

Сопоставление активных и поствоспалительных изменений позвонков по данным МРТ с визуализацией синдесмофитов при КТ у пациентов с анкилозирующим спондилитом

М.К. Курбанмагомедов, К.В. Сахарова, Е.М. Агафонова, М.М. Урумова, С.О. Красненко, А.Е. Димитрева, Т.В. Дубинина, Ш.Ф. Эрдес

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

V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology
115522, Russian Federation, Moscow, Kashirskoye Highway, 34A

Контакты:

Курбанмагомедов
Магомед
Курбанмагомедович,
kmk05st@mail.ru
Contacts: Magomed
Kurbanmagomedov,
kmk05st@mail.ru

Поступила 18.03.2024

Принята 05.07.2024

Введение. Синдесмофит представляет собой вертикально ориентированный оссификат, расположенный снаружи от фиброзного кольца межпозвоночного диска, который является патогномоничным признаком поздней стадии анкилозирующего спондилита (АС). В последние десятилетия наибольшее распространение получила теория, согласно которой воспаление в области прикрепления фиброзного кольца к телу позвонка и жировая дегенерация с репаративными процессами являются взаимосвязанными последовательными процессами, приводящими к росту синдесмофита. Считается, что вероятность развития новой кости в два-три раза выше в углах тех позвонков, в которых за предыдущие 2 года по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) было обнаружено активное воспаление или жировые изменения, причем последние имеют более сильную связь с последующим патологическим костеобразованием. Однако эта взаимосвязь по результатам разных исследований оценивается неоднозначно.

Цель исследования — сопоставление точной локализации характерных для аксиального спондилоартрита признаков поражения, выявляемых у больных анкилозирующим спондилитом при магнитно-резонансной томографии и компьютерной томографии (КТ) в области замыкательных пластинок позвонков.

Материал и методы. В одномоментное исследование было включено 10 пациентов с АС, соответствующих критериям включения. Всем больным проводилось общепринятое для этого заболевания обследование, а также МРТ и КТ поясничного отдела позвоночника. Разработана специальная методика совместной оценки изменений, выявляемых при МРТ и КТ. Для первичного анализа использовались изменения, обнаруженные на верхних замыкательных пластинках 5 поясничных позвонков.

Результаты. На верхних замыкательных пластинках 5 поясничных позвонков при КТ было обнаружено 35 синдесмофитов (от 1 до 7 у 1 больного), а по данным МРТ — 9 очагов остеоита и 24 очага хронического воспаления (жировая дегенерация). При совместном анализе схематического изображения на телах позвонков очагов активного воспаления и синдесмофитов оказалось, что в большинстве случаев (68%) последние не были связаны с локализацией активных и/или хронических изменений, выявляемых при МРТ. Корреляционный анализ показал определенную прямую взаимосвязь только между числом синдесмофитов и очагами хронического воспаления ($r=0,68$).

Выводы. Предварительные данные показывают, что предложенный метод позволяет сопоставлять локализацию выявляемых при МРТ и КТ повреждений позвоночника у больных АС. В большинстве случаев локализация формирующихся синдесмофитов не совпадала с очагами как острого, так и хронического воспаления, наблюдавшимися при МРТ.

Ключевые слова: анкилозирующий спондилит, магнитно-резонансная томография, компьютерная томография, остеоит, синдесмофит, анкилоз

Для цитирования: Курбанмагомедов МК, Сахарова КВ, Агафонова ЕМ, Урумова ММ, Красненко СО, Димитрева АЕ, Дубинина ТВ, Эрдес ШФ. Сопоставление активных и поствоспалительных изменений позвонков по данным МРТ с визуализацией синдесмофитов при КТ у пациентов с анкилозирующим спондилитом. *Научно-практическая ревматология*. 2024;62(4):418–424.

COMPARISON OF FOCI OF ACTIVE INFLAMMATION AND FATTY DEGENERATION ACCORDING TO MRI AND CT DATA OF SYNDESMOPHYTES IN PATIENTS WITH ANKYLOSING SPONDYLITIS

Magomed K. Kurbanmagomedov, Ksenia V. Sakharova, Ekaterina M. Agafonova, Margarita M. Urumova, Svetlana O. Krasnenko, Anastasia E. Dimitreva, Tatiana V. Dubinina, Shandor F. Erdes

Introduction. Syndesmophyte, which is the hallmark of ankylosing spondylitis (AS), is a vertically oriented ossification located outside the fibrous ring of the intervertebral disc. In recent decades, the most widespread theory is that after inflammation in the area of attachment of the fibrous ring to the vertebral body, fatty degeneration occurs with reparative processes, as a result of which the growth of new bone — syndesmophyte — begins. It is believed that the likelihood of developing syndesmophyte is two to three times higher in the angles of those vertebrae in which active inflammation or fatty changes were detected on magnetic resonance tomography (MRI) in the previous 2 years, the latter having a stronger association with subsequent pathological bone formation. However, this relationship is ambiguous according to different studies.

