

Роль магнитно-резонансной томографии при исследовании больных с синдромом диабетической стопы

М.А. Замышевская, ординатор;
В.Д. Завадовская, д. м. н., профессор;
В.Д. Удодов, ординатор;
М.А. Зоркальцев, к. м. н., ассистент кафедры;
Е.Г. Григорьев, к. м. н., ассистент кафедры

ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ,
Московский тракт, 2, Томск, 634050, Российская Федерация

Role of magnetic resonance imaging in the study of patients with diabetic foot syndrome

M.A. Zamyshevskaya, Resident Physician;
V.D. Zavadovskaya, MD, PhD, DSc, Professor;
V.D. Udodov, Resident Physician;
M.A. Zorkal'tsev, MD, PhD, Assistant of the Department;
E.G. Grigor'ev, MD, PhD, Assistant of the Department

Siberian State Medical University, Ministry of Health of the RF,
Moskovskiy trakt, 2, Tomsk, 634050, Russian Federation

Цель исследования – изучить результаты магнитно-резонансной томографии (МРТ) пациентов с осложненным течением синдрома диабетической стопы (СДС) для исключения/установления остеомиелита.

Материал и методы. Исследованы 27 пациентов (14 женщин и 13 мужчин, средний возраст $60 \pm 12,2$ года) с сахарным диабетом 1 и 2 типа и подозрением на остеомиелит, развившийся на фоне СДС. Магнитно-резонансная томография голеностопных суставов и стоп проводилась в последовательностях T1-ВИ, T2-ВИ, FSat. Оценивалось состояние мягких тканей, сухожильно-связочного аппарата, костей. Результаты МРТ сопоставлялись с данными динамического клинического наблюдения и оперативного вмешательства с последующим исследованием морфологического материала. Диагноз остеомиелита был достоверно установлен в 7 случаях, у 20 пациентов остеомиелит отсутствовал.

Результаты. Наибольшей чувствительностью при МРТ обладают следующие признаки: отек костного мозга (100%), отек мягких тканей (85,7%) и их сочетание (85,7%), а наиболее специфичными были примыкание обширного раневого дефекта или свища к кости (100%) и сочетание отека костного мозга с теносиновитом (90%). Меньшую диагностическую информативность имеет деструкция кости, при чувствительности 14,3% и специфичности 10%. Деструкция мягких тканей и наличие теносиновита характеризуются средними показателями чувствительности (57,1 и 42,9% соответственно) и специфичности (55 и 50% соответственно).

Заключение. МРТ-картина остеомиелита у пациентов с СДС характеризуется полиморфностью при различной диагностической эффективности отдельно взятых симптомов.

Введение

Синдром диабетической стопы (СДС) представляет собой одно из распространенных и тяжелых осложнений сахарного диабета, заболевания, характери-

зующегося высокой социальной значимостью [1]. Присоединение инфицирования с последующим развитием остеомиелита (ОМ) вызывает тяжелые клинические последствия, которые приводят

Objective: to give the results of magnetic resonance imaging (MRI) in patients with complicated diabetic foot syndrome (DFS) to rule out or identify osteomyelitis.

Material and methods. Twenty-seven (14 women and 13 men; mean age 60 ± 12.2 years) with type 1 and 2 diabetes mellitus and suspected osteomyelitis that had developed in the presence of DFS were examined. Ankle joint and foot MRI was carried out in T1-weighted MR image, T2-weighted MRI image, and FSat sequences. The soft tissue, tendoligamentous apparatus, and bones were evaluated. The results of MRI were compared with the data of a clinical follow-up study and surgery, followed by morphological examination. The diagnosis of osteomyelitis was validly established in 7 cases; this disease was absent in 20 patients.

Results. MRI showed the highest sensitivity for bone marrow edema (100%), soft tissue swelling (85.7%), and their concurrence (85.7%) and the highest specificity for an extensive wound defect or fistula attached to the bone (100%) and bone marrow edema concurrent with tenosynovitis (90%). With a sensitivity of 14.3% and a specificity of 10%, MRI was of less informative value in assessing bone destruction. It was characterized by moderate sensitivity and moderate specificity for soft tissue destruction (57.1 and 42.9%, respectively) and tenosynovitis (55 and 50%, respectively).

Conclusion. Osteomyelitis MRI demonstrated a polymorphic pattern with different diagnostic efficiency for individual symptoms.

