**, Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

✉ **Traudt Alina K.**, Ph. +7-923-408-2759; e-mail: alina.traudt@yandex.ru