

Остеомиелитические полости, как форма хронического остеомиелита, с точки зрения рентгеноморфологии

Г.В. Дьячкова, Н.М. Ключин, А.Л. Шастов, К.А. Дьячков, П.В. Нецветов, Т.А. Ларионова

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г. А. Илизарова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия;
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Тюмень, Россия

Osteomyelitic cavity as a form of chronic osteomyelitis termed by radiological morphology

G.V. Diachkova, N.M. Kliushin, A.L. Shastov, K.A. Diachkov, P.V. Netsvetov, T.A. Larionova

Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation

Введение. К одному из проявлений хронического остеомиелита относятся остеомиелитические полости, лечение которых требует длительного времени, комплексного применения консервативных и хирургических вмешательств. Процесс часто сопровождается рецидивированием. Изучение качества кости при данной патологии, способов определения границ патологического процесса должно послужить разработке более современных, безрецидивных методик лечения. **Материалы и методы.** У 48 больных хроническим остеомиелитом с формированием остеомиелитической полости методом полипозиционной рентгенографии и мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) изучены особенности рентгеноморфологии бедренной и большеберцовой костей, проведена количественная оценка плотности костных структур в зоне полости и на протяжении кости. **Результаты.** Анализ данных МСКТ у 40 больных хроническим остеомиелитом показал, что в зоне остеомиелитической полости поражение кости распространялось на всю толщину корковой пластинки, структурные изменения – на всю длину кости, имели место свищи, секвестры, изменения мягких тканей. У пяти больных в области полости корковая пластинка была поражена на всю толщину, был свищ, но половина длины кости имела нормальную структуру со снижением ее плотности. У двух пациентов хронический остеомиелит диагностирован при неудаленных фиксирующих металлических конструкциях, у одного – рецидив наблюдался после замещения полости остеиндуктивным материалом. **Заключение.** Результаты работы показали, что наличие остеомиелитической полости у больных хроническим остеомиелитом приводит к обширным нарушениям структуры и плотности кости, выраженным изменениям корковой пластинки, многослойности, дефектам, значительным колебаниям плотности, особенно со стороны костномозгового канала.

Ключевые слова: хронический остеомиелит, остеомиелитическая полость, длинные кости, МСКТ

Introduction Osteomyelitic cavity is one of manifestations of chronic osteomyelitis (COM) that requires continuous application of both non-operative and surgical interventions. The condition is often recurrent. The study of bone quality, techniques for identifying boundaries of pathological process should contribute to the development of advanced methods of treatment to avoid recurrence. **Material and methods** Radiomorphological assessment of the femur and tibia was performed for 48 patients with COM characterized by osteomyelitic cavities using polypositional radiology and multislice computed tomography (MSCT) and quantification of bone density produced at the cavity and throughout the bone. **Results** Review of MSCT findings showed involvement through the cortical bone thickness of osteomyelitic cavity, structural changes in the entire bone with sinuses, sequestrae and alterations in the soft tissues (n = 40). Cortical bone was entirely involved in the cavity, with sinus observed and half-length of the bone featured with normal structure and low density in five patients. COM was diagnosed with present fixation metal constructs (n = 2) and recurrence noted after cavity repair with osteoinductive material (n = 1). **Conclusion** The findings showed that osteomyelitic cavity in patients with COM resulted in extensive disorders of bone structure and density, evident changes in cortical bone, multiple layers, defects, considerable density fluctuations in intramedullary canal, in particular.

Keywords: chronic osteomyelitis, osteomyelitic cavity, long bone, MSCT

ВВЕДЕНИЕ

Проблема лечения хронического остеомиелита длинных костей не теряет своей актуальности, сопровождаясь все большим количеством тяжелых случаев после различных видов металлоостеосинтеза и эндопротезирования [1–3]. В структуре гнойных хирургических заболеваний на долю хронического остеомиелита приходится 3–10 %, а среди заболеваний костно-мышечной системы встречаемость колеблется от 10 до 25 % [4, 5]. При этом существует большая вероятность того, что после хирургического лечения возможность развития рецидива достигает 3–50 %, а экономические затраты при лечении больных хроническим остеомиелитом составляют десятки тысяч

долларов [6, 7]. Длительный гнойно-некротический процесс, нарушение опороспособности и функции конечности приводят к вторичным изменениям кости, что сопровождается снижением репаративных возможностей тканей [2, 9, 10, 11]. Одной из составляющих успешного лечения больных хроническим остеомиелитом является объективная оценка протяженности, характера остеомиелитического процесса. Современная МСКТ позволяет изучать структуру кости практически на гистологическом уровне, выявляя изменения корковой пластинки, трабекулярной кости с определением количественных плотностных характеристик и оценкой качества кости. В течение последнего десятилетия

тителетия на основе спиральной КТ разработан ряд приложений, позволяющих изучать не только плотность костной ткани, но и макро- и микроструктуру, что является гарантом точного определения границ очага воспаления и основанием для выбора метода лечения [12–16]. В ряде зарубежных работ последнего десятилетия указывается на необходимость обследования больных хроническим остеомиелитом методом позитронно-эмиссионной томографии с фтордезоксиглюкозой [17–20]. Однако анатомо-структурные данные при хроническом остеомиелите для решения вопросов выбора оперативного лечения, по мнению большин-

ства специалистов, позволяет получить мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ), считающаяся «золотым» стандартом в диагностике деструктивных изменений кости [9, 21]. К одному из наиболее тяжелых проявлений хронического остеомиелита относятся остеомиелитические полости, лечение которых требует длительного времени, комплексного применения консервативных и хирургических вмешательств. Процесс часто сопровождается рецидивированием. Изучение качества кости при данной патологии должно послужить разработке более современных, безрецидивных методик лечения.

ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включены 48 пациентов с остеомиелитом длинных костей нижних конечностей, прошедших лечение в Клинике гнойной остеологии ФГБУ РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова в период с 2012 по 2018 г. Критерий включения – наличие остеомиелитической полости бедренной или большеберцовой кости.

Средний возраст пациентов составил $40,3 \pm 14,0$ лет: до 18 лет – 3 (4,2 %), 18–59 лет – 43 (89,6 %), старше 60 лет – 3 (6,2 %). Преобладали мужчины – 40 пациентов (83,3 %). Причиной остеомиелита в 41 случае была травма, у 7 больных – последствия гематогенного остеомиелита (табл. 1).

До поступления в клинику Центра больные лечились по поводу остеомиелита от 3 до 25 лет (табл. 2).