The aim — comparison of the exact localization of magnetic resonance tomography and computed tomography (CT) signs of lesions on the vertebral endplates, characteristic of axial spondyloarthritis, in patients with ankylosing spondylitis.

Material and methods. The cross-sectional study included 10 patients with AS who met the inclusion criteria. All patients underwent a standard examination for AS, as well as MRI and CT examination of the lumbar spine. A special technique for joint assessment of changes detected during MRI and CT examination has been developed. For the primary analysis, changes found on the upper endplates of 5 lumbar vertebrae were taken.

Results. On the upper endplates of 5 lumbar vertebrae, a CT examination revealed 35 syndesmophytes (from 1 to 7 syndesmophytes in 1 patient), and MRI revealed 9 foci of acute inflammation and 24 of chronic inflammation (fatty degeneration). When jointly analyzing the MRI foci of detectable inflammation and syndesmophytes transferred to the vertebral diagram, it turned out that in the majority of cases (68%), the latter were not associated with sites of active and/or chronic inflammation. Correlation analysis showed a certain direct relationship only between the number of syndesmophytes and foci of chronic inflammation ($r=0.68$).

Discussion. Preliminary data show that the proposed method for comparing MRI and CT lesions in AS allows us to jointly study the localization of MRI and CT spinal injuries in patients with AS using multidirectional sections. The first results of our one-time study showed that in most cases the localization of developing syndesmophytes does not coincide with the foci of inflammation detected by MRI (both acute and chronic).

Key words: ankylosing spondylitis, magnetic resonance imaging, computed tomography, osteitis, syndesmophyte, ankylosis

For citation: Kurbanmagomedov MK, Sakharova KV, Agafonova EM, Urumova MM, Krasnenko SO, Dimitreva AE, Dubinina TV, Erdes SF. Comparison of foci of active inflammation and fatty degeneration according to MRI and CT data of syndesmophytes in patients with ankylosing spondylitis. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Rheumatology Science and Practice*. 2024;62(4):418–424 (In Russ.).

doi: 10.47360/1995-4484-2024-418-424

У большинства пациентов с анкилозирующим спондилитом (АС) с годами развиваются структурные изменения, которые в первую очередь проявляются синдесмофитами и/или анкилозами в аксиальном скелете, что приводит к выраженным функциональным нарушениям. Вследствие этого почти 50% больных АС уже в молодом возрасте становятся инвалидами [1]. Прогрессирующее анкилозирование позвоночника является неблагоприятным долгосрочным исходом АС, хотя в настоящее время оно встречается реже по сравнению с предыдущими десятилетиями либо вследствие изменения естественного течения заболевания, либо из-за более активного лечения [1].

Синдесмофит — характерный, практически патогномоничный клинический признак АС. Он представляет собой вертикально ориентированный оссификат, расположенный снаружи от фиброзного кольца межпозвоночного диска [2].

Более 10 лет в литературе активно обсуждаются механизмы образования синдесмофитов при АС. Наибольшее распространение получила теория, согласно которой в позвонке сначала возникает остеоит — воспаление в месте прикрепления фиброзного кольца, после его стихания запускаются процессы восстановления (репарация), заменяющие субхондральный костный мозг фиброзной/грануляционной тканью, в которой формируются стимулы для образования новой кости [3, 4].

Считается, что вероятность развития синдесмофита в два-три раза выше в углах тех позвонков, в которых за предыдущие 2 года по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) было обнаружено активное воспаление или жировые изменения, причем последние имеют более сильную связь с последующим патологическим костеобразованием [5, 6]. Однако эта связь не является высокоспецифичной, поскольку нередко новые синдесмофиты развиваются в местах, где при МРТ ранее патология не выявлялась. В этой связи можно предположить возможность развития синдесмофитов несколькими путями, в том числе независимо от локального воспаления или поствоспалительного повреждения костной ткани. Также нельзя исключать имеющиеся ограничения по частоте применения методов визуализации, а также их чувствительности в выявлении воспаления и/или синдесмофитов.

Для уточнения этого вопроса за последние два десятилетия было проведено несколько исследований. Все они базировались на количественном сопоставлении изменений позвоночника, характерных для спондилоартрита, обнаруженных при МРТ, и развившихся на их месте синдесмофитов, выявленных при обычной рентгенографии [7, 8]. В этих работах в основном сообщалось о стати-

стически значимой связи между очагами воспаления, обнаруженными при МРТ и образованием синдесмофитов, но сила этих ассоциаций несколько различалась в разных исследованиях. Кроме того, сообщалось, что синдесмофиты могут развиваться в углах тел позвонков, где ранее отсутствовали очаги остеоита или жировой дегенерации.