Ключевые слова:

магнитно-резонансная томография,
синдром диабетической стопы,
остеомиелит

Index terms:

magnetic resonance imaging,
diabetic foot syndrome, osteomyelitis

к необходимости ампутации конечностей [2, 3].

Условием проведения адекватной терапии является своевременная диагностика остеомиелита, развившегося на фоне СДС. Однако общеизвестна сложность выявления ОМ у данной категории больных, связанная с трудностью отличия деструктивно-литических изменений, обусловленных нейротрофическими изменениями, от гнойного расплавления кости [4].

Ведущая роль в диагностике и дифференциальной диагностике вариантов течения СДС принадлежит лучевым методам исследования. Основопологающей диагностической модальностью является рутинная рентгенография, однако возможности метода не позволяют выявить ранние признаки воспаления на фоне обширного остеолита [5]. Остеосцинтиграфия обладает высокой чувствительностью в индикации повышенного костного метаболизма, что, однако, не обеспечивает дифференциальную диагностику воспаления и других патологических внутрикостных процессов. Высокоспецифичным методом ядерной медицины в диагностике внутрикостных воспалительных процессов является

сцинтиграфия с мечеными лейкоцитами, но возможности метода при исследовании кистей и стоп ограничены низкой пространственной разрешающей способностью [2].

Данные большинства источников свидетельствуют о значительных преимуществах МРТ в исследовании диабетической стопы ввиду высокой разрешающей способности метода при визуализации костных и мягкотканых структур [5–7].

Целью настоящего исследования явилась оценка возможностей МРТ при исследовании пациентов с осложненным течением СДС для исключения/установления наличия ОМ.

Материал и методы

Были исследованы 27 пациентов (14 женщин и 13 мужчин, средний возраст $60 \pm 12,2$ года), страдающих сахарным диабетом 1 и 2 типа, с подозрением на ОМ, развившийся на фоне СДС. Диагноз сахарного диабета был установлен согласно критериям ВОЗ 1999 г. [8]. Пациенты предъявляли жалобы на наличие боли в пораженной стопе ($n=27$; 100%). При объективном исследовании были выявлены следующие симптомы: отек мягких тканей ($n=26$;

96,3%), гиперемия ($n=24$; 88,9%), наличие язвенного дефекта ($n=6$; 22,2%), местное повышение температуры ($n=18$; 66,7%), ослабление пульсации сосудов стоп ($n=7$; 25,9%). Оперативное вмешательство было выполнено 7 пациентам, 20 пациентов получали консервативное лечение, с последующим наблюдением в динамике. В результате исследования полученного в ходе операций морфологического материала диагноз ОМ был подтвержден в 100% случаев.

Магнитно-резонансная томография голеностопных суставов и стоп проводилась с использованием МР-томографа Vantage 1,5 Тл Toshiba Medical Systems Europe в трех стандартных сечениях – сагиттальном, коронарном и поперечном, с толщиной среза 3–5 мм, с использованием последовательностей T1- и T2-взвешенных изображений (ВИ), FSat.

Результаты

Изменения мягких тканей, выявленные по результатам МРТ у 26 пациентов, включали в себя отек мягких тканей и деструкцию мягких тканей. При этом отек был выявлен у 22 пациентов, а у 4 больных определялась только деструкция, без отека мягких тканей. Изменения сухожильно-связочного аппарата отмечены у 15 (55,5%) пациентов, костных структур – у 26 (96,3%), при этом у 21 (77,8%) больного – с вовлечением суставов стоп (табл. 1).

Преобладающими изменениями мягких тканей, согласно полученным данным, были явления отека, отмеченные у 22 (81,5%) пациентов, с преимущественной локализацией в области треугольника ахиллова сухожилия, по медиальной поверхности стопы, в меньшей степени – в области подошвенной поверхности стопы. Отек мягких тканей определялся на МРТ в виде локальных участков снижения сигнала на T1-ВИ, изоинтенсивного/повышенного сигнала на T2-ВИ

Таблица 1

МР-симптомы, выявленные у пациентов с СДС с подозрением на наличие ОМ

Симптом	Число пациентов
Отек мягких тканей	22 (81,5%)
разлитой	12 (44,4%)
ограниченный	10 (37%)
Дефекты мягких тканей	13 (48,1%)
обширные	6 (22,2%)
локальные: свищевой ход	7 (25,9%)
Теносиновит	13 (48,1%)
Отек костного мозга	19 (70,4%)
Деструкция костной ткани	19 (70,4%)
обширная, с коллапсом кости	6 (22,2%)
поверхностная (кортикальный слой кости)	13 (48,1%)
эрозии	7 (25,9%)
кисты	6 (22,2%)
Отсутствие изменений мягких тканей	1 (3,7%)