Всем пациентам до поступления в Клинику гнойной остеологии РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова

проводили хирургическое лечение в виде вскрытия и дренирования гнойных затеков, остеонекрэктомии, различных вариантов костной пластики и остеосинтеза. Количество операций, выполненных больным, было различным, варьировало от одной до 10 и более. Из 48 больных 17 были прооперированы по поводу остеомиелита в Клинике Центра впервые (табл. 3).

В Клинике, исходя из уровня, протяженности остеомиелитической полости, наличия секвестров и сопутствующей ортопедической патологии, выполняли ревизию остеомиелитического очага с иссечением пораженных тканей, удалением инородных тел, корригирующие остеотомии, остеосинтез аппаратом Илизарова (при нарушенной целостности сегмента после радикальной некрэктомии), артрорезы, повторные остеонекрэктомии, пластику ран местными тканями.

Таблица 1

Распределение больных по локализации и этиологии остеомиелита

Сегмент	Локализация	Гематогенный остеомиелит	Посттравматический остеомиелит
Бедро	проксимальный метадиафизарный отдел	2	–
	диафиз	3	8
	дистальный метадиафизарный отдел	2	8
	дистальный метафиз	–	1
Голень	проксимальный метадиафизарный отдел	–	2
	диафиз	–	11
	дистальный метадиафизарный отдел	–	3
	дистальный метафиз	–	8

Таблица 2

Распределение больных по длительности заболевания

Локализация	Длительность заболевания, лет				
	до 5 лет	6–10	11–20	21–25	более 25 лет
Бедренная кость	14	3	0	2	6
Большеберцовая кость	19	3	0	1	0
Всего	33	6	9	3	6

Таблица 3

Количество проведенных ранее операций

Характер операций	Количество операций		
	от 1 до 5	от 6 до 10	более 10
Прочие операции на конечности	35	6	4
Операции по поводу остеомиелита	24	5	2

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Всем больным выполняли полипозиционную рентгенографию и мультисрезовую компьютерную томографию (МСКТ). Исследования выполняли на компьютерных томографах «Toshiba Aquilion-64», «GE Light Speed VCT». МСКТ проводили с использованием специального алгоритма реконструкции «BONE», повышающего пространственное разрешение и улучшающего визуализацию структуры кости. Плотность кости измеряли в единицах Хаунсфилда (НУ).

Обработку аксиальных срезов проводили в режиме мультипланарной реконструкции (MPR) в корональной и сагиттальной плоскостях. Изучали особенности рентгеноморфологии, проводили количественную оценку показателей плотности костных структур. На третьем этапе проводили анализ топографо-анатомических изменений в режиме 3D-реконструкций. Для оценки ка-

чества кости измеряли ее плотность в области эпифиза и метафиза, плотность корковой пластинки (общую и локальную), плотность кости в области остеомиелитической полости и секвестров. Выявляли специфические изменения кости, характерные для конкретной локализации полости (форма и протяженность участков остеосклероза, зон резорбции, остеонекроза, число и размеры секвестров, протяженность полостей), качественные характеристики кости. Все больные в дальнейшем были прооперированы в РНЦ «ВТО» с применением различных методик, исходя из выявленного при рентгенологическом исследовании характера изменения кости.

Статистическая обработка параметров проводилась при помощи программного обеспечения «Microsoft Excel» с вычислением среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наиболее частой локализацией остеомиелитической полости был диафизарный отдел бедренной или большеберцовой кости (22 больных), дистальные отделы бедренной или большеберцовой кости (22 больных). В проксимальном метафизе остеомиелитическая полость локализовалась у четырех больных, у двух из них в бедренной кости, у двух – в большеберцовой. При локализации полости в проксимальном отделе бедренной кости максимальные изменения были выражены в области головки и шейки, имеющих трабекулярное строение. Размеры полости были различными, занимая по протяженности в аксиальной плоскости от 3 до 6,5 см. Стенки полости имели плотность от 250 до 360 НУ. У больного после интрамедуллярной фиксации

полость распространялась практически по всей длине бедренной кости с четко выраженным склеротическим ободком вокруг удаленного гвоздя, диаметр которого на всем протяжении оставался равным 11,6–12,7 мм. Плотность мышц бедра не отличалась от мышц контралатеральной конечности, но была меньше нормальных показателей. Плотность корковой пластинки в области диафиза была крайне неравномерна, содержала участки резорбции с плотностью до 510–630 НУ. На аксиальных срезах и при 3D-реконструкции видны сосуды с признаками атеросклероза (рис. 1).

У 22 больных остеомиелитическая полость локализовалась в области диафиза. Протяженность полости колебалась от 3,5 до 18,2 см (табл. 4).

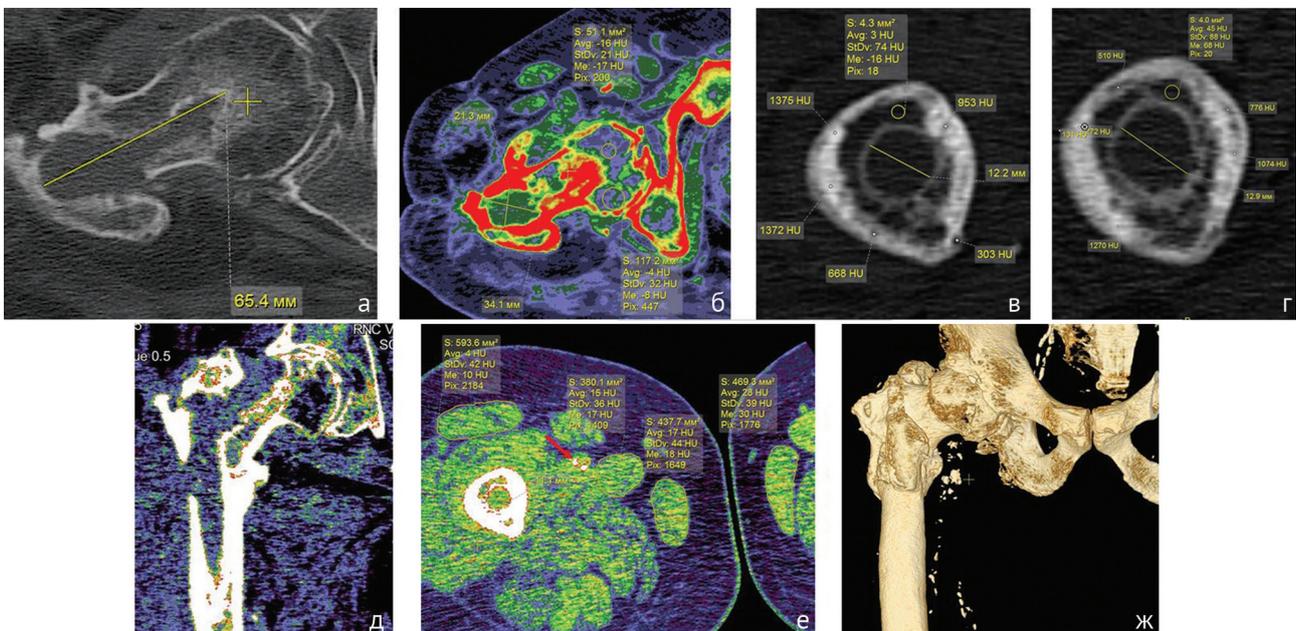


Рис. 1. МСКТ тазобедренного сустава и проксимальной трети бедренной кости больного Ш., 51-го года. Хронический остеомиелит. Остеомиелитическая полость. Аксиальные срезы (а, б, в, г, е); MPR (д); VRT(ж)

