

Магнитно-резонансная томография позвоночника и крестцово-подвздошных суставов у больных спондилоартритами

Е.Ю. Тюхова

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт ревматологии» РАМН, Москва

Research Institute of Rheumatology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

Контакты: Екатерина Юрьевна Тюхова
Kt_@mail.ru

Contact: Ekaterina Yuryevna Tyukhova
Kt_@mail.ru

Поступила 11.01.2011

Известно, что трудности диагностики при спондилоартритах (СпА) обусловлены в основном медленным, обычно в течение нескольких лет, развитием характерных рентгенологических изменений (сacroиит, синдесмофиты и др.). Магнитно-резонансная томография (МРТ) позволяет выявить воспалительные изменения различных тканей, в первую очередь отек костной ткани, который предшествует развитию структурных изменений [1]. Результаты МРТ-исследований у больных аксиальным спондилоартритом (аксСпА) показали высокую информативность этого метода визуализации для выявления воспалительных изменений (ВИ) в крестцово-подвздошных суставах (КПС) и позвоночнике [2–6] уже в первые месяцы заболевания [4, 6]. Всего выделяют три вида выявляемых при МРТ изменений костей, отражающих последовательные стадии течения воспаления в костях при спондилоартритах: 1) острые ВИ (отек костного мозга — ОКМ, — или остейт); 2) поствоспалительная жировая дегенерация и 3) остеосклероз [3, 5]. Такое подразделение основано на классификации дегенеративных поражений дисков, предложенной М.Т. Modic и соавт. в 1988 г. [7, 8]. На ее основе были созданы и различные системы оценки воспалительных и структурных изменений в позвоночнике, предложенные в основном для мониторингирования терапии анкилозирующего спондилита (АС). Основное значение в них придается определению количества и выраженности ОКМ.

В 2009 г. Международное общество по изучению спондилоартритов (Assessment international SpondyloArthritis Society, ASAS) предложило использовать МРТ для диагностики сacroиита. Выявленный на МРТ сacroиит был включен в состав критериев диагноза аксиального спондилоартрита (раннего АС) наравне с рентгенологическими признаками сacroиита [9, 10]. В соответствии с этими предложениями заключение о наличии достоверного сacroиита может быть сделано при выявлении ВИ (учитывается только ОКМ) в субхондральных или периартикулярных областях в жироподавляющих режимах T2 STIR/FatSat или в режиме T1 FatSat после применения гадолиния (табл. 1). Достаточным является обнаружение двух и более очагов воспале-

ния хотя бы на одном срезе, а в случае выявления только одного очага — его присутствие как минимум на двух последовательных срезах (толщина срезов 3–4 мм). Необходимая мощность томографа 1–1,5 Тл. Изолированные признаки воспаления капсулы суставов, энтезисов и связок, выявляемые на МРТ, могут расцениваться как вероятный сacroиит и без сочетания с ОКМ не позволяют говорить о наличии достоверного сacroиита [11, 12] (рис. 1).

К числу структурных изменений КПС, выявляемых с помощью МРТ, относят эрозии, субхондральный склероз, анкилоз, а также крупные периартикулярные скопления жировой ткани, как правило, отличимые от наблюдающихся в норме отдельных рассеянных мелких очагов жировой ткани и расценивающиеся как поствоспалительные изменения костного мозга [13].

Для оценки выраженности ВИ в КПС созданы количественные методы счета.

1. **Канадский метод** (SPondyloArthritis Research Consortium of Canada MRI index — SPARCC). Оценивают 6 последовательных коронарных срезов. Каждый КПС делится на 4 квадранта (вертикальная линия проходит по суставной щели, горизонтальная пересекает ее посередине и делит сустав на верхнюю и нижнюю зоны). Наличие ОКМ в квадранте оценивается как 1 балл, отсутствие — 0 баллов. Кроме этого при наличии интенсивного (сигнал от ОКМ приближается к сигналу от сосудов) и распространенного (при протяженности ОКМ ≥ 1 см от сустав-

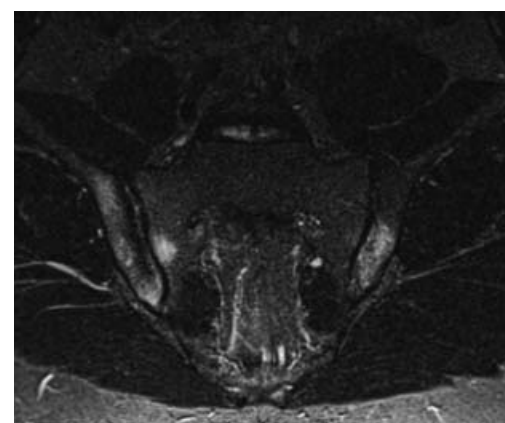


Рис. 1. Достоверный двусторонний сacroиит у пациента с АС. Собственное наблюдение