При использовании компьютерной томографии (КТ), являющейся более чувствительным методом выявления синдесмофитов, показано, что наличие острых и хронических очагов воспаления в углах тел позвонков положительно коррелировало с последующим развитием синдесмофитов [9]. Одновременно было отмечено, что почти половина всей патологической костной пролиферации обнаруживалась в углах тел позвонков без каких-либо предшествующих воспалительных (острых либо хронических) поражений. Таким образом повреждение, выявляемое раз в год при МРТ, не полностью объясняет последующее развитие синдесмофитов.

Следует отметить, что как С-реактивный белок (СРБ) [9], так и комбинированный индекс активности ASDAS (Axial Spondyloarthritis Disease Activity Score) [10, 11] связаны с рентгенологическим прогрессированием заболевания, что доказывает взаимосвязь между системным воспалением и образованием новой кости при АС.

В исследовании S. Tap и соавт. [12], посвященном изучению роста синдесмофитов по данным КТ у 24 пациентов, исходно имевших два и более синдесмофита, было продемонстрировано, что за 12 мес. их рост составил в среднем 12 мм³, а за 24 мес. — 29 мм³. Скорость роста коррелировала с исходным объемом синдесмофита, т. е. более крупные росли быстрее. Кроме того, интересен тот факт, что один синдесмофит мог увеличиться более чем на 100 мм³, в то время как другой в том же позвоночном сегменте за то же время сохранял прежние размеры. Изменения среднего размера синдесмофитов за 24 мес. у мужчин и женщин не различались [12].

В настоящее время известно, что системное воспаление ускоряет рост синдесмофитов, но на их формирование влияют и локальные механические воздействия [12]. Вывод о том, что синдесмофиты встречаются чаще и, вероятно, сначала развиваются на заднелатеральном крае, позволяет предположить, что механические воздействия могут играть важную роль в их созревании. Есть некоторые свидетельства того, что воспаление при АС часто встречается в поперечных и остистых отростках, которые также расположены на задней поверхности позвонков. Возможно, сочетание воспаления и механического воздействия предрасполагает заднелатеральный край позвонка к развитию синдесмофитов или механический стресс в этой области создает условия для более сильного или стойкого воспаления [12].

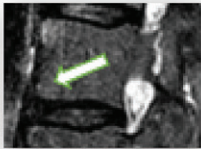
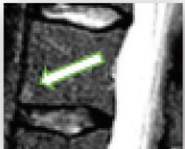
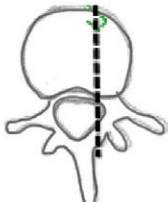
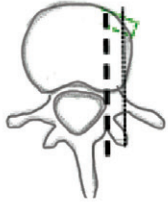
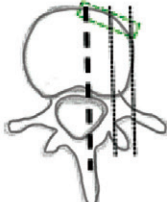
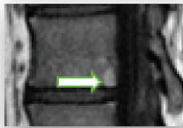
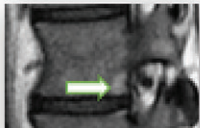
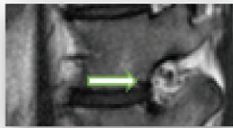
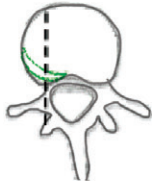
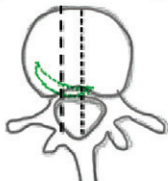
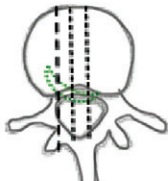
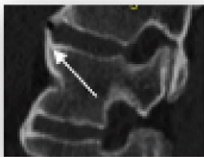
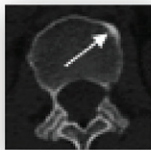
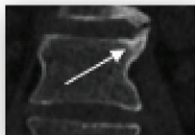
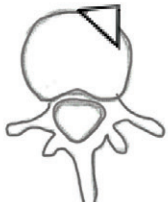
MPT L1 позвонка режим STIR			
Схематическое изображение			
	Представлена проекция сагиттального среза МРТ в режиме STIR L1 позвонка на схематическое изображение. Пунктирная линия – начало активного переднего остеоита справа налево. Так же и в режиме T1.	Следующий срез в той же проекции с толщиной 3,5 мм. Толстая линия – проекция настоящего среза, тонкая – предыдущий срез.	Следующий срез в той же проекции с толщиной 7 мм. Толстая линия – проекция настоящего среза, тонкие – предыдущие срезы.
MPT L1 позвонка режим T1			
Схематическое изображение			
	Представлена проекция сагиттального среза МРТ в режиме T1 L1 позвонка на схематическое изображение. Пунктирная линия – начало жировой дегенерации (задний хронический спондилит) слева направо. Так же и в режиме T1.	Следующий срез в той же проекции с толщиной 3,5 мм. Толстая линия – проекция настоящего среза, тонкая – предыдущий срез.	Следующий срез в той же проекции с толщиной 7 мм. Толстая линия – проекция настоящего среза, тонкие – предыдущие срезы.
КТ L1 позвонка			
Схематическое изображение			
	Представлена проекция синдесмофита на уровне L1 позвонка. КТ-изображение в сагиттальном срезе.	Аксиальный срез	Фронтальный срез

