

Технология диагностики воспалительных изменений скелета при анкилозирующем спондилите по данным магнитно-резонансной томографии

Эрдес Ш., Смирнов А.В.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой», Москва, Россия
115522, Москва, Каширское шоссе, 34А

V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia
34A, Kashirskoe Shosse, Moscow 115522

Контакты:
Шандор Эрдес;
erdes@irramn.ru

Contact:
Shandor Erdes;
erdes@irramn.ru

Поступила 16.05.19



Эрдес Ш. –
ведущий научный сотрудник
лаборатории спондилоартритов
и псориатического артрита
ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой,
профессор, докт. мед. наук



Смирнов А.В. –
ведущий научный сотрудник
лаборатории инструментальной
диагностики
ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой,
докт. мед. наук

Вопросы, рассматриваемые в лекции:

1. История использования магнитно-резонансной томографии (МРТ) в медицине, в том числе в ревматологии.
2. Рекомендации по методике проведения МРТ крестцово-подвздошных суставов и позвоночника при подозрении на наличие аксиального спондилоартрита.
3. Определение минимально необходимого объема МРТ-исследования для диагностики анкилозирующего спондилита.
4. Особенности выявления МРТ-признаков активного и хронического воспаления при анкилозирующем спондилите.
5. Оценка динамики изменений МРТ-симптомов заболевания.

В статье описана технология диагностики воспалительных изменений в позвоночнике и крестцово-подвздошных суставах при помощи магнитно-резонансной томографии при подозрении на наличие у пациента аксиального спондилоартрита или в процессе динамического наблюдения.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; аксиальный спондилоартрит; воспалительные изменения аксиального скелета; поствоспалительные изменения.

Для ссылки: Эрдес Ш, Смирнов А.В. Технология диагностики воспалительных изменений скелета при анкилозирующем спондилите по данным магнитно-резонансной томографии. Научно-практическая ревматология. 2019;57(6):678-684.

DIAGNOSTIC TECHNOLOGY FOR INFLAMMATORY CHANGES IN THE SKELETON WITH ANKYLOSING SPONDYLITIS ACCORDING TO MAGNETIC RESONANCE IMAGING

Erdes Sh., Smirnov A.V.

The paper describes diagnostic technology for inflammatory changes in the spine and sacroiliac joints using magnetic resonance imaging if axial spondyloarthritis is present or during a follow-up.

Keywords: magnetic resonance imaging; axial spondyloarthritis; inflammatory changes in the axial skeleton; post-inflammatory changes.

For reference: Erdes Sh, Smirnov AV. Diagnostic technology for inflammatory changes in the skeleton with ankylosing spondylitis according to magnetic resonance imaging. Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Rheumatology Science and Practice. 2019;57(6):678-684 (In Russ.).

doi: 10.14412/1995-4484-2019-678-684

В 2003 г. за открытия, касающиеся магнитно-резонансного исследования, Р.С. Lauterbur (П.С. Лотербур) и Р. Mansfield (П. Мэнсфилд) (рис. 1) получили Нобелевскую премию, хотя датой создания магнитно-резонансной томографии (МРТ) принято считать 1973 год, когда П. Лотербургом была опубликована в журнале *Nature* статья «Создание изображения с помощью индуцированного локального взаимодействия; примеры на основе магнитного резонанса» [1]. Однако следует отметить, что в разработку метода МРТ первоочередной вклад внес все же другой ученый – американец армянского происхождения Р. Дамадьян, который практически первым исследовал принципы МРТ; он является держателем патента на МРТ и создателем первого коммерческого МРТ-сканера (рис. 2). В 1971 г. Р. Дамадьян опубликовал свою идею под названием «Обнаружение опухоли с помощью ядерного магнитного резонанса».