Таблица 1 Характеристика МРТ-последовательностей (режимов), используемых для визуализации КПС и позвоночника [12]

Режим	Спинномозговая жидкость	Межпозвоночный диск	Подкожный жир	Активные воспалительные изменения
T1	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный
T1 с контрастированием (+подавление жира)	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный
STIR или T2 с подавлением жира (FatSat)	Гиперинтенсивный	Гиперинтенсивный	Гипоинтенсивный	Гиперинтенсивный

ной поверхности) ОКМ в любом из 4 квадрантов одного КПС дополнительно прибавляется по 1 баллу. Так оцениваются 6 последовательных срезов (рис. 2). Таким образом, общий счет для **одного** КПС составляет от 0 до 6, для двух КПС на **одном** срезе — от 0 до 12, на шести срезах — 0–72 [19].

2. **Лидский метод** (Leeds Scoring System) разработан в г. Лидс, Великобритания. По этому методу оценивается один наиболее показательный срез КПС. Каждый КПС делится также на 4 квадранта (вертикальная линия проходит по суставной щели, горизонтальная делит сустав на меньшую верхнюю и большую нижнюю части в соотношении 1:2 соответственно), в каждом квадранте выраженность ОКМ оценивается по шкале от 1 до 3. Поражение <25% площади квадранта оценивается как 1 балл, 25–75% — как 2 балла и >75% — как 3 балла. Максимальный счет для одного сустава составляет 12 баллов, максимальный счет для каждого сустава — 0–12, максимальный счет для больного — 0–24 [15].

Этот метод использовался во многих исследованиях по изучению значимости МРТ для диагностики сакроилиита, в том числе для оценки динамики изменений КПС, и прошел экспертизу OMERACT (Outcome MEasures in Rheumatology Clinical Trials) [16], так же как и метод SPARCC.

Для выявления ВИ в позвоночнике проводится МРТ в сагиттальной проекции в тех же режимах — T1, T2 STIR/FatSat. Критерии достоверного спондилита пока не разработаны окончательно. Большинство экспертов ASAS считают, что для достовер-

ного диагноза спондилита необходимо выявить в области углов тел позвонков как ОКМ, так и зоны поствоспалительного остеосклероза или жировой инфильтрации (рис. 3, 4). Количественное соотношение изменений обсуждается [12].

Вопрос о диагностической значимости визуализации воспаления в задних структурах позвонков остается пока открытым. В то же время в ряде исследований показано, что задние структуры (дужки позвонков, дугоотростчатые суставы, реберно-позвоночные и реберно-поперечные суставы) вовлекаются на ранней стадии спондилита более часто [6] или в равной степени с телами позвонков [17, 18] (рис. 5). Проведение МРТ в аксиальных проекциях увеличивает продолжительность и стоимость этого исследования, хотя часто объясняет причину воспалительных болей в исследуемом отделе позвоночника (вопрос 2 BASDAI).

В настоящее время предлагается три метода регистрации ВИ в позвоночнике.

ASpiMRI-a (acute MRI spinal lesions in Ankylosing Spondylitis) — первый метод подсчета ВИ в позвонках, разработанный экспертами ASAS в 2003 г. Для подсчета изменений этим методом позвоночник разделяют на визуализационные единицы (VU — disco-Vertebral Unit; рис. 6), и каждая единица оценивается на на-

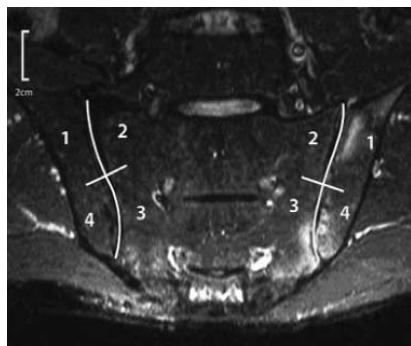


Рис. 2. КПС (SPARCC), STIR, полукоронарный срез. Из [14]. Правый КПС = 0; левый КПС = 3 + 1 (за интенсивность); общий счет = 4



Рис. 3. Томограмма пациента 30 лет с достоверным диагнозом АС (собственное наблюдение). Режим T2 STIR, сагиттальная проекция. Активный передний спондилит (стрелки) грудного отдела позвоночника