Рис. 1. Методика последовательной маркировки выявляемых при магнитно-резонансной томографии (МРТ) повреждений и синдесмофитов, обнаруживаемых при компьютерной томографии, на схематическом изображении поясничного позвонка

Цель исследования — сопоставить локализацию выявляемых при магнитной резонансной томографии и компьютерной томографии признаков поражения тел позвонков при анкилозирующем спондилите.

Материалы и методы

В одномоментное исследование было включено 10 больных (9 мужчин и 1 женщина), последовательно госпитализированных в ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой с апреля 2022 г. по июнь 2023 г. и удовлетворявших критериям включения: возраст старше 18 лет; диагноз АС, соответствующий модифицированным Нью-Йоркским критериям 1984 г. [13]; наличие 1 и более синдесмофитов в поясничном отделе позвоночника по данным КТ; наличие результатов МРТ этого же отдела аксиального скелета; подписанное информированное согласие.

Все пациенты были обследованы по разработанному протоколу, который включал:

- клиническое обследование с оценкой активности заболевания по индексам BASDAI (Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index) и ASDAS-СРБ, функциональных нарушений по индексам BASFI (Bath Ankylosing Spondylitis Functional Index) и BASMI (Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index) (по 10-балльной шкале) [14];

- общий анализ крови с определением скорости оседания эритроцитов (СОЭ) методом Вестергрена, оценку уровня СРБ высокочувствительным методом;

- КТ поясничного отдела позвоночника на уровне L1–L5 позвонков, которая выполнялась на аппарате GE Revolution EVO (GE HealthCare, США) с толщиной среза 0,6 мм и расчетной поглощенной дозой облучения 4,13 мЗв;

- МРТ поясничного отдела позвоночника на уровне L1–L5 позвонков, которая проводилась на аппарате Philips Multiva 1.5T (Philips, Нидерланды) с толщиной среза 0,4 мм в режимах T1, T2, STIR (Short Tau Inversion Recovery).

Было включено 10 пациентов с АС, возраст которых составил в среднем $38,0 \pm 8,0$ лет, продолжительность заболевания — $12,2 \pm 8,5$ года. 80% больных были позитивными по HLA-B27.

Среднее значение BASDAI составило $5,5 \pm 1,9$, ASDAS-СРБ — $3,3 \pm 1,0$, BASFI — $5,1 \pm 1,2$. Медиана СРБ составила 12,6 [8,6; 20,6] мг/л, СОЭ — 16,5 [6; 25] мм/ч. Во время исследования 3 (30%) пациента получали ингибиторы фактора некроза опухоли α (ФНО- α), а 2 — ингибиторы интерлейкина (ИЛ) 17. Большинство (80%) применяли нестероидные противовоспалительные препараты.

Для данного исследования была разработана специальная методика совместной оценки изменений, выявляемых при МРТ и КТ. Изучались повреждения, расположенные на верхних замыкательных пластинках тел позвонков.

Следует отметить, что при стандартной МРТ могут быть получены только коронарный (изображение во фронтальной плоскости) и сагиттальный (разделяет тело на левую и правую половины) срезы, которые почти перпендикулярны плоскости замыкательных пластин позвонков. Аксиальные срезы на аппарате 1,5 Тесла получить сложно, а прилагаемые к аппарату программы не дают четкого изображения из-за шума, наводимого окружающими тканями, в первую очередь сосудами. Чтобы получить схематическое изображение повреждений на горизонтальной (аксиальной) плоскости нами проводилась последовательная маркировка обнаруживаемых при МРТ повреждений на схематиче-

ских срезах-рисунках позвонка, как это показано на рисунке 1.

В то же время при КТ есть возможность получить не только коронарные и сагиттальные, но и аксиальные срезы.

Также для анализа нами использовалось разделение позвонка на центральные и латеральные (боковые) части, как это было описано ранее [15] и схематично представлено на рисунке 2.