Теоретическое обоснование метода магнитно-резонансной томографии

Явление ядерного магнитного резонанса (ЯМР) используемое в методе МРТ, известно уже с 1938 г. Оно заключается в том, что ядра атомов в сильном магнитном поле вращаются с частотой, которая зависит от напряженности магнитного поля. Их энергия может быть увеличена, если они поглощают радиоволны с той же частотой (резонанс). Когда атомные ядра возвращаются к своему предыдущему энергетическому уровню, излучаются радиоволны. В течение последующих десятилетий магнитный резонанс использовался в основном для исследований химического строения веществ. В начале 1970-х годов вышеуказанные нобелевские лауреаты открыли возможность создания двухмерного изображения путем введения градиентов в магнитном поле. Анализ характеристик излучаемых протонами радиоволн позволил определить их происхождение. Это дало возможность создать двухмерные изображения структур, которые нельзя было визуализировать другими методами. А затем было показано, что получаемые сигналы могут быть математически проанализированы.

Когда пациент находится в магнитном поле, магнитные моменты атомов водорода в его тканях выстраиваются вдоль магнитного поля. В результате действия радиочастотного импульса магнитные моменты атомов водорода меняют свое направление



Рис. 1. Нобелевские лауреаты П.С. Лотербур и П. Мэнсфилд



Рис. 2. Первый МРТ-аппарат Р. Дамадьяна во время испытания

(отклоняются от первоначального направления «по полю» на некоторый угол), при выключении радиочастотного импульса происходит восстановление первоначального направления «по полю». Этот процесс восстановления называется релаксацией. Время релаксации, или, другими словами, быстрота восстановления направления магнитных моментов атомов водорода к первоначальному направлению «по полю», изменяется от одного типа ткани к другому. Это различие используется в МРТ, чтобы отличить нормальные и патологические ткани. Каждая ткань характеризуется двумя временами релаксации, которые соответственно дают разные изображения после компьютерной обработки: T1 – время продольной релаксации и T2 – время поперечной релаксации.

При патологических процессах, как правило, увеличивается содержание воды в тканях, что приводит к снижению интенсивности сигнала на T1-взвешенных изображениях и увеличению интенсивности сигнала на T2-взвешенных изображениях.

Вследствие того что МРТ позволяет визуализировать разные ткани, а порой и патофизиологические состояния, этот метод приобретает все большее значение в медицине.

В настоящее время МРТ занимает одно из ведущих мест в инструментальном обследовании больных с аксиальным спондилоартритом (аксСпА). Она используется для диагностики и для мониторинга активности/эффективности терапии.

Для оценки внутрикостных, внутрисуставных (фиброзно-хрящевых) и периартикулярных (мягкотканых) изменений суставов и позвоночника при проведении МРТ следует использовать следующие основные магнитно-резонансные (МР) взвешенные режимы (табл. 1):

- SE T1,
- FSE T2 без подавления ЖТ,

Таблица 1 Характеристика режимов МРТ, используемых для визуализации воспалительных изменений КПС и позвоночника по [2], с дополнениями

Режимы МРТ	Интенсивность МР-сигнала			
	спинномозговая жидкость	межпозвоночный диск	ЖТ	ОКМ
SE T1 без подавления ЖТ	Низкая	Низкая	Высокая	Низкая
SE T1 FatSat с подавлением ЖТ и контрастированием	Низкая	Низкая	Низкая	Высокая
FSE T2 без подавления ЖТ	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
T2 FatSat/T2 STIR с подавлением ЖТ	Высокая	Высокая	Низкая	Высокая

Примечание. КПС – крестцово-подвздошные суставы, ЖТ – жировая ткань, ОКМ – отек костного мозга, SE – spin echo (спин эхо), FatSat – Fat saturation (подавление жира).

- T2 FatSat STIR с подавлением интенсивности МР-сигнала от ЖТ костного мозга,
- SE T1 FatSat post gadolinium с подавлением интенсивности МР-сигнала от ЖТ костного мозга и контрастным усилением гадолинием.