Таблица 4

Распределение больных по протяженности полости в области диафиза

Локализация	Протяженность полости			
	от 2 до 4 см	от 5 до 8 см	от 9 до 12 см	больше 12 см
Бедренная кость	–	4	2	5
Большеберцовая кость	5	3	2	1

Кость на протяжении диафиза имела различную толщину, корковая пластинка над костной полостью неравномерно утолщена (до 16–18 мм), многослойная, плотность различных слоев составляла от 500 до 1750 HU. Внутренние слои утолщенной корковой пластинки всегда имели меньшую плотность, чем наружные ($345,6 \pm 61,1$ и $1586,14 \pm 118,3$ HU соответственно). Дефект корковой пластинки в области свищевого хода в аксиальной плоскости составлял от 7,3 до 23,7 мм, в сагиттальной плоскости (MPR) от 1,3 до 10,4 см. Вне зависимости от протяженности полости в области диафиза во всех случаях была изменена структура и плотность метафизарных отделов. При локализации полости в средней трети диафиза бедренной кости или на границе средней и нижней трети максимально были изменены мышечки бедренной кости. Общая плотность не превышала 65–90 HU, обширные зоны резорбции с плотностью в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда занимали половину площади мышечков. Плотность мышц была значительно снижена ($29,6 \pm 4,5$ HU) (рис. 2).

Особенностями остеомиелитического процесса с формированием полости в дистальном отделе бе-

дренной кости было образование больших по протяженности полостных дефектов с выраженными изменениями структуры мышечков, плотность которых уменьшалась до $75,3 \pm 15,4$ HU. Дефекты корковой пластинки при изучении их в аксиальной плоскости достигали $23,2 \pm 5,1$ мм, в сагиттальной плоскости – до $68,4 \pm 13,7$ мм (рис. 3).

У двух больных остеомиелитическая полость располагалась в проксимальном отделе большеберцовой кости. Учитывая, что полость располагалась в губчатой кости, прилежащие отделы кости имели неоднородную структуру различной плотности. На гистограммах кость, образующая стенку полости, имела плотность от 182 до 1450 HU. Внутренняя стенка полости содержала участки кости с плотностью до 320 HU с зонами небольшой площади с плотностью 20–90 HU. Близкое расположение полости к эпифизу сопровождалось выраженными изменениями его структуры. Груботрабекулярное строение чередовалось с зонами резорбции. Гистотопограмма содержала зоны плотности от 1160 HU до участков, находящихся в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда (-107 HU) (рис. 4).

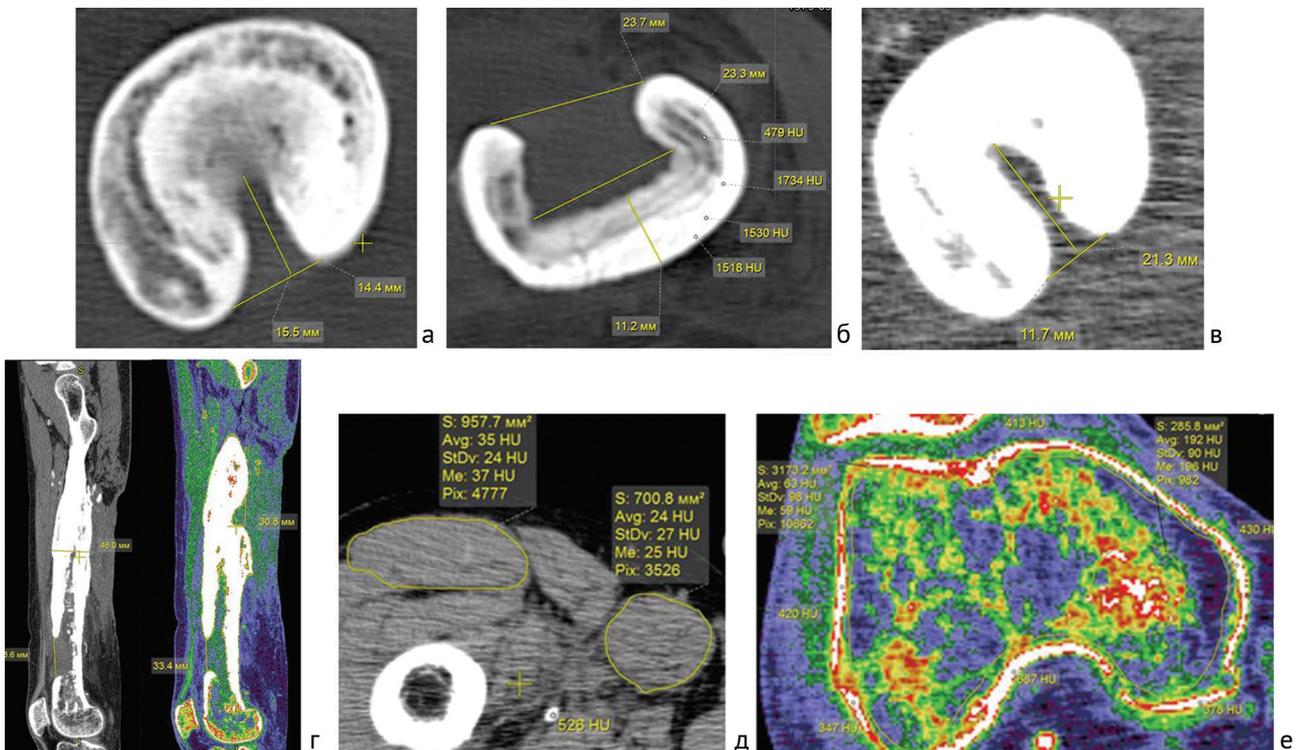


Рис. 2. МСКТ бедра больного X., 38 лет. Хронический остеомиелит. Остеомиелитическая полость. Протяженность 18,5 см в области диафиза и 7,2 см – в дистальном отделе бедренной кости. Аксиальные срезы на уровне дефектов корковой пластинки в зоне полости (а, б, в); MPR в сагиттальной плоскости (г); аксиальный срез (мягкотканное окно), плотность мышц бедра снижена; аксиальный срез на уровне мышечков бедренной кости. Общая плотность – 63 HU. Локальная плотность – от (-60) до (+192) HU