Статистическая обработка результатов исследования выполнялась с использованием пакета прикладных программ Statistica 12 (StatSoft Inc., США). Использовались методы описательной статистики. Для оценки выраженности взаимосвязи показателей проводился корреляционный анализ. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

На верхних замыкательных пластинах 5 поясничных позвонков у 10 больных АС при КТ было обнаружено 35 синдесмофитов (от 1 до 7 у 1 больного), 28 (80%) из которых располагались на латеральной части позвонка, а остальные 7 (20%) — на центральной (рис. 3). В свою очередь, по данным МРТ в тех же позвонках выявлено 9 очагов остеита и 24 очага жировой дегенерации. Латерально и центрально были расположены соответственно 5 (55,5%) и 4 (44,5%) очага активного воспаления, 6 (25%) и 18 (75%) очагов жировой дегенерации. Таким образом, синдесмофиты по данным КТ наиболее часто встречались в латеральных отделах позвонков, тогда как очаги хронического воспаления при МРТ — в центральном отделе, а остеит практически с одинаковой частотой выявлялся в центральном и латеральном отделах.

При сопоставлении изменений, выявленных при МРТ, и синдесмофитов, перенесенных на схему позвонков, оказалось, что в большинстве случаев последние не были связаны с местами активного и/или хронического воспаления (рис. 3). Так, 13 (37%) из 35 синдесмофитов располагались на замыкательных пластинах, в которых по данным МРТ не имелось признаков поражения. В 11 (31%) случаях они хотя и определялись в местах хронического/острого воспаления, но находились на определенном удалении и не контактировали с ними, в 5 (14%) — располагались в границах острого костномозгового воспаления или рядом с ним, а в 6 (17%) — рядом или в пределах зоны хронического воспаления. Только в одном позвонке синдесмофит был обнаружен в пределах комбинированного очага воспаления, т. е. участка, в котором одновременно выявлено острое и хроническое воспаление (пациент № 6, L1 позвонок). Интересно также отметить, что в 8 позвонках (пациент № 2 — L1; пациент № 3 — L2 и L4 и др.) признаки воспаления наблюдались только при МРТ при отсутствии формирующихся синдесмофитов и, наоборот, в 10 позвонках синдесмофиты формировались без признаков поражения по данным МРТ.

Нередко в одном и том же позвонке фиксировались два противоположных процесса — активное воспаление, подразумевающее резорбцию кости, и костная пролиферация.

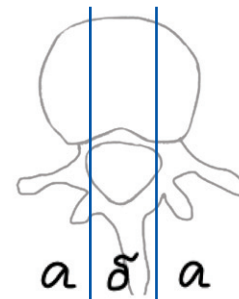


Рис. 2. Схематическое разделение позвонка на латеральную (а) и центральную (б) части