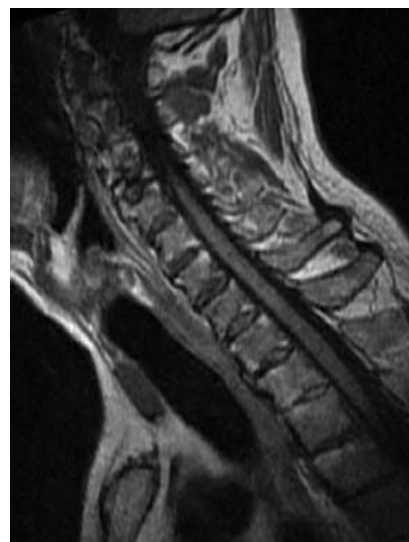


Рис. 4. Томограмма пациента 45 лет с АС (собственное наблюдение). Режим T1, сагиттальная проекция. Зоны жировой дегенерации (стрелки) в шейном отделе позвоночника

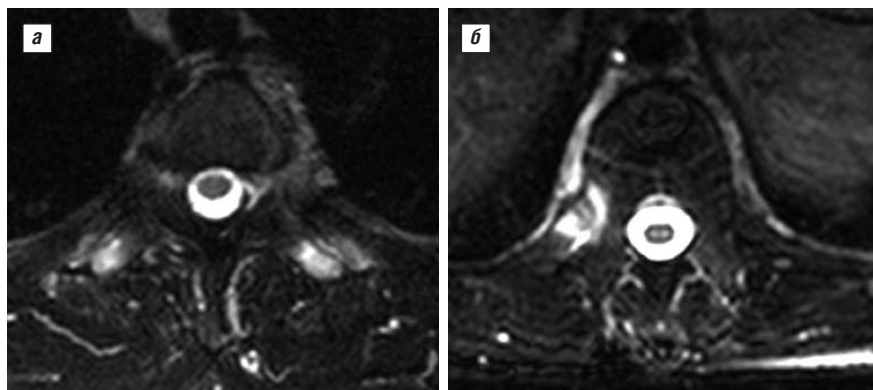


Рис. 5. Пациент с достоверным диагнозом АС (наблюдение А.Г. Бочковой и соавт.). а – T2 Fat Sat, T_v – артрит реберно-поперечных суставов; б – T2 FatSat, T_{vm} – артрит правого реберно-позвоночного сустава

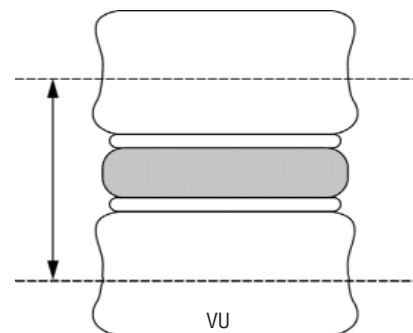


Рис. 6. Визуализационная единица (disco-Vertebral Unit – VU) – нижняя и верхняя половины тел двух смежных позвонков, разделенных межпозвоночным диском [5]

личие ОКМ смежных передних и/или задних углов тел позвонков, градуированный в зависимости от степени распространенности (градации 1–3: соответственно $\leq 25\%$ площади VU, $\leq 50\%$ и $> 50\%$), и эрозии (сопровождавшиеся отеком), градуированные в зависимости от их размеров (градации 4–6: соответственно $\leq 25\%$ площади VU, $\leq 50\%$ и $> 50\%$; рис. 7). Общий счет в позвоночнике по этому методу составляет от 0 до 138 баллов. По данным авторов этой системы счета, воспалительные изменения обнаруживались в 20,8% случаев в шейном отделе, в 38,7% – в грудном отделе и в 23% – в поясничном отделе (в 30,6% – во всем позвоночнике). Наиболее часто эти изменения отмечались в грудном отделе в сегментах от среднегрудного до верхнепоясничного отделов (T_{vm}/T_{vm} до L_u/L_u) [5, 19].

По мере использования этого метода было выявлено большое расхождение между разными исследователями при подсчете числа эрозивных изменений, тогда как при оценке ОКМ расхождения были минимальные. Кроме того, эрозии являются структурными изменениями, а не проявлением воспаления, поэтому Берлинская группа экспертов ASAS предложила исключить из ASspiMRI градации 4–6, связанные с подсчетом эрозий. Новая система регистрации ВИ была названа модифицированным методом m-ASspiMRI, или Берлинским счетом, в котором, так же как и в ASspiMRI, учитывается только ОКМ. Максимальная градация в одной позвоночной единице в

m-ASspiMRI составляет от 0 до 3 (табл. 2; см. рис. 7). Оцениваются 23 VU (включая нижнюю половину II шейного позвонка и верхнюю половину I крестцового позвонка). Общий счет в позвоночнике по этому методу составляет от 0 до 69 [20].