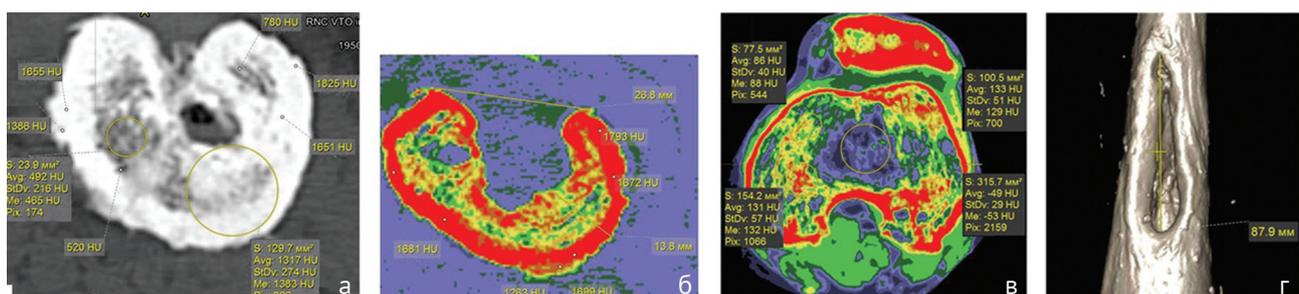


Рис. 3. МСКТ бедра больного Ш., 68 лет. Хронический остеомиелит. Остеомиелитическая полость в дистальной трети бедренной кости. Аксиальные срезы (а, б, в – цветовая карта); 3D-реконструкция (г)

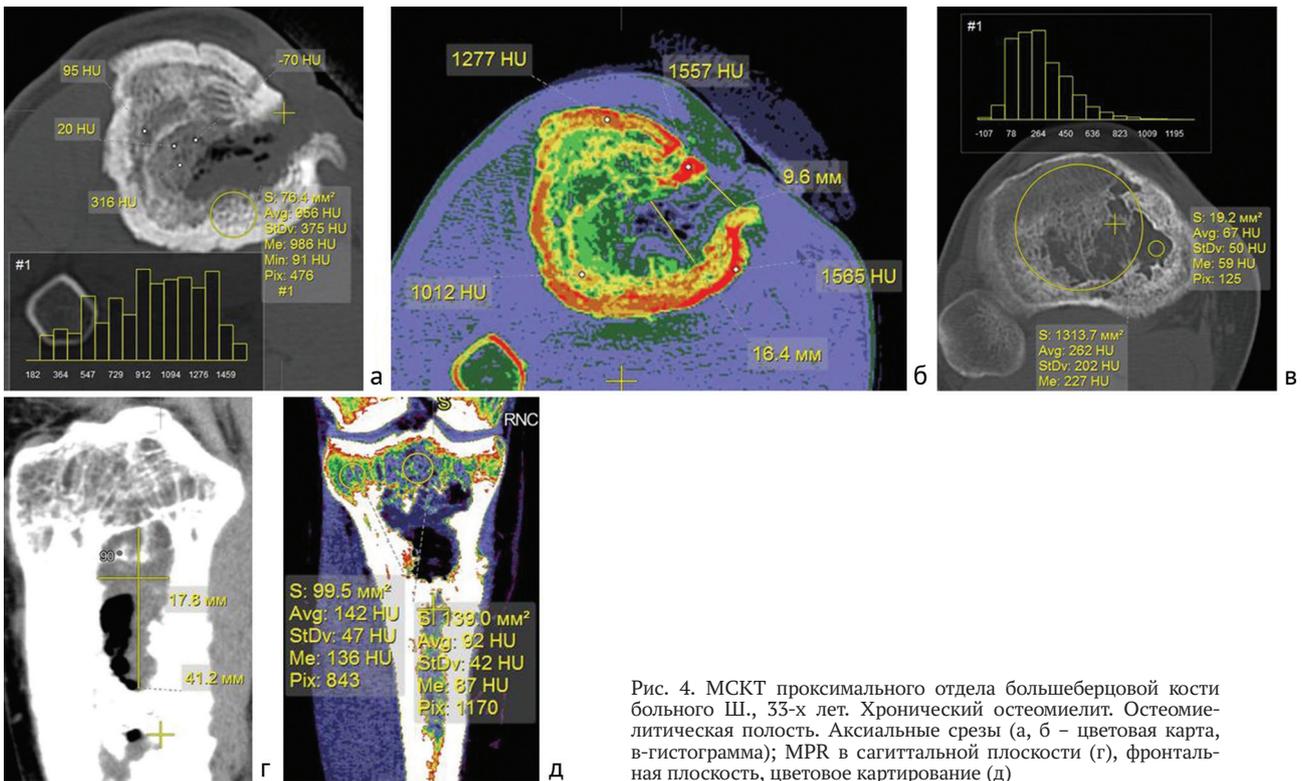


Рис. 4. МСКТ проксимального отдела большеберцовой кости больного Ш., 53-х лет. Хронический остеомиелит. Остеомиелитическая полость. Аксиальные срезы (а, б – цветовая карта, в-гистограмма); MPR в сагиттальной плоскости (г), фронтальной плоскости, цветовое картирование (д)

Не менее глубокие и разнообразные изменения отмечены при формировании полости в дистальном отделе большеберцовой кости, особенно с секвестрированием. В связи с близостью голеностопного сустава у всех больных изменения возникали и в костях стопы, особенно пяточной. Имело место локальное снижение плотности в области пяточного бугра и в межаркадной зоне до отрицательных значений шкалы Хаунсфилда. Структура пяточной кости имела груботрабекулярное строение у трех больных. Губчатые секвестры имели плотность от 520 до (-15) HU. Прилежащие к полости участки кости имели низкую плотность с зонами резорбции. Стенки полости также имели различную плотность, но с преобладанием участков с плотностью 360-830 HU (рис. 5).