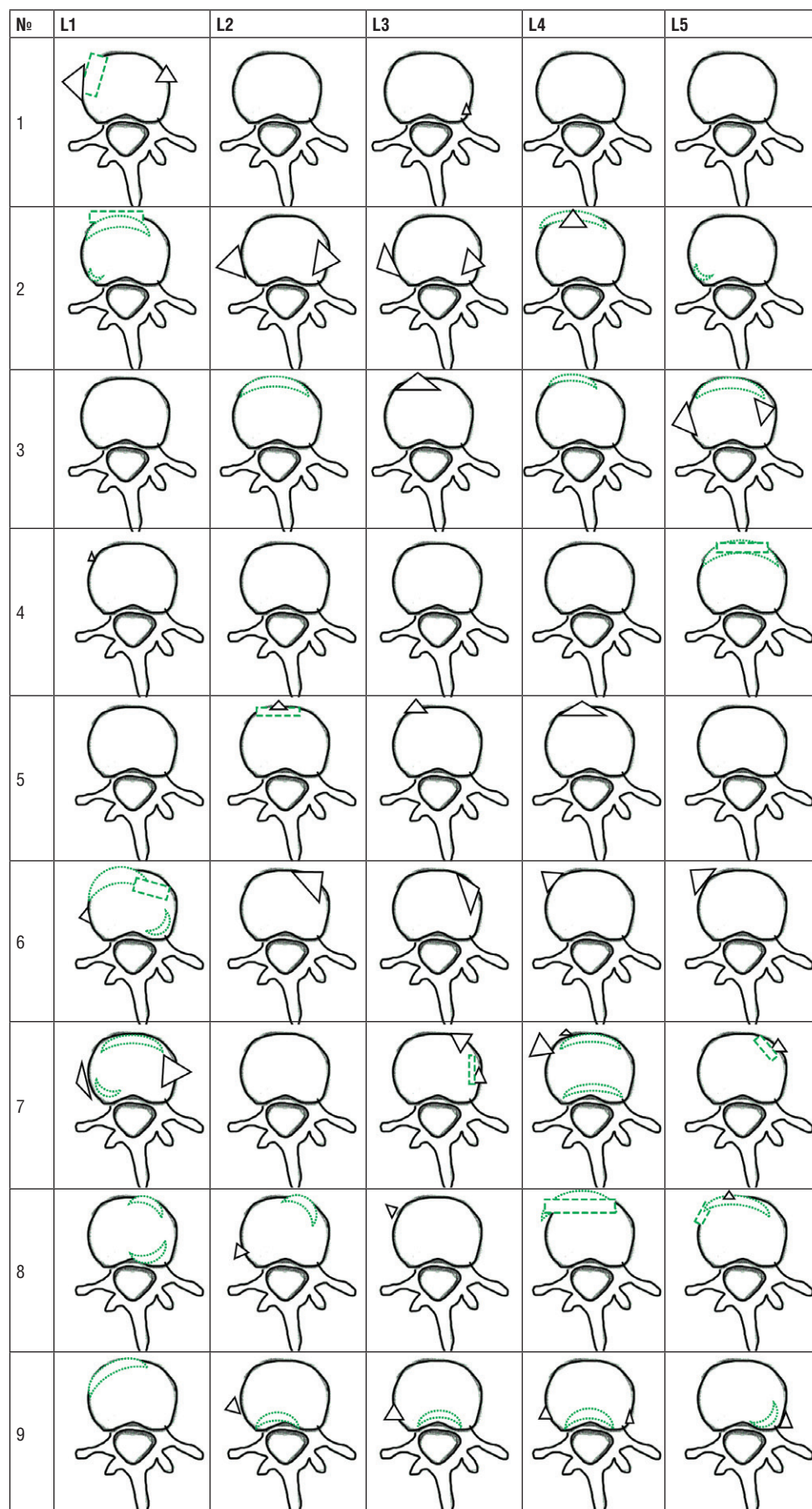


Рис. 3. Сопоставление данных магнитно-резонансной (МРТ) и компьютерной томографии (КТ) у пациентов с анкилозирующим спондилитом (— жирная дегенерация по МРТ; — активное воспаление (остеит) по МРТ; △ — рост синдесмофитов по данным КТ)

Таблица 1. Связь роста синдесмофитов по данным компьютерной томографии с клиническими параметрами (коэффициент корреляции)

Переменные	Синдесмофиты по данным КТ
Спондилит по данным МРТ	активный –0,531
	хронический 0,684*
Возраст	–0,334
Длительность заболевания	–0,100
HLA-B27	–0,273
BASDAI	–0,343
ASDAS	–0,309
BASFI	0,067
СРБ	–0,133
СОЭ	–0,309

Примечание: КТ – компьютерная томография; МРТ – магнитно-резонансная томография; BASDAI – Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index; ASDAS – Axial Spondyloarthritis Disease Activity Score; BASFI – Bath Ankylosing Spondylitis Functional Index; СРБ – С-реактивный белок; СОЭ – скорость оседания эритроцитов; * – $p < 0,5$

Проведенный корреляционный анализ между числом синдесмофитов и другими клиническими переменными (табл. 1), возможно, вследствие малочисленности данных, показал определенную прямую взаимосвязь только с очагами хронического воспаления, а статистически значимой связи с такими параметрами, как активный спондилит, возраст, длительность АС, HLA-B27, индексы активности заболевания, функциональных ограничений, острофазовые показатели, не было (табл. 1).

Обсуждение

Исследование было направлено на выяснение возможности совместного анализа данных МРТ и КТ позвоночника у больных АС. Определенная сложность возникла в связи с различиями в используемых проекциях, т. к. при КТ можно получить качественные аксиальные срезы, в то время как при МРТ это довольно сложно. Поэтому МРТ изображения, визуализируемые на коронарных срезах, приходилось переводить на аксиальную плоскость для проведения последующего сопоставления с КТ. Полученные в ходе проведенного преобразования результаты показали, что данный метод позволяет в целом корректно локализовать обнаруженные при МРТ повреждения позвонка на схематической поверхности позвонка и сопоставлять их с изменениями, наблюдавшимися при КТ, но из-за шага между срезами, равного 4 мм, точные размеры выявленного при МРТ повреждения определить сложно.