Выделяют три основных вида изменений в костной ткани, отражающих последовательные стадии течения воспаления при анкилозирующем спондилите (АС) [2–5]:

- 1) активные воспалительные изменения – остейт, синовит, энтезит;
- 2) поствоспалительные изменения – жировая дистрофия (ЖД) костного мозга, эрозии, анкилозы;
- 3) остеосклеротические изменения.

Активное воспаление проявляется утолщением синовиальной оболочки с увеличением количества свободной жидкости в полости суставов (синовитом) и/или ОКМ (остейтом) субхондральных отделов костей. Обычно синовит и остейт предшествуют структурным изменениям суставов, которые формируются под влиянием хронического воспаления. Стандартное рентгенологическое и компьютерно-томографическое исследование позволяют выявлять только структурные изменения, характерные для хронического воспаления. Уникальность МРТ позволяет обнаружить признаки активного воспаления на до-рентгенологической стадии заболевания, т. е. до появления рентгенологических симптомов сакроилиита и до формирования синдесмофитов в позвоночнике. Взаимосвязь активного воспаления и развития рентгенологических изменений суставов была доказана многими исследованиями [5–9].

Для диагностики АС следует оценивать наличие ОКМ в области КПС, для мониторинга активности и эффективности терапии – активные воспалительные изменения в любом отделе костно-суставного аппарата и динамику их изменений, а прогрессирование болезни прослеживают по динамике хронических воспалительных изменений.

Однако следует учесть, что на МР-томограммах могут выявляться и другие характерные для АС изменения, которые следует учитывать при клиническом наблюдении за пациентом и в спорных случаях диагностики.

Задачи, на решение которых направлена технология:

1. Описание методики МРТ-обследования пациентов с подозрением на АС.
2. Определение минимально необходимого объема МРТ-исследования для диагностики АС.
3. Выявление МРТ-признаков активного и хронического воспаления при АС.
4. Оценка динамики изменений МРТ-симптомов заболевания.

Методика МРТ-обследования пациентов с подозрением на анкилозирующий спондилит

МРТ-протокол включает следующие режимы исследования:

- Для правильной ориентации срезов проводится предварительная томография исследуемого отдела скелета (локолайзер) в трех проекциях (аксиальная, корональная и сагиттальная), с получением T1-взвешенных изображений низкого разрешения.
- Полукокорональная (косая) проекция для КПС и сагиттальная проекция для позвоночника.
- Толщина среза не более 3 мм.

МРТ пациентов с подозрением на аксСпА обязательно должна включать исследование КПС, при необходимости – позвоночника, тазобедренных суставов, пораженных суставов других локализаций.

Магнитно-резонансная томография крестцово-поддошных сочленений:

- *Режим T1 (полукокорональные срезы).* Планирование полукокорональных косых срезов на сагиттальных срезах локолайзера. Срезы должны полностью покрывать оба КПС. Направление срезов должно идти справа налево.
- *Режим T2 STIR (полукокорональные срезы).* Планирование полукокорональных косых срезов на сагиттальных срезах локолайзера. Срезы должны полностью покрывать оба КПС. Направление срезов должно идти справа налево.

Магнитно-резонансная томография позвоночника:

- *Режим T1 (сагиттальные срезы).* Планирование сагиттальных срезов на корональных срезах локолайзера. Следует проверить расположение пациента в сагиттальной плоскости; поле обзора должно быть достаточным, чтобы охватить **шейный и грудной отделы позвоночника** от уровня С₁ до уровня Т_{ХII} (при выполнении МРТ соответствующих отделов, обычно составляет 480 мм) и охватывать **поясничный отдел** позвоночника на протяжении от Th_{XI} до уровня S₁ (при выполнении МРТ соответствующих отделов, обычно составляет 350 мм). Срезы должны полностью покрыть область позвоночника от латеральной границы правого поперечного отростка до латеральной границы левого поперечного отростка.
- *Режим T2 STIR (сагиттальные срезы).* Планирование сагиттальных срезов на корональных срезах локолайзера. Следует проверить расположение пациента в сагиттальной плоскости; поле обзора должно быть достаточным, чтобы охватить **шейный и грудной отделы позвоночника** от уровня С₁ до уровня Т_{ХII} (при выполнении МРТ соответствующих отделов, обычно составляет 480 мм) и охватывать **поясничный отдел** позвоночника на протяжении от Th_{XI} до уровня S₁ (при выполнении МРТ соответствующих отделов, обычно составляет 350 мм). Срезы должны полностью покрыть область позвоночника от латеральной границы правого поперечного отростка до латеральной границы левого поперечного отростка.
- В табл. 2 и 3 представлены рекомендации по проведению МРТ КПС и позвоночника.