и повышения сигнала на FSat. На фоне отека у 13 (48,1%) пациентов наблюдались дефекты мягких тканей, среди которых примерно в равном количестве были выявлены обширные раневые поверхности ($n=6$; 22,2%) и локальные изменения – в виде свищевого хода ($n=7$; 25,9%). У 4 (14,8%) больных имело место примыкание раневой поверхности и свища к кости. Раневая поверхность характеризовалась на МРТ дефектом наружного контура мягких тканей, имеющим низкий сигнал на T1-ВИ и промежуточный сигнал на T2-ВИ и FSat. Свищевой ход на МРТ визуализировался в виде тонкой с четкими контурами линии жидкостного сигнала (высокоинтенсивного на T2-ВИ и FSat), проходящей через мягкие ткани, при этом наиболее чувствительным для его обнаружения явилось FSat-изображение (рис. 1). У 1 (3,7%) пациента изменений мягких тканей не было обнаружено.

Изменения сухожильно-связочного аппарата были представлены теносиновитом – выявлен у 13 (48,1%) больных. Чаще изменения визуализировались по ходу сухожилий длинного сгибателя большого пальца стопы – 11 (40,7%) случаев и длинного сгибателя пальцев стоп – также 11 (40,7%) случаев, при этом сочетание поражения обоих сгибателей наблюдалось в 10 случаях из 11. На МР-томограммах теносиновит характеризовался утолщением пораженного сухожилия, высокоинтенсивным сигналом в виде линейных структур, окружающих контур сухожилия на T2-ВИ и FSat, и низкоинтенсивным сигналом на T1-ВИ (рис. 2).

Преимущественными изменениями костных структур, выявленными при МРТ у данной категории пациентов, были отек костного мозга – у 19 (70,4%) и деструкция – также у 19 (70,4%) больных (см. табл. 1). Разлитой отек определялся у 3 (11,1%) пациентов, в 16 (59,3%) случаях отек костного мозга носил локализованный характер. На МРТ отек костного мозга проявлялся

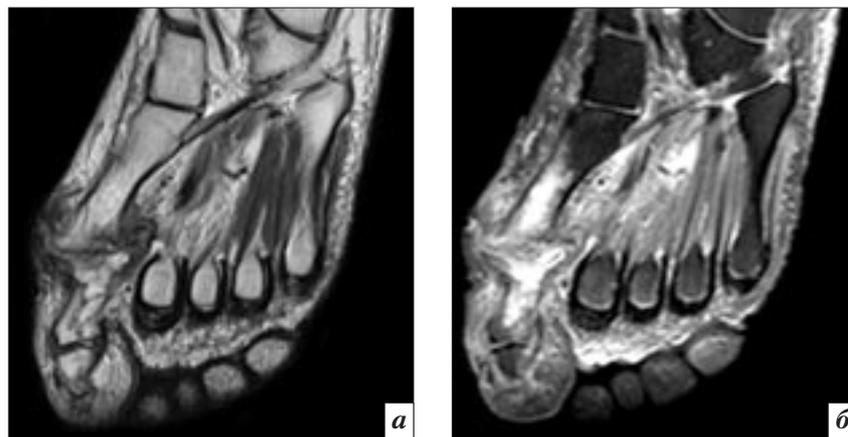


Рис. 1. МРТ стопы, коронарные проекции, T1-ВИ (а) и FSat (б) пациента Г., 62 лет. СД 2 типа. Диабетическая стопа, смешанный тип. Остеомиелит I плюсневой кости, основной фаланги и артрит плюснефалангового сустава I пальца стопы. Визуализируются свищевой ход на внутренней поверхности плюснефалангового сустава I пальца, который отчетливо связан с полостью сустава, деструкция и отек костного мозга костей, образующих сустав.

