

# 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  $60 \pm 12.2$  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 остеолиза [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%)

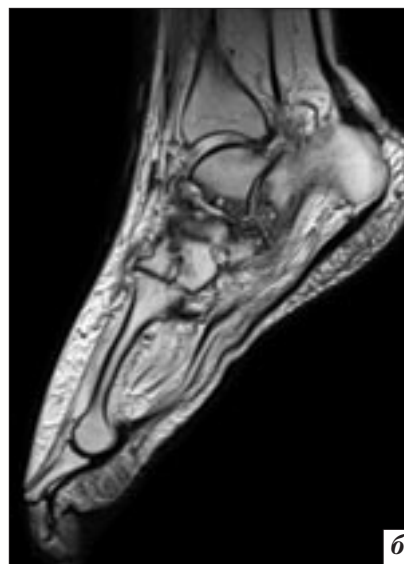
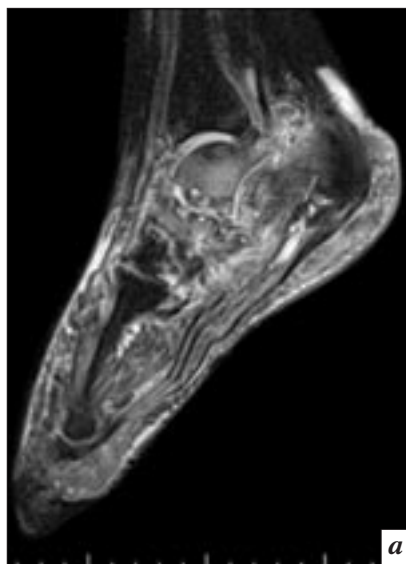
и повышения сигнала на FSat. На фоне отека у 13 (48,1%) пациентов наблюдались дефекты мягких тканей, среди которых примерно в равном количестве были выявлены обширные раневые поверхности ( $n=6$ ; 22,2%) и локальные изменения – в виде свищевых ходов ( $n=7$ ; 25,9%). У 4 (14,8%) больных имело место примыкание 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.



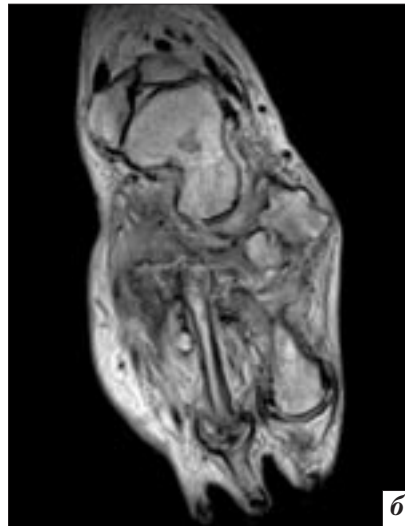
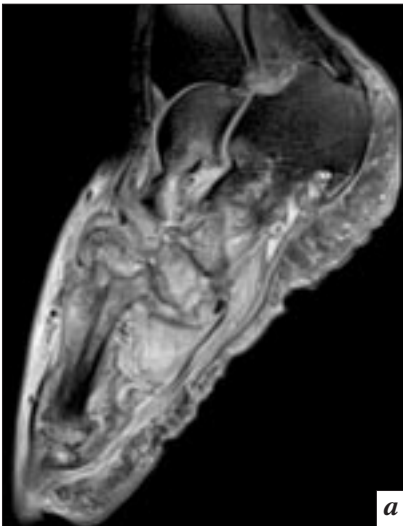
**Рис. 2.** МРТ стопы, сагиттальные проекции, FSat (а) и T2-ВИ (б) пациента М., 69 лет. СД 2 типа. Стопа Шарко. Визуализируются деструкция и отек костного мозга таранной, пяточной, ладьевидной, клиновидной костей, деформация суставных поверхностей. Теносиновит сгибателей и разгибателей стопы. По ходу 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.

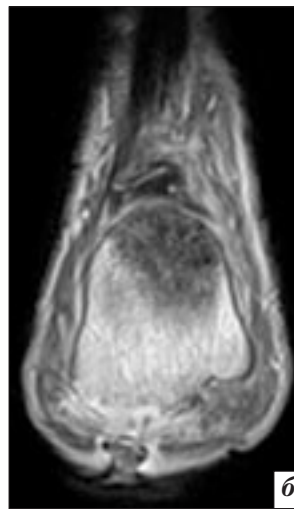
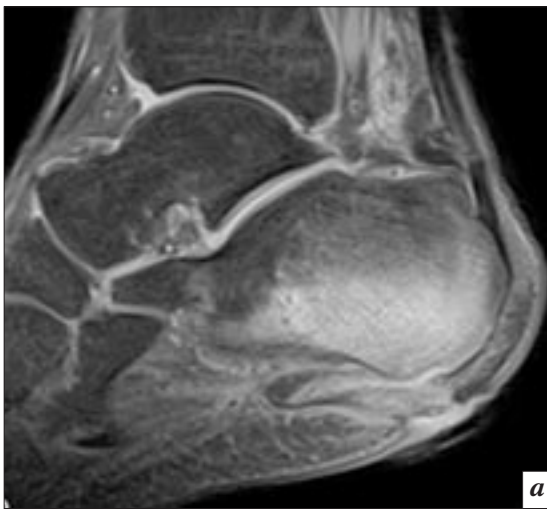
Костные эрозии наблюдались у 7 (25,9%) пациентов, у 6 (22,2%) выявлены субхондральные кисты, у 6 (22,2%) пациентов имела место обширная деструкция с коллапсом кости. Костные эрозии визуализировались как неровность и прерывистость кор-

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





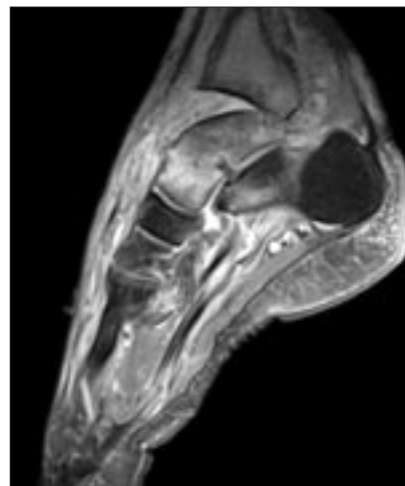
**Рис. 3.** МРТ стопы, сагиттальная проекция в FSat (*а*) и коронарная проекция в T2-ВИ (*б*) пациента Б., 62 лет. СД 2 типа. Стопа Шарко. Распространенная деструкция костей предплюсны с дезорганизацией предплюсне-плюсневых суставов. Отек костного мозга костей предплюсны, I и II плюсневых костей. Деформация 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 теносиновитом.

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 теносиновита 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