Минимально необходимый объем МРТ-исследования для диагностики анкилозирующего спондилита

Основным визуализационным признаком АС в настоящее время является сакроилиит, т. е. воспаление КПС. Однако стандартно используемый для этого рентгенографический метод выявляет его уже на поздних стадиях, когда имеются выраженные структурные изменения этих суставов, порой через много лет после начала заболевания. Поэтому еще в 2013 г. [10] нами было предложено использовать в качестве альтернативного метода выявления остейта в КПС (активный сакроилиит) при помощи МРТ, что позволит значительно сократить сроки

Таблица 2 Рекомендации по МРТ КПС

Показатель	Рекомендация
Тип МР-томографа	1,5 Тесла или 3,0 Тесла
Катушка (Coil)	Обязательно задняя спинальная катушка (Posterior Spine Coil ONLY)
Положение пациента	Стандартное, лежа на спине, коленные суставы согнуты (специальный валик), позвоночный столб выпрямлен
Рекомендуемые последовательности для предварительного просмотра	1. Предварительное изображение (Scout) в трех плоскостях; Scout в поперечной плоскости должен включать тазобедренные суставы 2. Правильный Sagittal Scout: – центрация на тело S ₁ позвонка, – угол 1 производится из поперечного Scout перпендикулярно линии, проведенной между тазобедренными суставами, – угол 2 производится из коронального Scout вдоль оси крестца
Последовательности при проведении исследования	SE T1 «semi-coronal» – полукорональная проекция, TSE или FSE (быстрое спиновое эхо), без подавления МР-сигнала от ЖТ STIR T2 «semi-coronal» – полукорональная проекция
Количество срезов	15
FOV (field of view) – область сканирования	300 мм
Толщина срезов	4 мм
Slice spacing	10% gap
Контрастирование	Нет
Направление фазового кодирования	Правое/левое или переднее/заднее
Передискретизация	100%
Пространственное подавление сигнала от ЖТ	Полное равномерное подавление МР-сигнала области сканирования
SE T1-взвешенное изображение	
TR (время повторения)	Около 425 мс
TE (время эха)	13 мс (более длительное при 3,0 Тесла)
Матрица	512 × 256
STIR T2	
TR (время повторения)	3700 мс
TE (время эха)	Короткое (более длительное при 3,0 Тесла)
TI (время инверсии)	150 мс (1,5 Тесла) и 190 мс (3,0 Тесла)
Матрица	384 × 256
Пространственное подавление сигнала от ЖТ (Spatial Fat Saturation)	Полное равномерное подавление МР-сигнала области сканирования

диагностики заболевания. В последнее время уже доказана роль МРТ в ранней диагностике аксСпА, данный метод позволяет за 3–7 лет до обнаружения достоверных рентгенологических изменений в КПС выявить ранние признаки воспаления, причем не только острое, но и хроническое воспаление.

Наш опыт и имеющиеся данные литературы показывают, что при наличии рентгенологически выявляемого определенного сакроилиита МРТ-исследование не представляет значимой информации для диагностики АС.