Таким образом, детальный анализ данных МСКТ у 40 больных хроническим остеомиелитом, осложненным формированием полости, показал, что в зоне полости поражение кости распространялось на всю толщину корковой пластинки, структурные изменения – на всю длину кости, имели место свищи, и, исходя из классификации Cierny G et al., 2003, патология

могла быть отнесена к четвертому типу (Type IV – Diffuse osteomyelitis). У пяти больных имела место полость, в зоне которой корковая пластинка была поражена на всю толщину, был свищ, но половина длины кости имела нормальную структуру со снижением ее плотности. У трех пациентов имела место нестандартная клиничко-рентгенологическая ситуация. В одном случае полость протяженностью 18 см в дистальном отделе бедренной кости была заполнена имплантатами округлой формы, свищ в средней трети бедра, при фистулографии контрастное вещество от свища распространялось до полости. У одного больного бедро было фиксировано интрамедуллярным стержнем с винтами, имел место несросшийся перелом в средней трети диафиза, свищ по задней поверхности бедра в нижней трети, дефект корковой пластинки в верхней трети бедренной кости. Дефект кости (от стержня) – сквозной, длиной до 7,0 см, шириной – до 10–13 мм визуализировался у пациента 33 лет после перелома бедренной кости и остеосинтеза штифтом и серкляжной проволокой. Плотность стенок костного дефекта (канала от стержня) составляла от 1200 до 1300 HU.

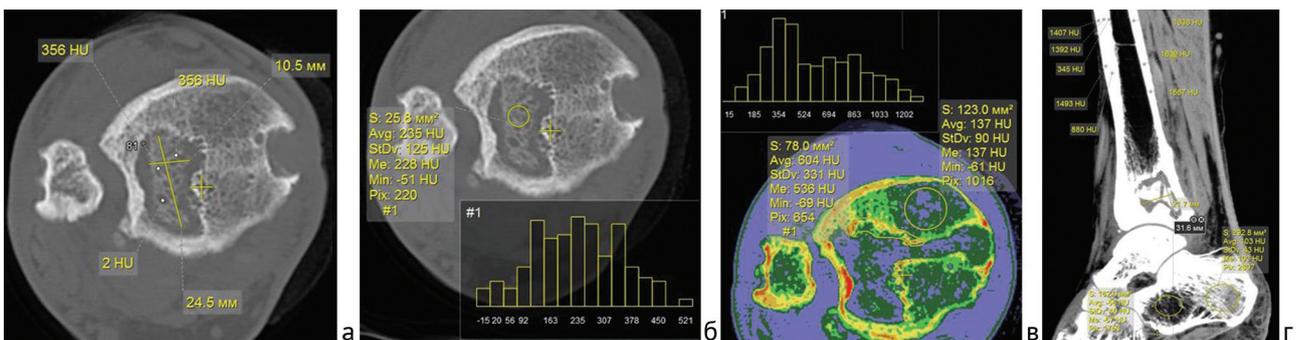


Рис. 5. МСКТ голеностопного сустава и дистального отдела костей голени больного Б., 48 лет. Аксиальные срезы (а, б, в – гистограммы); MPR в сагиттальной плоскости, измерение плотности корковой пластинки, размеров секвестра и плотности различных отделов пяточной кости (г)

ОБСУЖДЕНИЕ

Хронический остеомиелит, по мнению многих авторов, характеризуется триадой основных признаков: рецидивирующим течением, наличием секвестра (или остеомиелитической полости) и свища [14]. Наиболее сложная ситуация возникает при формировании костных остеомиелитических полостей, особенно больших по размерам, с циркулярным нарушением структуры кости [8, 22, 23]. По мнению Kaim AN et al., 2002, главные задачи диагностики хронического остеомиелита заключаются в определении:

1. Где находится главный очаг инфекции? Есть ли очаги в других участках кости?
2. Какие ткани и прилежащие суставы вовлечены в процесс?
3. Качества и жизнеспособности кости и состояния окружающих тканей?
4. Послеоперационного результата (анатомия и стабильность ортопедических конструкций) [24].

По мнению Pineda C et al., 2006, остеомиелит требует для точного диагноза более чем одного метода визуализации [14]. Ряд авторов считают, что ПЕТ / СТ с 18F-фтордезоксиглюкозой (FDG-PET) обладают высокой чувствительностью к хроническому остеомиелиту, а 18F-натрий-фторид ПЕТ / СТ (NaF-PET) обладает высокой специфичностью для идентификации нежизнеспособной кости. Комбинируя оба варианта, которые являются наиболее чувствительными и специфическими методами для выявления остеомиелита, можно получить полную информацию о воспалительном процессе в кости [17, 18]. Есть мнение, что сцинтиграфия WBC (или AGA) в сочетании с SPECT / СТ или FDG-PET в сочетании с СТ имеет наилучшую точность для диагностики посттравматического остеомиелита длинных костей [15]. Учитывая определенные сложности в применении для диагностики остеомиелита ПЭТ/КТ, в частности, высокую стоимость, небольшое количество комплексов в России, так или иначе, приходится обращаться к МСКТ, тем более, что многие специалисты считают этот метод достаточно эффективным, обладающим высокой чувствительностью и специфичностью [10, 14, 25].

Все поставленные задачи в полной мере решаются с применением МСКТ, учитывая возможности совре-

менных рабочих станций, оснащенных необходимым программным обеспечением. У всех больных выявлен главный очаг инфекции, в 45 случаях это была остеомиелитическая полость различных размеров, содержащая секвестры у 32 больных. У 40 больных в зоне полости поражение кости распространялось на всю толщину корковой пластинки, структурные изменения – на всю длину кости, имели место свищи (от одного до трех), и, исходя из классификации Cierny G et al., 2002, остеомиелит мог быть отнесен к четвертому типу (Type IV – Diffuse osteomyelitis) [26]. У пяти больных имела место полость, в зоне которой корковая пластинка была поражена на всю толщину, был свищ, но половина длины кости имела нормальную структуру со снижением ее плотности, особенно в метафизарной области. У трех пациентов имела место нестандартная клинико-рентгенологическая ситуация (штифт в костномозговом канале, импланты в полости, дефект кости от стержня, секвестры). При локализации полости в дистальной трети голени в процесс во всех случаях вовлекался голеностопный сустав и кости стопы (таранная и пяточная). В двух случаях при тотальном поражении большеберцовой кости воспаление распространилось на голеностопный сустав, в дистальном отделе бедренной кости отмечались обширные зоны резорбции без очагов деструкции или воспаления. При локализации полости в проксимальном отделе бедренной кости воспаление распространилось на тазобедренный сустав у одного больного. При наличии свища изменения отмечались в прилежащих мягких тканях: увеличение плотности в области спайки кожи и подкожной клетчатки до 70 HU, гомогенная структура мышц без характерной продольной слоистости при MPR и на аксиальных срезах. В зоне свищевого хода отмечались области с отрицательной плотностью (-15; -60 HU).