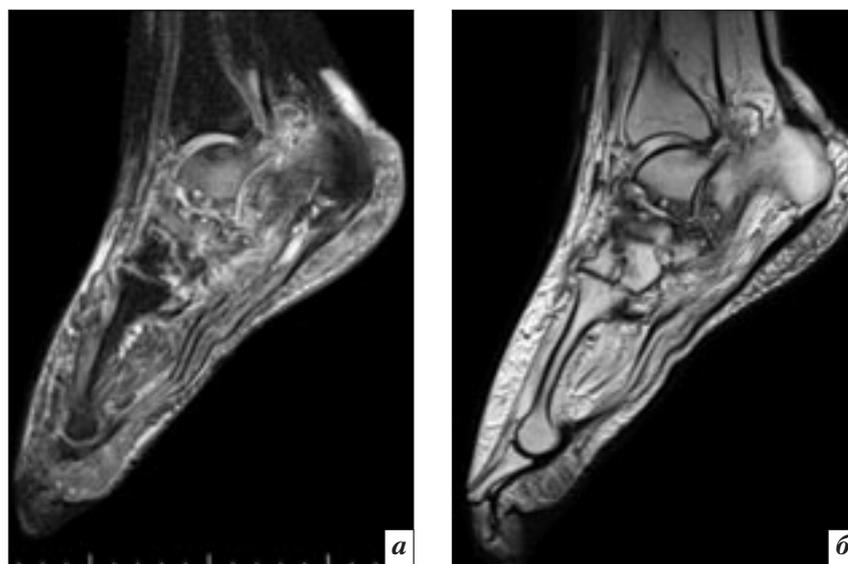


Рис. 2. МРТ стопы, сагиттальные проекции, FSat (а) и T2-ВИ (б) пациента М., 69 лет. СД 2 типа. Стопа Шарко. Визуализируются деструкция и отек костного мозга таранной, пяточной, ладьевидной, клиновидной костей, деформация суставных поверхностей. Теносиновит сгибателей и разгибателей стопы. По ходу голеностопного сустава – жидкость. Локализованные скопления жидкости по ходу таранно-пяточного сустава. Окружающие мягкие ткани области голеностопного сустава дезорганизованы, отечны.

как локальное или диффузное повышение сигнала на T2-ВИ и FSat и снижение сигнала – на T1-ВИ.

Костные эрозии наблюдались у 7 (25,9%) пациентов, у 6 (22,2%) выявлены субхондральные кисты, у 6 (22,2%) пациентов имела место обширная деструкция с коллапсом кости. Костные эрозии визуализировались как неровность и прерывистость кор-

тикального слоя пораженной кости с четким отграничением костного дефекта от окружающей костной ткани. Кисты характеризовались округлыми участками деструкции с гипоинтенсивным сигналом на T1-ВИ и повышенным сигналом на T2-ВИ и в режиме FSat. При обширном коллапсе наблюдалась дезорганизация кости с гетерогенной МР-структурой, обусловленной

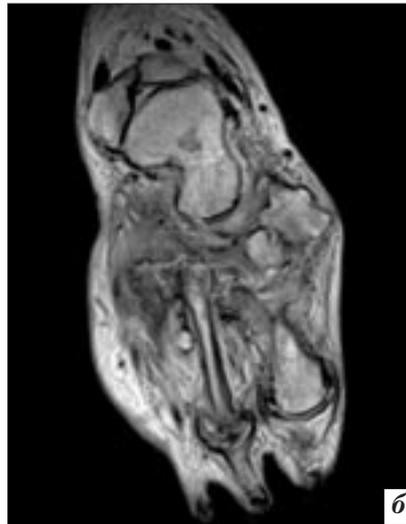
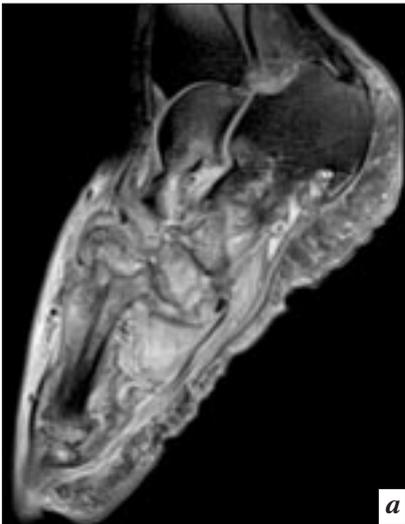


Рис. 3. МРТ стопы, сагиттальная проекция в FSat (*а*) и коронарная проекция в T2-ВИ (*б*) пациента Б., 62 лет. СД 2 типа. Стопа Шарко. Распространенная деструкция костей предплюсны с дезорганизацией предплюсне-плюсневых суставов. Отек костного мозга костей предплюсны, I и II плюсневых костей. Деформация суставных поверхностей головки и основания I и II плюсневых костей в сочетании с кистозной перестройкой. Дезорганизация и обширный отек мягких тканей области предплюсны и плюсны.