Рекомендовано: МРТ КПС в диагностических целях следует проводить после обзорного снимка таза, если на

Таблица 3 Рекомендации по МРТ позвоночника

Показатель	Рекомендация
Тип МР-томографа	1,5 Тесла или 3,0 Тесла
Катушка (Coil)	Задняя спинальная катушка (Posterior Spine Coil)
Положение пациента	Стандартное, лежа на спине, коленные суставы согнуты (специальный валик), позвоночный столб выпрямлен
Последовательность	Scout в трех плоскостях 2D Sagittal T1, TSE or FSE (быстрое спиновое эхо), без подавления МР-сигнала от ЖТ 2D Sagittal STIR
Локализация и объем сканирования	Возможно обследование двух отделов позвоночного столба: – шейного и верхнегрудного (C ₁ –Th ₇), – нижегрудного и поясничного (Th ₁₀ –S ₁) или трех отделов (шейного, грудного и поясничного) для высоких пациентов
Толщина срезов	3 мм для шейного и верхнегрудного отделов, 4 мм для нижегрудного и поясничного отделов
FOV (field of view) – область сканирования	380 мм (или оптимальная)
Контрастирование	Нет
Направление фазового кодирования	Голова / нижняя конечность
SE T1-взвешенное изображение	
TR (время повторения)	400–500 мс (или оптимальное)
TE (время эха)	21 мс (или оптимальное)
Получение среза (Slice acquisition)	Чередование срезов (Interleaved)
NEX (число, показывающее, сколько раз собираются данные; с увеличением NEX повышается отношение сигнал/шум)	≥2
Матрица (FE x PE)	512 × 256
Echo Train Length (длина пакета эхосигналов) – количество повторяющихся эхосигналов в последовательности FSE	3–4
Pixel bandwidth (Hz/pixel)	130 (или оптимальное)
STIR T2	
TR (время повторения)	4500 мс (или оптимальное)
TE (время эха)	29 мс (или оптимальное) 37 мс для 3,0 Тесла
TI (время инверсии)	150 мс (1,5 Тесла) и 190 мс (3,0 Тесла)
NEX (число, показывающее, сколько раз собираются данные; с увеличением NEX повышается отношение сигнал/шум)	1–2
Матрица	512 × 256
Echo Train Length (длина пакета эхосигналов) – количество повторяющихся эхосигналов в последовательности FSE	>10
Pixel bandwidth (Hz/pixel)	250 (или оптимальное)
Пространственное подавление сигнала от ЖТ (Spatial Fat Saturation)	Полное равномерное подавление МР-сигнала области сканирования

рентгенограмме выявляется сакроилиит 0-й или 1-й стадии по Келлгрену у пациентов с подозрительной на АС клинической симптоматикой.

МРТ-признаки активного и хронического воспаления при анкилозирующем спондилите

В настоящее время выделяют три основных вида МРТ-изменений в костной ткани, отражающих последовательность стадийного течения воспаления в костно-суставном аппарате при АС:

- 1) активные воспалительные изменения — остеоит, синовит, энтезит;
- 2) поствоспалительные изменения — ЖД костного мозга, эрозии, анкилозы;
- 3) остеосклеротические изменения.

Активные воспалительные изменения на SE T1-взвешенном изображении выглядят как гипоинтенсивный сигнал (темно-серого или черного цвета), в режимах FSE T2 и T2 FatSat/T2 STIR с подавлением ЖТ — как гиперинтен-

сивный сигнал (белого цвета, см. табл. 1). Соответственно, для диагностики очагов острого воспаления исследование должно проводиться в режиме T2 FatSat/T2 STIR, причем выявленный очаг должен локализоваться как минимум на двух последовательных срезах (с толщиной срезов не более 3–4 мм).