Корковая пластинка, образующая стенки полости, была изменена по всей толщине, что проявлялось слоистым ее строением, утолщением до 1,5–1,8 см, наличием зон резорбции и очагами снижения плотности, дефектами на протяжении от 0,5 до 2,0 см, в ряде случаев, проксимальнее или дистальнее полости костномозговой канал был збурнеирован на протяжении до 2,5–4, 5 см.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты работы показали, что осложнение хронического остеомиелита формированием полости приводит к выраженным изменениям кости не только в зоне дефекта, но и на всем ее протяжении. Корковая пластинка в области полостного дефекта была многослойна, имела различную плотность во внутренних и наружных слоях, содержала зоны резорбции и небольших разме-

ров дефекты. Наличие полости в дистальном отделе большеберцовой кости сопровождалось изменением архитектоники и плотности таранной, пяточной и костей среднего отдела стопы. При формировании свищевого хода имели место различной величины дефекты корковой пластинки, фиброзные изменения мягких тканей, нарушение структуры и уменьшение плотности мышц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булыгина Е.А., Зленко И.С. Исследование частоты встречаемости повторных операций при остеомиелите: материалы V (XIV Всерос.) Пироговской науч.-мед. конф. студентов и молодых ученых // Вестник Российского государственного медицинского университета. 2010. № 2, Спец. вып. С. 161.
2. Леонова С.Н., Рехова А.В., Камека А.Л. Факторы риска развития репаративных осложнений у больных с переломами костей голени, осложненными хроническим остеомиелитом // Инфекции в хирургии. 2012. № 4. С. 38-43.
3. Posttraumatic and postoperative osteomyelitis: surgical revision strategy with persisting fistula / S. Aytac, M. Schnetzke, B. Swartman, P. Herrmann, C. Woelfl, V. Heppert, P.A. Gruetzner, T. Guehring // Arch. Orthop. Trauma Surg. 2014. Vol. 134, No 2. P. 159-165. DOI: 10.1007/s00402-013-1907-2.

4. Treatment algorithms for chronic osteomyelitis / G. Walter, M. Kemmerer, C. Kappler, R. Hoffmann // Dtsch. Arztebl. Int. 2012. Vol. 109, No 14. P. 257-264. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0257.
5. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group / W.J. Metsemakers, M. Morgenstern, M.A. McNally, T.F. Moriarty, I. McFadyen, M. Scarborough, N.A. Athanasou, P.E. Ochsner, R. Kuehl, M. Raschke, O. Borens, Z. Xie, S. Velkes, S. Hungerer, S.L. Kates, C. Zalavras, P.V. Giannoudis, R.G. Richards, M.H.J. Verhofstad // Injury. 2018. Vol. 49, No 3. P. 505-510. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.040.
6. Митрофанов В.Н., Живцов О.П. Хирургическое лечение пациентов с хроническим полостным остеомиелитом // Риски в современной травматологии и ортопедии : материалы межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти проф. А.Н. Горячева. Омск, 2013. С. 81-82.
7. Poultsides L.A., Liaropoulos L.L., Malizos K.N. The socioeconomic impact of musculoskeletal infections // J. Bone Joint Surg. Am. 2010. Vol. 92, No 11. P. e13. DOI: 10.2106/JBJS.I.01131.
8. Прогнозирование изменений прочности длинных трубчатых костей в хирургии хронического остеомиелита / В.К. Гостищев, К.В. Липатов, Л.В. Писаренко, М.П. Рубин, Е.А. Стан, Е.В. Маракуца // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2010. № 2. С. 4-6.
9. Оценка качества кости методом мультисрезовой компьютерной томографии у больных хроническим остеомиелитом / Г.В. Дьячкова, К.А. Дьячков, С.М. Александров, Т.А. Ларионова, Н.М. Ключин // Травматология и ортопедия России. 2013. № 3. С. 88-95.
10. Desimpel J., Posadzy M., Vanhoenacker F. The Many Faces of Osteomyelitis: A Pictorial Review // J. Belg. Soc. Radiol. 2017. Vol. 101, No 1. P. 24. DOI: 10.5334/jbr-btr.1300.
11. Резник Л.Б., Стасенко И.В., Негров Д.А. Результаты применения различных видов имплантатов при замещении остеомиелитических дефектов длинных костей в эксперименте // Гений ортопедии. 2016. № 4. С. 81-87. DOI: 10.18019/102-4427-2016-4-81-87.
12. Кармазановский Г.Г., Косова И.А. Рентгенологическая семиотика хронического остеомиелита длинных костей. М.: ВИДАР-М, 2013. 200 с.
13. Ковалинин В.В., Клещевникова К.Ю., Джанчатова Б.А. Лучевая диагностики остеомиелита // Russian Electronic Journal of Radiology (REJR) 2014. Т. 4, № 3. С. 66-76. URL : www.rejr.ru (дата обращения: 28. 08.2018).
14. Pineda C., Vargas A., Rodríguez A.V. Imaging of osteomyelitis: current concepts // Infect. Dis. Clin. North Am. 2006. Vol. 20, No 4. P. 789-825. DOI: 10.1016/j.idc.2006.09.009.
15. Accuracy of diagnostic imaging modalities for peripheral post-traumatic osteomyelitis – a systematic review of the recent literature / G.A. Govaert, F.F. Ijpm, M. McNally, E. McNally, I.H. Reininga, A.W. Glaudemans // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 2017. Vol. 44, No 8. P. 1393-1407. DOI: 10.1007/s00259-017-3683-7.
16. Pineda C., Espinosa R., Pena A. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy // Semin. Plast. Surg. 2009. Vol. 23, No 2. P. 80-89. DOI: 10.1055/s-0029-1214160.
17. Diagnosis of chronic osteitis of the bones in the extremities. Relative value of F-18 FDG-PET / M. Goebel, F. Rosa, K. Tatsch, A. Grillhiesl, G.O. Hofmann, M.H. Kirschner // Unfallchirurg. 2007. Vol. 110, No 10. P. 859-866. DOI: 10.1007/s00113-007-1302-y.
18. Christersson A., Larsson S., Sörensen J. Presurgical localization of infected avascular bone segments in chronic complicated posttraumatic osteomyelitis in the lower extremity using dual-tracer PET/CT // EJNMMI Res. 2018. Vol. 8, No 1. P. 65. DOI: 10.1186/s13550-018-0426-0.
19. First experience with early dynamic (18) F-NaF-PET/CT in patients with chronic osteomyelitis / M. Freesmeyer, F.F. Stecker, J.H. Schierz, G.O. Hofmann, T. Winkens // Ann. Nucl. Med. 2014. Vol. 28, No 4. P. 314-321. DOI: 10.1007/s12149-014-0810-4.
20. The diagnostic value of [(18) F] FDG PET for the detection of chronic osteomyelitis and implant-associated infection / V. Wenter, J.P. Müller, N.L. Albert, S. Lehner, W.P. Fendler, P. Bartenstein, C.C. Cyran, J. Friederichs, M. Militz, M. Hacker, S. Hungerer // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 2016. Vol. 43, No 4. P. 749-761. DOI: 10.1007/s00259-015-5221-4.
21. Rubin G.D. Computed tomography: revolutionizing the practice of medicine for 40 years // Radiology. 2014. Vol. 273, No 2 Suppl. P. S45-S74. DOI: 10.1148/radiol.14141356.
22. Живцов О.П., Митрофанов В.Н. Опыт хирургического лечения пациентов с полостными формами остеомиелита // Новое в травматологии и ортопедии : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 45-летию каф. травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии СамГМУ. Самара, 2012. С. 397-398.
23. Замещение полостных дефектов костной ткани у пациентов с хроническим остеомиелитом / В.Н. Митрофанов, О.П. Живцов, М.И. Бобров, Р.С. Королёв // 2-й Международный научно-практический конгресс "Раны и раневые инфекции с конференцией: Проблемы анестезии и интенсивной терапии раневых инфекций". М., 2014. С. 58-59.
24. Kaim A.H., Gross T., von Schulthess G.K. Imaging of chronic posttraumatic osteomyelitis // Eur. Radiol. 2002. Vol. 12, No 5. P. 1193-1202. DOI: 10.1007/s00350-001-1141-0.
25. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO) – advancing the diagnosis / M.R. Roderick, R. Shah, V. Rogers, A. Finn, A.V. Ramanan // Pediatr. Rheumatol. Online J. 2015. Vol. 14, No 1. P. 47. DOI: 10.1186/s12969-016-0109-1.
26. Cierny G. 3rd, Mader J.T., Penninck J.J. A clinical staging system for adult osteomyelitis // Clin. Orthop. Relat. Res. 2003. No 414. P. 7-24. DOI: 10.1097/01.blo.0000088564.81746.62.