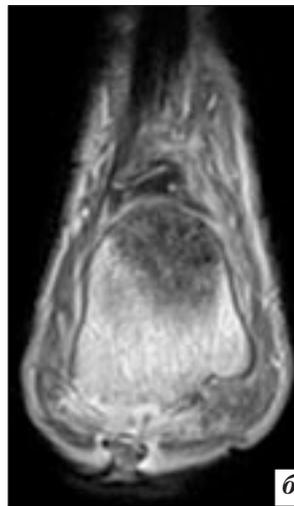
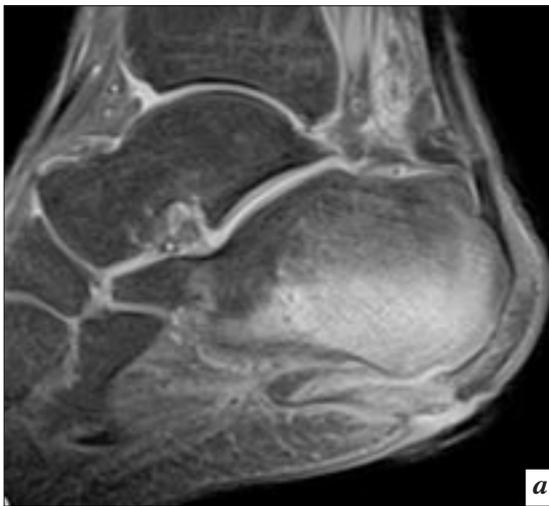
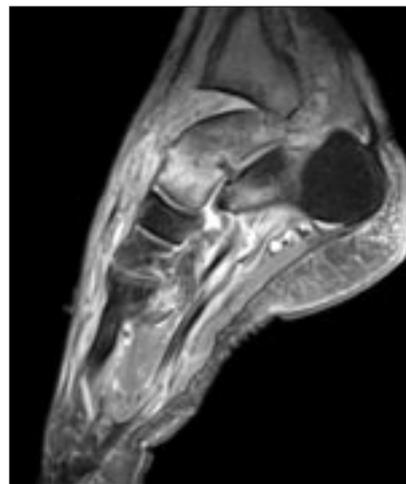


Рис. 4. МРТ стопы, FSat, сагиттальная (*а*) и коронарная (*б*) проекции пациента В., 39 лет. СД 2 типа. Диабетическая стопа, смешанный тип. Остеомиелит пяточной кости. Обширный отек костного мозга пяточной кости, преимущественно в области бугра. По всей дистальной поверхности бугра пяточной кости отсутствует кортикальный слой. По подошвенной поверхности на фоне отека дефект мягких тканей (1,1×1,6 см), соприкасающийся с наружным контуром бугра пяточной кости. По ходу дефекта мягких тканей – структура с низкоинтенсивным сигналом (турунда).

наличием в деструкции гнойно-некротических масс. Преимущественная локализация патологических изменений – пяточная кость – у 9 (33,3%) и таранная кость – у 8 (29,6%) больных, а также ладьевидная кость – у 6 (22,2%), кубовидная кость – у 5 (18,5%) и клиновидная кость – у 6 (22,2%) больных. В дистальных отделах стоп преобладающей локализацией были головки I плюсневых костей – у 13 (48,1%), а также проксимальные фаланги пальцев стоп – у 12 (44,4%) пациентов (рис. 3).

Примыкание раневой поверхности и свища к кости имело место у 4 (14,8%) больных (рис. 4). Сочетание двух и более симптомов патологии костных структур наблюдалось у 11 больных, при этом во всех случаях одновременно визуализировались отек



костного мозга и костная деструкция, в 9 случаях данные симптомы сочетались с отеком мягких тканей, а в 7 случаях – с теносиновином.