Признаками активного сакроилиита являются очаги воспаления в субхондральных отделах крестца и подвздошных костей в проекции КПС как минимум в двух последовательных срезах (при толщине среза 4 мм) или не менее двух очагов воспаления на одном МР-срезе (рис. 3). Такие изменения являются классификационными критериями аксСпА [11] или признаками ранней стадии АС по российской версии модифицированных Нью-Йоркских критериев [12]. Характерными для аксСпА МРТ-признаками поражения позвоночника являются очаги активного воспаления в передних или в задних отделах тел позвонков, как это показано на рис. 4. Наличие таких очагов воспаления говорит об активности болезни, усиливает уверенность в диагнозе, но в критерии диагностики заболевания не входит.

Среди поствоспалительных изменений для диагностики и динамического наблюдения внимание должно уделяться в первую очередь ЖД, которая хорошо выявляется в режиме SE T1 (рис. 5). Выявление ЖД в КПС говорит о наличии хронического сакроилиита.

Также к поствоспалительным изменениям относятся эрозии и анкилозы, которые можно обнаружить в результате МРТ-исследования. Их обнаружение подтверждает наличие хронического сакроилиита (рис. 6).

Рекомендовано: активные очаги воспаления костной ткани должны выявляться в режимах FSE T2 и T2 FatSat/T2 STIR с подавлением ЖТ, а хронические — в SE T1.

Динамика изменений МРТ-симптомов заболевания

Наличие на МРТ активных и хронических очагов воспаления в КПС, как было нами показано, является предиктором прогрессирования у пациентов с аксСпА: у больных с быстрым прогрессированием рентгенологического сакроилиита чаще встречаются активные очаги воспаления, чем у пациентов с низкой скоростью прогрессирования, а переход из нерентгенологического аксСпА в АС обычно связан с хроническими воспалительными изменениями в КПС [13]. Наличие комбинированных очагов воспаления в углах тел позвонков (в одном углу тела позвонка одновременно обнаруживаются и хронический,

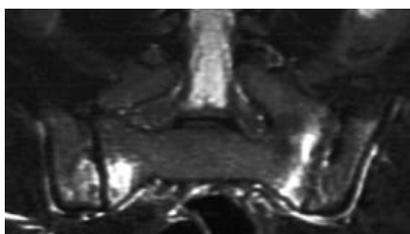


Рис. 3. МР-томограмма КПС в полукоорональной проекции (режим STIR-T2). Двусторонний активный сакроилиит. ОКМ в виде участков высокоинтенсивного МР-сигнала в субхондральных отделах крестца с двух сторон и в правой подвздошной кости

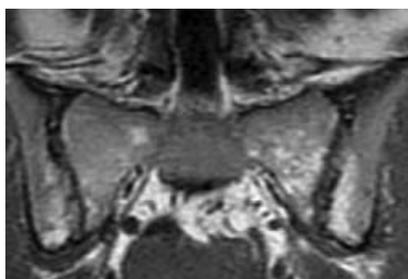


Рис. 5. МР-томограмма КПС в полукоорональной проекции в режим SE T1. Двусторонний хронический сакроилиит. Незначительный субхондральный остеосклероз в виде линейных участков низкоинтенсивного МР-сигнала в верхних отделах КПС. ЖД костного мозга (множественные участки повышения интенсивности МР-сигнала в крестце и в телах подвздошных костей). Множественные эрозии суставных поверхностей



Рис. 4. МР-томограмма грудного отдела позвоночника в сагиттальной проекции (режим STIR T2). Передний активный спондилит. В передних углах тел Th_{IV}, Th_V и L_{II} позвонков определяется локальный ОКМ в виде участков высокоинтенсивного МР-сигнала. Распространенный ОКМ в передних отделах тел Th_{VII} и Th_{VIII} позвонков



Рис. 6. МР-томограмма КПС в полукоорональной проекции (режим SE T1). Двусторонний хронический сакроилиит. Полный костный анкилоз в задних отделах обоих КПС (слияние крестца и подвздошных костей в единый костный массив)

и острый очаги воспаления) указывает на большую вероятность скорого развития в данном регионе синдесмофита [14].