REFERENCES

1. Bulygina E.A., Zlenko I.S. Issledovanie chastoty vstrechaemosti povtornykh operatsii pri osteomielite: materialy v (xiv vseros.) pirogovskoi nauch.-med. konf. studentov i molodykh uchenykh [Studying the frequency of occurring reoperations for osteomyelitis: Materials of the V (XIV All-Russian) Pirogov Scientific-Medical Conference of students and young scientists]. Vestnik Rossiiskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta, 2010, no. 2, Spets. vyp., pp. 161. (in Russian)
2. Leonova S.N., Rekhova A.V., Kameka A.L. Faktory riska razvitiia reparativnykh oslozhnenii u bolnykh s perelomami kostei goleni, oslozhnennymi khronicheskim osteomielitom [Risk factors of reparative complication development in patients with leg bone fractures complicated by chronic osteomyelitis]. Infektsii v Khirurgii, 2012, no. 4, pp. 38-43. (in Russian)
3. Aytac S., Schnetzke M., Swartman B., Herrmann P., Woelfl C., Heppert V., Gruetzner P.A., Guehring T. Posttraumatic and postoperative osteomyelitis: surgical revision strategy with persisting fistula. Arch. Orthop. Trauma Surg., 2014, vol. 134, no. 2, pp. 159-165. DOI: 10.1007/s00402-013-1907-2.
4. Walter G., Kemmerer M., Kappler C., Hoffmann R. Treatment algorithms for chronic osteomyelitis. Dtsch. Arztebl. Int., 2012, vol. 109, no. 14, pp. 257-264. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0257.
5. Metsemakers W.J., Morgenstern M., McNally M.A., Moriarty T.F., McFadyen I., Scarborough M., Athanasou N.A., Ochsner P.E., Kuehl R., Raschke M., Borens O., Xie Z., Velkes S., Hungerer S., Kates S.L., Zalavras C., Giannoudis P.V., Richards R.G., Verhofstad M.H.J. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group. Injury, 2018, vol. 49, no. 3, pp. 505-510. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.040.
6. Mitrofanov V.N., Zhivtsov O.P. Khirurgicheskoe lechenie patientsov s khronicheskim polostnym osteomielitom [Surgical treatment of patients with chronic cavitary osteomyelitis]. Materialy Mezhtregion. Nauch.-prakt. Konf. s mezhdunar. uchastiem, posviashch. pamiati prof. A.N. Goriacheva "Riski v sovremennoi travmatologii i ortopedii" [Proc. Interregional Scientific-practical Conference "Risk in Current Traumatology and Orthopaedics"]. Omsk, 2013, pp. 81-82. (in Russian)
7. Poultsides L.A., Liaropoulos L.L., Malizos K.N. The socioeconomic impact of musculoskeletal infections. J. Bone Joint Surg. Am., 2010, vol. 92, no. 11, pp. e13. DOI: 10.2106/JBJS.I.01131.
8. Gostishchev V.K., Lipatov K.V., Pisarenko L.V., Rubin M.P., Stan E.A., Marakutsa E.V. Prognozirovanie izmenenii prochnosti dlennykh trubchatykh kostei v khirurgii khronicheskogo osteomielita [Prediction of changes in the strength of long tubular bones in chronic osteomyelitis surgery]. Khirurgia. Zhurnal im. N.I. Pirogova, 2010, no. 2, pp. 4-6. (in Russian)
9. Dyachkova G.V., Diachkov K.A., Aleksandrov S.M., Larionova T.A., Kliushin N.M. Otsenka kachestva kosti metodom multisrezovoi kompiuternoi tomografii u bolnykh khronicheskim osteomielitom [Bone quality evaluation using the method of multislice computed tomography in patients with chronic osteomyelitis]. Travmatologiya i Ortopediya Rossii, 2013, no. 3, pp. 88-95. (in Russian)