Сочетание отека мягких тканей с отеком костного мозга без признаков костной деструкции

Рис. 5. МРТ стопы, FSat, сагиттальная проекция пациента Д., 46 лет. СД 2 типа. Диабетическая стопа, смешанный тип. Остеомиелит. Обширный отек костного мозга, отек костного мозга передних отделов пяточной кости. Теносиновит сгибателей и разгибателей стопы. Отсутствие конгруэнтности суставных поверхностей большеберцовой и таранной костей, жидкостное содержимое по ходу сустава.

было выявлено у 13 (48,1%) пациентов. Сочетание теносинoviита с отеком костного мозга без признаков костной деструкции обнаружено у 4 (14,8%) пациентов (рис. 5).

Наиболее частыми изменениями на МР-томограммах суста-

вов являлись эрозии суставных поверхностей. При этом в патологический процесс в большей степени вовлекались голеностопный ($n=10$; 37%) и плюснефаланговые ($n=11$; 40,7%) суставы, в меньшей степени – таранно-пяточно-ладьевидный ($n=3$; 11,1%), пяточно-кубовидный, предплюсне-плюсневый, межфаланговые (по $n=2$; 7,4%) суставы. У 6 (22,2%) пациентов изменение суставных поверхностей голеностопного, II плюснефалангового и таранно-пяточного суставов сочеталось с наличием свободной внутрисуставной жидкости.

Обсуждение

Актуальность проблемы осложненного течения синдрома диабетической стопы состоит в сложности выявления остеомиелита на фоне нейропатических изменений костей стоп. В связи с этим целесообразен вопрос о наиболее эффективном методе своевременной лучевой диагностики ОМ стоп, которым, по мнению ряда авторов, является МРТ [5, 6, 9].

На основании сопоставления МР-картины с результатами оперативных вмешательств и данными динамического клинического наблюдения диагноз остеомиелита был установлен в 7 (25,9%) случаях, у 20 (74,1%) пациентов остеомиелит отсутствовал. При этом у пациентов были выявлены такие МР-симптомы, как отек мягких тканей, деструкция мягких тканей, примыкание язвы/свища к кости, теносиновит, отек костного мозга, деструкция кости, а также различные варианты их сочетания.

Отек мягких тканей имел место как у больных остеомиелитом – 6 случаев (истинно положительные результаты – ИП), так и у больных без него – 16 случаев (ложноположительные результаты – ЛП). У 1 пациента с остеомиелитом данный симптом не был выявлен с помощью МРТ (ложноотрицательный результат – ЛО), а показатели чувствительности и специфичности

для отека мягких тканей составили 85,7 и 20% соответственно.

Деструкция мягких тканей визуализировалась у 4 пациентов с ОМ (ИП), но одновременно определялась и при его отсутствии – у 9 больных (ЛП). В 3 случаях симптом не определялся на МРТ при наличии остеомиелита (ЛО). Чувствительность и специфичность симптома оказались примерно одинаковыми – 57,1 и 55%.

Теносиновит выявлен на МР-томограммах у 3 пациентов с ОМ, а также у 10 без него (ИП и ЛП соответственно). В 4 случаях наличия остеомиелитического процесса теносиновит не определялся (ЛО). Чувствительность данного симптома была несколько ниже специфичности – 42,9 и 50% соответственно.

Отек костного мозга оказался симптомом, характерным не только для пациентов с ОМ, несмотря на то, что был выявлен во всех 7 случаях (ИП). Данный симптом определялся и у 12 пациентов без ОМ (ЛП). Отек костного мозга у больных с СДС характеризовался максимальной чувствительностью – 100%, но низкой специфичностью – 40%.

Деструкция кости была выявлена с помощью МРТ в 1 случае ОМ (ИП), но у 18 больных без ОМ данный симптом также определялся (ЛП). А в большинстве случаев доказанного остео-

миелита (у 6 пациентов) деструкция кости не визуализировалась. Показатели чувствительности и специфичности составили 14,3 и 10% соответственно.

Примыкание дефекта мягких тканей в виде язвы или свища к пораженной кости было обнаружено только в 4 случаях наличия ОМ (ИП), однако у 3 пациентов данный симптом не был выявлен (ЛО). Специфичность оказалась максимальной при средних показателях чувствительности (100 и 57,1% соответственно).