Рекомендовано: учитывая, что очаги активного воспаления выступают как одно из проявлений воспалительной активности заболевания, МРТ следует проводить на фоне подбора терапии не реже 1 раза в 3–6 мес с использованием режима T2 FatSat/T2 STIR с подавлением ЖТ до достижения полной ремиссии. МРТ в режиме SE T1 носит вспомогательный характер: для дифференцировки очагов активного воспаления и для мониторинга нарастания поствоспалительных изменений в КПС и позвоночнике.

Таким образом, технология диагностики воспалительных изменений скелета при АС по данным МРТ включает в себя следующие положения:

1. Правильная техника проведения МРТ-исследования по представленной методике позволяет выявлять воспалительные и поствоспалительные изменения костной ткани.
2. МРТ КПС в диагностических целях следует проводить после обзорного снимка таза, если на рентгенограмме выявляется сакроилиит 0-й или 1-й стадии по Келлгрэну у пациентов с подозрительной на АС клинической симптоматикой.

3. Активные очаги воспаления костной ткани должны выявляться в режимах FSE T2 и T2 FatSat/T2 STIR с подавлением ЖТ, а хронические – в SE T1.
4. Учитывая, что очаги активного воспаления служат одним из проявлений общей воспалительной активности заболевания, МРТ следует проводить на фоне подбора терапии не реже 1 раза в 3–6 мес с использованием режима T2 FatSat/T2 STIR с подавлением ЖТ до достижения полной ремиссии. МРТ в режиме SE T1 носит вспомогательный характер. Она используется для дифференцировки очагов активного воспаления и мониторинга нарастания поствоспалительных изменений в КПС и позвоночнике.