Одновременно в 2005 г. был создан Канадский МРТ-индекс активности воспаления в позвоночнике (SPARCC – SPondyloArthritis Research Consortium of Canada MRI index). Этот метод счета ВИ отличается тем, что в нем оцениваются 6 наиболее измененных VU на трех последовательных срезах. Дополнительно анализируются глубина и интенсивность ОКМ (остеита). Каждая из выбранных 6 VU делится на 4 квадранта, и каждый квадрант оценивается на наличие ОКМ – 1 балл или отсутствие – 0 баллов. Дополнительные баллы прибавляются за глубину воспаления (если ОКМ распространяется на 1 см и более от замыкающей пластинки) и интенсивность воспаления (если ОКМ по интенсивности приближается к цвету спинномозговой жидкости) для одной VU. Максимальный счет одной VU – 6 баллов (от 0 до 4 за наличие ОКМ, 0–2 дополнительных балла за глубину и интенсивность). Общий счет одного среза – 0–36, трех последовательных срезов – 0–108. Оцениваться могут позвонки от II шейного (нижняя половина) до I крестцового (верхняя половина) в режиме STIR/T2 FatSat или T1 с контрастированием и подавлением жира (рис. 8) [21].

Все три метода, по заключению ASAS/OMERACT, обладают высокой специфичностью и чувствительностью, хотя и основаны на анализе ВИ только сагиттальных проекций позвоночника [20]. В настоящее время в основном применяются Берлинский и SPARCC методы счета.

Изучение влияния терапии на выраженность ВИ в позвоночнике и КПС при помощи МРТ началось сразу после начала применения ингибиторов ФНО α у больных со СпА. Самая первая работа, в которой МРТ всех отделов позвоночника проводилась исходно и после трех инфузий инфликсимаба (ИНФ) 5 мг/кг, была выполнена J. Braun и соавт. в 2003 г. [19]. Тогда же для количествен-

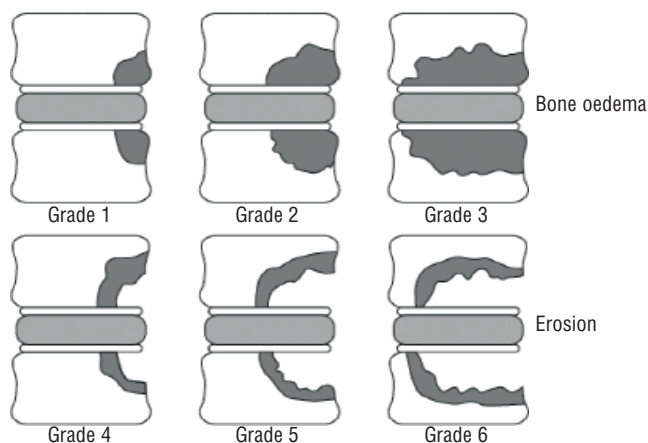


Рис. 7. Схема регистрации воспалительных МРТ-изменений позвоночника методом ASspiMRI-a [5]

Таблица 2 Счет воспалительных изменений m-ASspiMRI-a (Берлинский метод счета) [5]

0	Норма, нет изменений
1	Отек костного мозга, покрывающий $< 25\%$ VU
2	Отек костного мозга, покрывающий $> 25\%$ но не $< 50\%$ VU
3	Отек костного мозга, покрывающий $> 50\%$ VU

ной оценки изменений и был разработан метод ASspiMRI. В этом известном исследовании эффективности ИНФ у больных АС, которое продолжается по настоящее время [22], установлена корреляция между клиническим улучшением, которое наблюдалось у пациентов, получавших ИНФ, и значительным снижением выраженности ВИ в позвоночнике через 12 нед по сравнению с плацебо. Похожие результаты были получены и на фоне терапии этанерцептом (ЭТЦ) и адалимумабом (АДА) [23–26].

Сравнение результатов этих исследований затруднено, поскольку использовались разные методы оценки и различалась длительность терапии. В среднем же активность воспаления по данным МРТ снижается на 40–70% за период от 6 до 24 нед. Эта динамика была несколько более выраженной при более длительной регулярной терапии. Определение эффекта длительной терапии ИНФ в низкой дозе (3 мг/кг) по данным МРТ не проводилось. В то же время существуют сведения, что на фоне терапии АДА [27] и ЭТЦ [28, 29] выраженность ВИ снижается к 12-й неделе терапии, но в дальнейшем, несмотря на продолжение лечения, существенно не меняется. В то же время при использовании ИНФ доля пациентов с достоверным уменьшением ВИ повышалась с 48% через 12 нед до 69% через 2 года лечения [30]. Ни в одном исследовании не наблюдалось полной регрессии ВИ у всех пациентов. Минимальные ВИ сохранялись у 79% больных через 2 года терапии ИНФ

и у 64% через 2 года терапии ЭТЦ [29, 30]. Нельзя исключить, что ингибиторы фактора некроза опухоли α (ФНО α) в используемых дозах не в состоянии полностью подавить активное воспаление, выявляемое на МРТ, и именно это объясняет рентгенологическое прогрессирование (нарастание структурных изменений) у больных АС при назначении этих препаратов.