Сочетание указанных выше симптомов у пациентов с ОМ выявлялось реже, чем у пациентов без ОМ: отек костного мозга одновременно с костной деструкцией был обнаружен лишь у 3 больных ОМ, а сочетание данных симптомов с отеком мягких тканей либо с теносиновитом – в 2 и 1 случаях соответственно. Отек костного мозга в сочетании с теносиновитом также был выявлен на МРТ у небольшого числа больных ОМ (2 случая), чаще у пациентов с ОМ определялись одновременно отек костного мозга и отек мягких тканей – 6 случаев. Количество ЛП и ЛО случаев, а также чувствительность и специфичность различных вариантов сочетания симптомов, выявленных на МР-томограммах, представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

**Результаты МРТ
в выявлении внутрикостного воспалительного процесса**

Симптом	ИП	ИО	ЛО	ЛП
Отек мягких тканей	6	4	1	16
Деструкция мягких тканей	4	11	3	9
Теносиновит	3	10	4	10
Примыкание язвы/свища к кости	4	20	3	0
Отек костного мозга	7	8	0	12
Деструкция кости	1	2	6	18
Отек костного мозга + костная деструкция	3	12	4	8
Отек костного мозга + костная деструкция + отек мягких тканей	2	13	5	7
Отек костного мозга + костная деструкция + теносиновит	1	14	6	6
Отек костного мозга + отек мягких тканей	6	13	1	7
Отек костного мозга + теносиновит	2	18	5	2

Таблица 3

Эффективность МРТ в диагностике ОМ у пациентов с СДС

Симптом	Чувствительность, %	Специфичность, %
Отек мягких тканей	85,7	20
Деструкция мягких тканей	57,1	55
Теносиновит	42,9	50
Примыкание язвы/ свища к кости	57,1	100
Отек костного мозга	100	40
Деструкция кости	14,3	10
Отек костного мозга + костная деструкция	42,9	60
Отек костного мозга + костная деструкция + отек мягких тканей	28,6	65
Отек костного мозга + костная деструкция + теносиновит	14,3	70
Отек костного мозга + отек мягких тканей	85,7	65
Отек костного мозга + теносиновит	28,6	90

При анализе эффективности МРТ в диагностике ОМ было установлено, что наибольшей чувствительностью обладают следующие симптомы: отек костного мозга (100%), отек мягких тканей (85,7%), а также их одновременная визуализация у одного пациента (85,7%). Стоит отметить, что, несмотря на высокие показатели чувствительности в выявлении ОМ, отек мягких тканей оказался низкоспецифичным (20%), а отек костного мозга характеризуется показателями специфичности ниже среднего (40%). Наибольшей специфичностью для данной категории больных обладают примыкание обширного раневого дефекта или свища к кости (100%) и сочетание отека костного мозга с теносиновитом (90%). При этом максимальная специфичность примыкания свища/язвы к кости сочетается со средними показателями чувствительности. Наименьшая эффективность отмечена при симптоме деструкции кости: чувствительность составила 14,3%, специфичность – 10%.

Такие симптомы, как деструкция мягких тканей и наличие теносиновита, характеризуются средними показателями чувствительности (57,1 и 42,9% соответ-

ственно) и специфичности (55 и 50% соответственно). Согласно полученным данным (см. таблицу 3), при сочетании указанных выше симптомов показатели чувствительности были значительно ниже специфичности, исключением являлось сочетание отека костного мозга с отеком мягких тканей (чувствительность 85,7%, специфичность 65%).

Заключение

В результате проведенных исследований нами была получена полиморфная МР-картина ОМ в виде следующих симптомов и их сочетания: отек мягких тканей, деструкция мягких тканей, примыкание язвы/свища к кости, теносиновит, отек костного мозга, деструкция кости. Несмотря на то что МРТ отводится значительная роль в диагностике осложненного течения СДС в связи с высокой разрешающей способностью данного метода в визуализации анатомических структур и патологических изменений, диагностическая эффективность МРТ, по нашим данным, неоднозначна. Наиболее существенными при выявлении воспаления в целом оказались такие МР-симптомы, как отек мягких тканей, отек костного

мозга и их сочетание у одного пациента. Для непосредственного выявления ОМ значимыми симптомами явились примыкание язвы/свища к кости, сочетание отека костного мозга с теносиновитом, а также сочетанная визуализация отека костного мозга с деструкцией костной ткани на фоне теносиновита. При этом деструкция кости как самостоятельный симптом не играла ведущей роли в диагностике остеомиелитического процесса.