Прозрачность исследования

Работа выполнена по государственному заданию № 514-2017-0046. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за статью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lauterbur PC. Image formation by induced local interactions: Examples employing nuclear magnetic resonance. *Nature*. 1973;242:190-1. doi: 10.1038/242190a0
2. Sieper J, Rudwaleit M, Baraliakos X, et al. The Assessment of Spondyloarthritis International Society (ASAS) Handbook: a guide to assess spondyloarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2009;68 Suppl. II:ii1-ii44. doi: 10.1136/ard.2008.104018
3. Бочкова АГ, Левшакова АВ, Румянцева ОА, Бунчук НВ. Магнитно-резонансная томография крестцово-подвздошных суставов у больных серонегативными спондилоартритами. Научно-практическая ревматология. 2007;45(3):7-14 [Bochkova AG, Levshakova AV, Romyantseva OA, Bunchuk NV. Magnetic resonance imaging of sacroiliac joints in patients with seronegative spondyloarthritides. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Rheumatology Science and Practice*. 2007;45(3):7-14 (In Russ.)]. doi: 10.14412/1995-4484-2007-682
4. Левшакова АВ, Бочкова АГ, Бунчук НВ. Структурные изменения позвоночника у больных анкилозирующим спондилитом. Медицинский вестник МВД. 2011;(2):32-5 [Levshakova AV, Bochkova AG, Bunchuk NV. Structural changes in the spine in patients with ankylosing spondylitis. *Meditsinskiy Vestnik MVD*. 2011;(2):32-5 (In Russ.)].
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. doi: 10.1136/ard.2004.029298
6. Oostveen J, Prevo R, den Boer J, et al. Early detection of sacroiliitis on magnetic resonance imaging and subsequent development of sacroiliitis on plain radiography: a prospective, longitudinal study. *J Rheumatol*. 1999;26:1953-8.
7. Hermann K, Braun J, Fischer T, et al. Magnetic resonance tomography of sacroiliitis: anatomy, histological pathology, MR-morphology and grading. *Radiology*. 2004;44(3):217-28. doi: 10.1007/s00117-003-0992-6
8. Maksymowych W, Chiowchanwisawakit T, Clare O, et al. Inflammatory Lesions of the Spine on Magnetic Resonance Imaging Predict the Development of New Syndesmophytes in Ankylosing Spondylitis. *Arthritis Rheum*. 2009;60(1):93-102. doi: 10.1002/art.24132
9. Danishta R, Arumugam M, Winston J. Classification terminology and definitions in reporting of MRI in axial spondyloarthritis. *J Belg Soc Radiol*. 2017;101(52):11. doi: 10.5334/jbr-btr.1393
10. Эрлес ШФ, Бочкова АГ, Дубинина ТВ и др. Проект рабочей классификации анкилозирующего спондилита. Научно-практическая ревматология. 2013;51(6):604-8 [Erdes ShF, Bochkova AG, Dubinina TV, et al. Project of working classification of ankylosing spondylitis. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Rheumatology Science and Practice*. 2013;51(6):604-8 (In Russ.)]. doi: 10.14412/1995-4484-2013-604-8
11. Rudwaleit M, van der Heijde D, Landewe R, et al. The development of Assessment of SpondyloArthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part II): validation and final selection. *Ann Rheum Dis*. 2009;68:777-83. doi: 10.1136/ard.2009.108233
12. Эрлес ШФ, Бочкова АГ, Дубинина ТВ и др. Ранняя диагностика анкилозирующего спондилита. Научно-практическая ревматология. 2013;51(4):365-7 [Erdes SF, Bochkova AG, Dubinina TV, et al. Early diagnosis of ankylosing spondylitis. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Rheumatology Science and Practice*. 2013;51(4):365-7 (In Russ.)]. doi: 10.14412/1995-4484-2013-1245
13. Румянцева ДГ, Эрлес Ш, Смирнов АВ. Воспалительные и поствоспалительные очаги в крестцово-подвздошных суставах и поясничном отделе позвоночника по данным магнитно-резонансной томографии у пациентов с ранним аксиальным спондилоартритом. Научно-практическая ревматология. 2019;57(1):28-32 [Romyantseva DG, Erdes Sh, Smirnov AV. Inflammatory and post-inflammatory lesions in the sacroiliac joints and lumbar spine according to magnetic resonance imaging in patients with early axial spondyloarthritis. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Rheumatology Science and Practice*. 2019;57(1):28-32 (In Russ.)]. doi: 10.14412/1995-4484-2019-28-32
14. Maksymowych WP. MRI and X-ray in axial spondyloarthritis: the relationship between inflammatory and structural changes. *Arthritis Res Ther*. 2012;14:207. doi: 10.1186/ar3786

Вопросы для самоконтроля

1. В каких магнитно-резонансных взвешенных режимах хорошо визуализируется (сигнал высокоинтенсивный) жировая ткань?
 - А. SE T1
 - Б. FSE T2 без подавления жировой ткани
 - В. T2 FatSat STIR с подавлением интенсивности МР-сигнала от жировой ткани костного мозга
2. Какой режим МРТ наиболее пригоден для выявления активного воспаления?
 - А. SE T1
 - Б. FSE T2 без подавления интенсивности МР-сигнала от жировой ткани
 - В. T2 FatSat STIR с подавлением интенсивности МР-сигнала от жировой ткани костного мозга
3. Является ли синовит, выявляемый при МРТ КПС, доказательством наличия активного сакроилиита?
 - А. Нет
 - Б. Да
 - В. Если сочетается с энтезитом
4. Оптимальная проекция для МРТ КПС:
 - А. Корональная
 - Б. Полукокорональная
 - В. Сагиттальная
5. Анкилозы, выявляемые при МРТ КПС, относятся к:
 - А. Активным воспалительным изменениям
 - Б. Поствоспалительным изменениям
 - В. Остеосклеротическим изменениям
6. Характерными для АС МР-признаками поражения позвоночника являются:
 - А. Очаги активного воспаления в передних или в задних отделах тел позвонков
 - Б. Эрозирование замыкательных пластин тел позвонков
 - В. Синдром Андерсона

Ответы – на с. 712