ВИ позвоночника по данным МРТ изучены во многих других исследованиях по оценке эффективности ингибиторов ФНО α у больных АС [22, 31, 32], а также в работах, посвященных только визуализации воспаления в структурах позвонков [5, 16, 30]. Полученные результаты показывают, что воспаление на МРТ может обнаруживаться в телах, дужках, отростках позвонков, суставах, связках и межпозвонковых дисках любых отделов позвоночника. По данным разных авторов, полученных при изучении МРТ всех отделов позвоночника у больных АС, частота выявления ВИ (при высокой клинической активности заболевания и длительности 13–17 лет) составляет от 73,9 до 100% [2, 22, 30]. Не уточнен до настоящего времени вопрос о частоте выявления ВИ по данным МРТ у больных без болевых ощущений в позвоночнике. Так, по данным Н. Marzo-Ortega и соавт. [7], у 46% больных ранним АС (или аксСпА; медиана длительности болезни составляла 6 мес) одновременно с признаками достоверного сакроилиита на МРТ выявлялись зоны отека костного мозга в поясничном отделе позвоночника (у 25 пациентов из 54).

При анализе МРТ всех отделов позвоночника у больных АС было показано, что наибольшее число зон воспаления определяется в грудном отделе, причем как при значительной (13–15 лет) [5] и очень значительной (>20 лет), так и при небольшой (≤ 2 лет) давности болезни [32]. В одном из этих исследований ВИ были выявлены у 73% больных АС в грудном, у 23,7% — в шейном и у 24,3% — в поясничном отделах (учитывались изменения только в телах позвонков). В этой же работе при количественной оценке ВИ методом m-ASspiMRI также установлено преобладание воспаления в грудном отделе [5]. Преобладание ВИ в грудном отделе позвоночника вряд ли можно объяснить только большим числом позвонков. Данные А.Г. Бочковой и соавт. (2008) также подтверждают более частую локализацию ВИ в грудном отделе позвоночника и, кроме этого, показывают, что у больных в ранней стадии ВИ выявляются преимущественно в задних и латеральных структурах позвонков и в структурах, формирующих фасеточные и реберно-позвоночные суставы (суставных и поперечных отростках, дужках, головках и шейках ребер) [6, 17, 33]. W.J. Rennie и соавт. [18] выявили ВИ в задних структурах у 87% пациентов с АС, выполняя только сагиттальные срезы. Для лучшего выявления изменений, которые недостаточно четко визуализируются на сагиттальных срезах, авторы рекомендуют проводить МРТ в аксиальных проекциях, которые позволяют детализировать локализацию ВИ в сложных и «мелких» анатомических структурах позвонков. С помощью томографии в аксиальной плоскости ВИ в задних структурах обнаруживались у 49% больных: отек головок ребер, реберно-позвоночных и реберно-поперечных суставов. При этом у 11% пациентов эти изменения выявлялись только на аксиальных томограммах (на сагиттальных они отсутствовали). Эти сведения указывают на целесообразность МРТ-исследования позвоночни-



Рис. 8. Счет воспалительных изменений в позвоночнике методом SPARCC в режиме T2 FatSat. Из [21].

1. $T_{\text{верх}}/T_{\text{л}}$. Счет = 1 (верхний передний угол) + 1 балл за интенсивность. 2. $T_{\text{л}}/T_{\text{л}}$. Счет = 2 (нижние передний и задний углы) + 1 балл за глубину. 3. $T_{\text{л}}/T_{\text{л}}$. Счет = 3 (верхний передний, нижние передний и задний углы) + 1 балл за глубину. Общий счет на одном срезе — 8

ка в двух проекциях в целях ранней диагностики спондилита и дифференциальной диагностики заболеваний позвоночника [35].

В настоящее время уточнены далеко не все клинические и диагностические аспекты МРТ позвоночника у больных АС. Не изучена в достаточной мере взаимосвязь изменений, выявляемых с помощью МРТ, с интенсивностью болей и другими клиническими параметрами. В большинстве опубликованных исследований описывается небольшое количество наблюдений. Большинство авторов [5, 10, 13, 34] не нашли связи между выраженностью ВИ позвоночника по данным МРТ и клинической активностью АС (по индексу BASDAI) [35].

В то же время в исследовании M. Rudwaleit и соавт. было показано прогностическое значение высокого исходного счета ВИ позвоночника для достижения значительного положительного эффекта терапии ингибиторами ФНО α [2]. Однако и в этой работе счет ВИ не коррелировал с величиной BASDAI, глобальной оценкой самочувствия пациентом, уровнями СРБ и СОЭ. Ранее было показано отсутствие такой корреляции между ВИ крестцово-подвздошных суставов и величиной СОЭ [4, 19, 36, 37].