10. Desimpel J., Posadzy M., Vanhoenacker F. The Many Faces of Osteomyelitis: A Pictorial Review. *J. Belg. Soc. Radiol.*, 2017, vol. 101, no. 1, pp. 24. DOI: 10.5334/jbr-btr.1300.
11. Reznik L.B., Stasenko I.V., Negrov D.A. Rezultaty primeneniia razlichnykh vidov implantatov pri zameshchenii osteomieliticheskikh defektov dlinnykh kostei v eksperimente [Results of using various types of implants in experimental management of long bone osteomyelitic defects]. *Genij Ortopedii*, 2016, no. 4, pp. 81-87. (in Russian) DOI: 10.18019/102-4427-2016-4-81-87.
12. Karmazanovskii G.G., Kosova I.A. *Rentgenologicheskaiia semiotika khronicheskogo osteomielita dlinnykh kostei* [Radiological semiotics of long bone chronic osteomyelitis]. M., VIDAR-M. 2013, 200 p. (in Russian)
13. Kovalinin V.V., Kleshchevnikova K.Iu., Dzhanchatova B.A. Luchevoiia diagnostika osteomielita [Radiodiagnosis of osteomyelitis]. *Russian Electronic Journal of Radiology (REJR)*, 2014, vol. 4, no. 3, pp. 66-76. (in Russian). Available at: REJR www.rejr.ru (accessed 28.08.2018).
14. Pineda C., Vargas A., Rodriguez A.V. Imaging of osteomyelitis: current concepts. *Infect. Dis. Clin. North Am.*, 2006, vol. 20, no. 4, pp. 789-825. DOI: 10.1016/j.idc.2006.09.009.
15. Govaert G.A., Ijma F.F., McNally M., McNally E., Reininga I.H., Glaudemans A.W. Accuracy of diagnostic imaging modalities for peripheral post-traumatic osteomyelitis – a systematic review of the recent literature. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*, 2017, vol. 44, no. 8, pp. 1393-1407. DOI: 10.1007/s00259-017-3683-7.
16. Pineda C., Espinosa R., Pena A. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy. *Semin. Plast. Surg.*, 2009, vol. 23, no. 2, pp. 80-89. DOI: 10.1055/s-0029-1214160.
17. Goebel M., Rosa F., Tatsch K., Grillhoesl A., Hofmann G.O., Kirschner M.H. Diagnosis of chronic osteitis of the bones in the extremities. Relative value of F-18 FDG-PET. *Unfallchirurg*, 2007, vol. 110, no. 10, pp. 859-866. DOI: 10.1007/s00113-007-1302-y.
18. Christersson A., Larsson S., Sörensen J. Presurgical localization of infected avascular bone segments in chronic complicated posttraumatic osteomyelitis in the lower extremity using dual-tracer PET/CT. *EJNMMI Res.*, 2018, vol. 8, no. 1, pp. 65. DOI: 10.1186/s13550-018-0426-0.
19. Freesmeyer M., Stecker F.F., Schierz J.H., Hofmann G.O., Winkens T. First experience with early dynamic (18) F-NaF-PET/CT in patients with chronic osteomyelitis. *Ann. Nucl. Med.*, 2014, vol. 28, no. 4, pp. 314-321. DOI: 10.1007/s12149-014-0810-4.
20. Wenter V., Müller J.P., Albert N.L., Lehner S., Fendler W.P., Bartenstein P., Cyran C.C., Friederichs J., Militz M., Hacker M., Hungerer S. The diagnostic value of [(18) F] FDG PET for the detection of chronic osteomyelitis and implant-associated infection. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*, 2016, vol. 43, no. 4, pp. 749-761. DOI: 10.1007/s00259-015-3221-4.
21. Rubin G.D. Computed tomography: revolutionizing the practice of medicine for 40 years. *Radiology*, 2014, vol. 273, no. 2 Suppl., pp. S45-S74. DOI: 10.1148/radiol.14141356.
22. Zhivtsov O.P., Mitrofanov V.N. Opyt khirurgicheskogo lecheniia patsientov s polostnymi formami osteomielita [The experience of surgical treatment of patients with cavitary osteomyelitis forms]. *Sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posviashch. 45-letiiu kaf. travmatologii, ortopedii i ekstremalnoi khirurgii SamGMU "Novoe v Travmatologii i Ortopedii"* [Proc. All-Russian Scientific-practical Conference with international participation, devoted to 45th anniversary of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Extreme Surgery of the Samara State Medical University]. Samara, 2012, pp. 397-398. (in Russian)
23. Mitrofanov V.N., Zhivtsov O.P., Bobrov M.I., Korolev R.S. Zameshchenie polostnykh defektov kostnoi tkani u patsientov s khronicheskim osteomielitom [Filling cavitary bone tissue defects in patients with chronic osteomyelitis]. *2-i mezhdunarodnyi nauchno-prakticheskii kongress "Rany i Ranevye Infektsii" s Konferentsiei "Problemy Anestezii i Intensivnoi Terapii Ranevykh Infektsii"* [2nd International Scientific-practical Congress "Wounds and Wound Infections" with the Conference "Problems of Anesthesia and Intense Therapy of Wound Infections"]. M., 2014, pp. 58-59. (in Russian)
24. Kaim A.H., Gross T., von Schulthess G.K. Imaging of chronic posttraumatic osteomyelitis. *Eur. Radiol.*, 2002, vol. 12, no. 5, pp. 1193-1202. DOI: 10.1007/s00350-001-1141-0.
25. Roderick M.R., Shah R., Rogers V., Finn A., Ramanan A.V. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO) – advancing the diagnosis. *Pediatr. Rheumatol. Online J.*, 2015, vol. 14, no. 1, pp. 47. DOI: 10.1186/s12969-016-0109-1.
26. Cierny G. 3rd, Mader J.T., Penninck J.J. A clinical staging system for adult osteomyelitis. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 2003, no. 414, pp. 7-24. DOI: 10.1097/01.blo.0000088564.81746.62.

Рукопись поступила 08.11.2018

Сведения об авторах

1. Дьячкова Галина Викторовна, д. м. н. профессор, ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dgv_2003@list.ru
2. Ключин Николай Михайлович, д. м. н., ¹ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, ²ФГБОУ ВО «Тюменский ГМУ» Минздрава России, г. Тюмень, Россия, Email: klyushin_nikolay@mail.ru
3. Шастов Александр Леонидович, ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: purulentortho3@mncvto.ru
4. Дьячков Константин Александрович, д. м. н., ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dka_doc@mail.ru
5. Нецветов Павел Владимирович, ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: netpva@mail.ru
6. Ларионова Татьяна Адиславовна, к. м. н., ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: lar_rad@mail.ru

Information about the authors:

1. Galina V. Diachkova, M.D., Ph.D., Professor, Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: dgv_2003@list.ru
2. Nikolai M. Kliushin, M.D., Ph.D., ¹Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, ²Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation, Email: klyushin_nikolay@mail.ru
3. Aleksander L. Shastov, M.D., Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: purulentortho3@mncvto.ru
4. Konstantin A. Diachkov, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: dka_doc@mail.ru
5. Pavel V. Netsvetov, M.D., Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: netpva@mail.ru
6. Tat'iana A. Larionova, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: lar_rad@mail.ru