Прямая причинно-следственная связь между очагами воспаления, особенно хронического, обнаруженными при МРТ позвоночника, и ростом синдесмофитов в настоящее время считается бесспорной. В то же время практически всегда упоминается, что патологическая костная пролиферация при АС нередко развивается в местах, где ранее при МРТ воспалительные повреждения не обнаруживались. В нашем исследовании было показано, что примерно в 70% случаев синдесмофиты не имели никакой связи

с очагами острого или хронического воспаления. В определенной степени это было ожидаемо, т. к., по последним представлениям, воспаление и костная пролиферация должны следовать друг за другом и при одномоментном исследовании встречаться раздельно.

Интересным является факт обнаружения относительно тесной связи очагов хронического воспаления с синдесмофитами ($r=0,68$), т. е. чем больше очагов хронического воспаления, тем больше очагов патологической костной пролиферации. В то же время связь с остеоитом была отрицательной (хотя и статистически не значимой). Возможно, в этом случае большое значение имеет одномоментный метод исследования, который не позволяет выявить динамическую смену острого воспаления на хроническое и дальнейший переход к костной пролиферации. Для этого необходимо проведение проспективного исследования.

Задачей данной работы не являлось уточнение взаимосвязи между воспалением и образованием синдесмофитов. Несмотря на ряд ограничений дизайна (небольшое число пациентов и одномоментный характер исследования), полученные результаты позволяют сформулировать некоторые предварительные предположения. Во-первых, если синдесмофиты образуются в местах предшествующего воспаления, то должны выявляться следы этого воспаления, хотя бы хронического, в местах развившейся костной пролиферации. Но в большинстве случаев мы этого не наблюдали. Во-вторых, вызывает большой интерес одновременное сочетание острого воспаления и роста синдесмофита. При этом воспаление вызывает повреждение тканей, а формирование синдесмофитов это пролиферация, т. е. процесс, сопровождающийся размножением клеток и трансформацией одних клеточных форм в другие. То есть на относительно небольшом участке позвонка протекает одновременно два практически противоположных биологических процесса, что объяснить непросто. Хотя нельзя исключить и предположение, что гиперинтенсивный сигнал, обнаруживаемый в режиме жироподавления при МРТ, указывает не на воспаление, а на наличие какого-то другого процесса (например, шум от рядом расположенных структур).

Таким образом, предварительные данные показывают, что предложенный метод сопоставления повреждений, выявляемых при МРТ и КТ у больных АС, позволяет на разнонаправленных срезах совместно изучать локализацию изменений позвоночника, обнаруженных при МРТ и КТ у больных АС. Первые результаты продемонстрировали, что в большинстве случаев локализация формирующихся синдесмофитов не совпадает с обнаруженными при МРТ очагами воспаления, как острого, так и хронического. В связи с этим теория трехэтапного формирования синдесмофита (воспаление → репарация → образование новой кости) требует более детального исследования в динамике. Обращает на себя внимание взаимосвязь между синдесмофитами и жировой перестройкой костной ткани. В то же время рост значительной части синдесмофитов происходил на участках, не имевших следов ранее перенесенного воспаления. Можно предположить, что в момент обследования мы не смогли зафиксировать воспаление, которое присутствовало в прошлом в этих областях ввиду большого шага между срезами либо вследствие его успешного подавления на фоне проводимой терапии.

Изучение точной локализации воспаления по данным МРТ с формированием новой костной ткани,

обнаруживаемой при КТ, особенно в динамике, позволит уточнить механизмы патогенеза костной пролиферации, что будет способствовать подбору методов персонализированного лечения.

Исследование проводилось в рамках фундаментальной научно-исследовательской работы ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой» (рег. № 1021051503111-9 РК 122040400031-5).