Литература

1. Аметов А.С. Сахарный диабет 2 типа. Проблемы и решение. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014.
2. Завадовская В.Д., Куражов А.П., Килина О.Ю. Лучевая диагностика остеомиелита на фоне диабетической стопы. *Мед. визуализация*. 2009; 4: 43–54.
3. Fridman R., Bar-David T., Kamen S., Staron R.B., Leung D.K., Rasiej M.J. Imaging of diabetic foot infections. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2014; 31(1): 43–56.
4. Fujii M., Terashi H., Tahara S. Efficacy of magnetic resonance imaging in diagnosing osteomyelitis in diabetic foot ulcers. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2014; 104 (1): 24–9.
5. Кармазановский Г.Г., Шуракова А.Б. Магнитно-резонансно-томографическая диагностика остеомиелита. М.: Видар; 2011.
6. Donovan A., Schweitzer M.E. Use of MR Imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis Education exhibits. *RadioGraphics*. 2010; 30 (3): 723–36.
7. Fujii M., Armsrong D.G., Terashi H. Efficacy of magnetic resonance imaging in diagnosing diabetic foot osteomyelitis in the presence of ischemia. *J. Foot Ankle Surg.* 2013; 52 (6): 717–23.
8. Дедов И.И., Шестакова М.В., Максимова М.А. Федеральная целевая программа «Сахарный диабет». М.; 2002.
9. Roug I.K., Pierre-Jerome C. MRI spectrum of bone changes in the diabetic foot. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (7): 1625–9.
10. Уоткинс Питер Дж. Сахарный диабет. Пер. с англ. под ред. М.И. Балаболкина. М.: Бином; 2006.

11. Johnson P.W., Collins M.S., Wenger D.E. Diagnostic utility of T1-weighted MRI characteristics in evaluation of osteomyelitis of the foot. *AJR*. 2009; 192 (1): 96–100.
12. Toledano T.R., Fatone E.A., Weis A., Cotten A., Beltran J. MRI evaluation of bone marrow changes in the diabetic foot: a practical approach. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2011; 15 (3): 257–68.
13. Yang C., Tandon A. A pictorial review of diabetic foot manifestations. *Med. J. Malaysia*. 2013; 68 (3): 279–89.
3. Fridman R., Bar-David T., Kamen S., Staron R.B., Leung D.K., Rasiej M.J. Imaging of diabetic foot infections. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2014; 31 (1): 43–56.
4. Fujii M., Terashi H., Tahara S. Efficacy of magnetic resonance imaging in diagnosing osteomyelitis in diabetic foot ulcers. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2014; 104 (1): 24–9.
5. Karmazanovskiy G.G., Shurakova A.B. Magnetic resonance tomographic diagnosis of osteomyelitis. Moscow: Vidar; 2011 (in Russian).
6. Donovan A., Schweitzer M.E. Use of MR Imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis Education exhibits. *RadioGraphics*. 2010; 30 (3): 723–36.
7. Fujii M., Armsrong D.G., Terashi H. Efficacy of magnetic resonance imaging in diagnosing diabetic foot osteomyelitis in the presence of ischemia. *J. Foot Ankle Surg.* 2013; 52 (6): 717–23.
8. Dedov I.I., Shestakova M.V., Maksimova M.A. Federal target program "Diabetes mellitus". Moscow; 2002 (in Russian).
9. Roug I.K., Pierre-Jerome C. MRI spectrum of bone changes in the diabetic foot. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81 (7): 1625–9.
10. Watkins P. Diabetes mellitus. Moscow: Binom; 2006 (in Russian).
11. Johnson P.W., Collins M.S., Wenger D.E. Diagnostic utility of T1-weighted MRI characteristics in evaluation of osteomyelitis of the foot. *AJR*. 2009; 192 (1): 96–100.
12. Toledano T.R., Fatone E.A., Weis A., Cotten A., Beltran J. MRI evaluation of bone marrow changes in the diabetic foot: a practical approach. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2011; 15 (3): 257–68.
13. Yang C., Tandon A. A pictorial review of diabetic foot manifestations. *Med. J. Malaysia*. 2013; 68 (3): 279–89.

References

1. Ametov A.S. Diabetes mellitus type 2. Problems and Solutions. Moscow: GEOTAR-Media; 2014 (in Russian).
2. Zavadovskaya V.D., Kurazhov A.P., Kilina O.Yu. Radiological diagnostics of the osteomyelitis in diabetic foot. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2009; 4: 43–54 (in Russian).

Поступила 28.03.2014