Вопрос о чувствительности МРТ для обнаружения воспаления позвоночника у больных АС также в достаточной мере не изучен. Косвенный ответ содержится лишь в одном исследовании, где сопоставлялись гистологические изменения дугоотростчатых суставов, резецированных в ходе хирургических операций у больных со значительной давностью АС, и признаки ВИ этих суставов, выявленные на МРТ до операции [38]. Было установлено, что имеется связь между площадью интерстициального отека в гистологических препаратах суставов и результатами МРТ. В тех случаях, когда интерстициальный отек занимал менее 30% площади сустава, изменений на МРТ не отмечалось.

Препаратами первой линии для лечения СпА являются нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП). Высокая эффективность НПВП в отношении воспалительной боли поднимает вопрос об их способности оказывать не только симптоматическое, но и болезнью-модифицирующее действие — замедлять рентгенографическое прогрессирование при аксСпА. J.W. Voersma еще в 1976 г., ретроспективно изучив рентгенограммы поясничного отдела позвоночника у 40 больных АС, показал, что при регулярном приеме фенилбутазона (бутадиона) оссификация мягких тканей позвоночника либо не развивалась, либо замедлялась [39]. Замедление рентгенологи-

ческого прогрессирования (формирования синдесмофитов) на фоне регулярного приема целекоксиба наблюдали также A. Wanders и соавт. [40]. Влияние НПВП на выраженность ВИ, выявляемых при МРТ, у больных АС отдельно не изучалась. В то же время во всех исследованиях, посвященных использованию ингибиторов ФНО α при АС, оценивалась динамика МРТ изменений в группах плацебо, в которых пациенты, по-видимому, принимали разные НПВП по требованию. Недавно были опубликованы результаты исследования S.J. Jarrett и соавт. [41], в котором было изучено влияние эторикоксиба на клинические проявления и МРТ-признаки воспаления у больных активным АС. Все пациенты исходно имели показания для лечения ингибиторами ФНО α согласно индексу BASDAI. Предварительно всем был назначен на 6 нед эторикоксиб в дозе 90 мг/сут. Основным критерием эффективности было количество пациентов, у которых к 6-й неделе терапии эторикоксибом отсутствовали показания для терапии ингибиторами ФНО α согласно рекомендациям ASAS и отрицательная динамика ВИ в позвоночнике. У 8 из 20 пациентов, завершивших 6-недельное лечение эторикоксибом, улучшилось большинство клинических показателей и необходимости в дополнительной терапии ингибиторами ФНО α не было. Признаки воспаления по данным МРТ исходно имелись у 15 больных, у 13 из них ВИ уменьшились или полностью исчезли, у 5 из 20 пациентов отмечалось появление или нарастание ВИ [41]. Таким образом, НПВП, и в частности эторикоксиб, способны, по-видимому, уменьшать воспалительный отек в структурах позвонков. Такие обнадеживающие результаты были получены, несмотря на то что терапия НПВП оценивалась через 6 нед, тогда как при использовании ингибиторов ФНО α эффективность лечения в большинстве исследований оценивали через 12 и 24 нед.

Таким образом, МРТ позвоночника и КПС является методом выбора для объективного подтверждения наличия ОКМ и других ВИ в структурах аксиального скелета, что особенно важно на дорентгенологической стадии сакроилиита и спондилита. Для более полной оценки структур позвонков необходимо проведение МРТ в аксиальных и сагиттальных проекциях. Исследование динамики ВИ позвоночника при помощи МРТ позволяет объективно оценить эффективность проводимой терапии, а в ряде случаев помогает принять правильное решение о целесообразности ее усиления (в том числе ингибиторами ФНО α). Вопрос о влиянии НПВП на выраженность признаков воспаления на МРТ требует дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Maksymowych W., Chiowchanwisawakit P., Clare T. et al. Inflammatory lesions of the spine on magnetic resonance imaging predict the development of new syndesmophytes in ankylosing spondylitis. *Arthr Rheum* 2009;60(1):93–102.
2. Rudwaleit M., Schwarzlose S., Hilgert E.S. et al. Magnetic resonance imaging in predicting a major clinical response to anti-tumor necrosis factor treatment in ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis* 2008;67:1276–81.
3. Бочкова А.Г., Левшакова А.В., Румянцева О.А., Бунчук Н.В. Магнитно-резонансная томография крестцово-подвздошных суставов у больных серонегативными спондилоартритами. *Науч-практич ревматол* 2007;3:3–9.
4. Puhakka K.B., Jurik A.G., Schiottz-Christensen B. et al. Magnetic resonance imaging of sacroiliitis in early seronegative spondylarthropathy. Abnormalities correlated to clinical and laboratory findings. *Rheumatology (Oxford)* 2004;43(2):234–7.
5. Baraliakos X., Landewer R., Hermann K.-G. et al. Inflammation in ankylosing spondylitis: a systematic description of the extent and frequency of acute spinal changes using magnetic resonance imaging. *Ann Rheum Dis* 2005;64:730–4.
6. Бочкова А.Г., Левшакова А.В., Румянцева О.А., Бунчук Н.В. Магнитно-резонансная томография позвоночника у больных анкилозирующим спондилитом. *Науч-практич ревматол* 2008;5:3–10.
7. Marzo-Ortega H., McGonagle D., O'Connor P. et al. Baseline and 1-year magnetic resonance imaging of the sacroiliac joint and lumbar spine in very early inflammatory back pain. Relationship between symptoms, HLA-B27 and disease extent and persistence.