Прозрачность исследования

Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

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

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Насонов ЕЛ (ред.). Российские клинические рекомендации. Ревматология. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2020. [Nasonov EL (ed.). Russian clinical recommendations. Rheumatology. Moscow: GEOTAR-Media; 2020 (In Russ.).]
2. Смирнов АВ, Эрдес ШФ. Оптимизация рентгенодиагностики анкилозирующего спондилита в клинической практике – значимость обзорного снимка таза. *Научно-практическая ревматология*. 2015;53(2):175–181. [Smirnov AV, Erdes ShF. Optimization of X-ray diagnosis of ankylosing spondylitis in clinical practice: Importance of a plain X-ray film of the pelvis. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologia = Rheumatology Science and Practice*. 2015;53(2):175–181 (In Russ.).] doi: 10.14412/1995-4484-2015-175-181
3. Sieper J, Appel H, Braun J, Rudwaleit M. Critical appraisal of assessment of structural damage in ankylosing spondylitis: Implications for treatment outcomes. *Arthritis Rheum*. 2008;58(3):649–656. doi: 10.1002/art.23260
4. Appel H, Sieper J. Spondyloarthritis at the crossroads of imaging, pathology, and structural damage in the era of biologics. *Curr Rheumatol Rep*. 2008;10(5):356–363. doi: 10.1007/s11926-008-0058-x
5. Maksymowych WP, Chiowchanwisawakit P, Clare T, Pedersen SJ, Østergaard M, Lambert RG. Inflammatory lesions of the spine on magnetic resonance imaging predict the development of new syndesmophytes in ankylosing spondylitis: Evidence of a relationship between inflammation and new bone formation. *Arthritis Rheum*. 2009;60(1):93–102. doi: 10.1002/art.24132
6. Van der Heijde D, Machado P, Braun J, Hermann KG, Baraliakos X, Hsu B, et al. MRI inflammation at the vertebral unit only marginally predicts new syndesmophyte formation: A multilevel analysis in patients with ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis*. 2012;71(3):369–373. doi: 10.1136/annrheumdis-2011-200208
7. Chiowchanwisawakit P, Lambert RG, Conner-Spady B, Maksymowych WP. Focal fat lesions at vertebral corners on magnetic resonance imaging predict the development of new syndesmophytes in ankylosing spondylitis. *Arthritis Rheum*. 2011;63(8):2215–2225. doi: 10.1002/art.30393
8. Maksymowych WP, Morency N, Conner-Spady B, Lambert RG. Suppression of inflammation and effects on new bone formation in ankylosing spondylitis: Evidence for a window of opportunity in disease modification. *Ann Rheum Dis*. 2013;72(1):23–28. doi: 10.1136/annrheumdis-2011-200859
9. Poddubnyy D, Haibel H, Listing J, Märker-Hermann E, Zeidler H, Braun J, et al. Baseline radiographic damage, elevated acute-phase reactant levels, and cigarette smoking status predict spinal radiographic progression in early axial spondylarthritis. *Arthritis Rheum*. 2012;64(5):1388–1398. doi: 10.1002/art.33465
10. Poddubnyy D, Protopopov M, Haibel H, Braun J, Rudwaleit M, Sieper J. High disease activity according to the Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score is associated with accelerated radiographic spinal progression in patients with early axial spondyloarthritis: Results from the GERMAN SPondyloarthritis Inception Cohort. *Ann Rheum Dis*. 2016;75(12):2114–2118. doi: 10.1136/annrheumdis-2016-209209
11. Ramiro S, van der Heijde D, van Tubergen A, Stolwijk C, Dougados M, van den Bosch F, et al. Higher disease activity leads to more structural damage in the spine in ankylosing spondylitis: 12-year longitudinal data from the OASIS cohort. *Ann Rheum Dis*. 2014;73(8):1455–1461. doi: 10.1136/annrheumdis-2014-205178
12. Tan S, Dasgupta A, Yao J, Flynn JA, Yao L, Ward MM. Spatial distribution of syndesmophytes along the vertebral rim in ankylosing spondylitis: Preferential involvement of the posterolateral rim. *Ann Rheum Dis*. 2016;75(11):1951–1957. doi: 10.1136/annrheumdis-2015-208802
13. Van der Linden S, Valkenburg HA, Cats A. Evaluation of diagnostic criteria for ankylosing spondylitis: A proposal for modification of the New York criteria. *Arthritis Rheum*. 1984;27(4):361–368. doi: 10.1002/art.1780270401
14. Дубинина ТВ, Гайдукова ИЗ, Годзенко АА, Лапшина СА, Ребров АП, Румянцева ОА, и др. Рекомендации по оценке активности болезни и функционального состояния больных анкилозирующим спондилитом в клинической практике. *Научно-практическая ревматология*. 2017;55(4):344–350. [Dubinina TV, Gaidukova IZ, Godzenko AA, Lapshina SA, Rebrov AP, Rumyantseva OA, et al. Guidelines for the assessment of disease activity and functional status in patients with ankylosing spondylitis in clinical practice. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologia = Rheumatology Science and Practice*. 2017;55(4):344–350. (In Russ.).] doi: 10.14412/1995-4484-2017-344-350
15. Baraliakos X, Østergaard M, Lambert RG, Eshed I, Machado PM, Pedersen SJ, et al. MRI lesions of the spine in patients with axial spondyloarthritis: An update of lesion definitions and validation by the ASAS MRI working group. *Ann Rheum Dis*. 2022;81(9):1243–1251. doi: 10.1136/annrheumdis-2021-222081

Курбанмагомедов М.К. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8764-9202>

Сахарова К.В. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2486-8798>

Агафонова Е.М. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2246-686X>

Урумова М.М. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9755-5760>

Красненко С.О. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4505-0162>

Димитрева А.Е. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7353-4087>

Дубинина Т.В. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1771-6246>

Эрдес Ш.Ф. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3195-5187>