- Ann Rheum Dis 2009;68:1721–7.
8. Modic M.T., Masaryk T.J., Ross J.S., Carter J.R. Imaging of degenerative disk disease. *Radiology* 1988;168(1):177–86.
 9. Modic M.T., Steinberg P.M., Ross J.S. et al. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology* 1988;166:193–9.
 10. Rudwaleit M., Landewe R., van der Heijde D. et al. SpondyloArthritis international Society (ASAS) classification criteria for axial spondyloarthritis (Part I): Classification of paper patients by expert opinion including uncertainty appraisal. *Ann Rheum Dis* 2009;68:770–6.
 11. Rudwaleit M., Landewe R., van der Heijde D. et al. SpondyloArthritis international Society (ASAS) classification criteria for axial spondyloarthritis (Part II): Validation and final selection. *Ann Rheum Dis* 2009;68:777–83.
 12. Sieper J., Rudwaleit M., Baraliakos X. The Assessment of Spondyloarthritis International Society (ASAS) handbook: a guide to assess spondyloarthritis. *Ann Rheum Dis* 2009;68(2):1–44.
 13. Rudwaleit M., Jurik A.G., Hermann K.-G. et al. Defining active sacroiliitis on magnetic resonance imaging (MRI) for classification of axial spondyloarthritis a consensual approach by the ASAS/OMERACT MRI Group. *Ann Rheum Dis* 2009;68:1520–7.
 14. Maximowich W., Inman R.D., Salonen D. et al. Spondyloarthritis research consortium of Canada magnetic resonance imaging index for assessment of sacroiliac joint inflammation in ankylosing spondylitis. *Arthr Rheum* 2005;53:703–9.
 15. Marzo-Ortega H., McGonagle D., O'Connor P., Emery P. Efficacy of etanercept in the treatment of the enthesal pathology in resistant spondylarthropathy: a clinical and magnetic resonance imaging study. *Arthr Rheum* 2001;44:2112–7.
 16. Van der Heijde D.M., Landewe R.B., Hermann K.G. et al. Application of the OMERACT filter to scoring methods for magnetic resonance imaging of the sacroiliac joints and the spine: recommendations for a research agenda at OMERACT 7. *J Rheumatol* 2005;32:2042–7.
 17. Левшакова А.И., Бочкова А.Г., Бунчук Н.В., Кротенкова М.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике воспалительных изменений позвоночника у больных анкилозирующим спондилитом. *Мед визуал* 2010;6:96–105.
 18. Rennie W.J., Dhillon S.S., Conner-Spady B. et al. Magnetic resonance imaging assessment of spinal inflammation in ankylosing spondylitis: standard clinical protocols may omit inflammatory lesions in thoracic vertebrae. *Arthr Rheum* 2009;61(9):1187–93.
 19. Braun J., Baraliakos X., Golder W. et al. Magnetic resonance imaging examinations of the spine in patients with ankylosing spondylitis, before and after successful therapy with infliximab. Evaluation of a new scoring system. *Arthr Rheum* 2003;48:1126–36.
 20. Van der Heijde D., Landewe R., Hermann K.G. et al. Is there a preferred method for scoring activity of the spine by magnetic resonance imaging in ankylosing spondylitis? *Ann Rheum Dis* 2007;34(4):871–4.
 21. Maksymowich W.P., Inman R.D., Salonen D. et al. Spondyloarthritis research consortium of Canada magnetic resonance imaging index for assessment of spinal inflammation in ankylosing spondylitis. *Arthr Rheum* 2005;53:502–9.
 22. Braun J., Landewe R., Hermann K.-G. et al. Major reduction in spinal inflammation in patients with ankylosing spondylitis after treatment with infliximab. Results of a multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled magnetic resonance imaging study. *Arthr Rheum* 2006;54:1646–52.
 23. Baraliakos X., Davis J., Tsuji W., Braun J. Magnetic resonance imaging examinations of the spine in patients with ankylosing spondylitis before and after therapy with the tumor necrosis factor receptor fusion protein etanercept. *Arthr Rheum* 2005;52(4):1216–23.
 24. Rudwaleit M., Baraliakos X., Listing J. et al. Magnetic resonance imaging of the spine and the sacroiliac joints in ankylosing spondylitis and undifferentiated spondyloarthritis during treatment with etanercept. *Ann Rheum Dis* 2005;64:1305–10.
 25. Hermann K., Haibel H., Althoff C. et al. MRI of the anterior and posterior spinal segment during therapy with adalimumab in active AS. *Ann Rheum Dis* 2008;67(Suppl. II):508 (SAT 0238).
 26. Бочкова А.Г., Румянцева О.А., Дубинина Т.В. и др. Первый опыт применения адалимумаба у больных анкилозирующим спондилитом: клиническое и МРТ сопоставление результатов терапии. *Науч-практич ревматол* 2010;1:67–74.
 27. Lambert R.G., Salonen D., Rahman P. et al. Adalimumab significantly reduces both spinal and sacroiliac joint inflammation in patient with ankylosing spondylitis: a multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Arthr Rheum* 2007;56:4005–14.
 28. Baraliakos X., Listing J., Brandt J. et al. Outcome of patient with active ankylosing spondylitis after two years of therapy with etanercept: clinical and MRI data. *Arthr Rheum* 2005;53:856–63.
 29. Rudwaleit M., Baraliakos X., Listing J. et al. Magnetic resonance imaging of the spine and the sacroiliac joints in ankylosing spondylitis and undifferentiated spondyloarthritis during treatment with etanercept. *Ann Rheum Dis* 2005;64:1305–10.
 30. Sieper J., Baraliakos X., Listing J. et al. Persistent reduction of spinal inflammation as assessed by magnetic resonance imaging in patients with ankylosing spondylitis after 2 yrs of treatment with the anti-tumour necrosis factor agent infliximab. *Rheumatology (Oxford)* 2005;44:1525–30.
 31. Marzo-Ortega H., McGonagle D., Jarrett S. et al. Infliximab in combination with methotrexate in active ankylosing spondylitis: a clinical and imaging study. *Ann Rheum Dis* 2005;64:1568–75.
 32. Weber U., Pfirrmann C.W.A., Kissling R.O. et al. Whole body MR imaging in ankylosing spondylitis: a descriptive pilot study in patients with suspected early and active confirmed ankylosing spondylitis. *BMC Musculoskeletal Disord* 2007;27:8–20.
 33. Bochkova A.G., Levshakova A.V., Bunchuk N.V., Braun J. Spinal inflammation lesions as detected by magnetic resonance imaging in patients with early ankylosing spondylitis are more often observed in posterior structures of the spine. *Rheumatology (Oxford)* 2010;49:749–55.
 34. Goh L., Suresh P., Gafoor A. et al. Disease activity in longstanding ankylosing spondylitis – a correlation of clinical and magnetic resonance imaging findings. *Clin Rheumatol* 2008;27:449–55.
 35. Garrett S., Jenkinson T., Kennedy L.G. et al. A new approach to defining disease status in ankylosing spondylitis: the Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index. *J Rheumatol* 1994;21:2286–91.
 36. Jee W.H., McCauley T.R., Lee S.H. et al. Sacroiliitis in patients with ankylosing spondylitis: association of MR findings with disease activity. *Magn Res Imaging* 2004;22(2):245–50.
 37. Bredella M.A., Steinbach L.S., Morgan S. et al. MRI of the sacroiliac joints in patients with moderate to severe ankylosing spondylitis. *Am J Roentgenol* 2006;187(6):1420–6.
 38. Appel H., Loddenkemper C., Grozdanovic Z. et al. Correlation of histopathological findings and magnetic resonance imaging in the spine of patients with ankylosing spondylitis. *Arthr Res Ther* 2006;8(5):143.
 39. Boersma J.W. Retardation of ossification of the lumbar vertebral column in ankylosing spondylitis by means of phenylbutazon. *Scand J Rheumatol* 1976;5:60–4.
 40. Wanders A., van der Heijde D., Landewe R. et al. Nonsteroidal antiinflammatory drugs reduce radiographic progression in patients with ankylosing spondylitis: A randomized clinical trial. *Arthr Rheum* 2005;52(6):1756–65.
 41. Jarrett S.J., Sivera F., Cawkwell L.S. et al. MRI and clinical findings in patients with ankylosing spondylitis eligible for anti-tumour necrosis factor therapy after a short course of etoricoxib. *Ann Rheum Dis* 2009; 68(9):1466–9.