

**«Многоликий» хронический остеомиелит: лучевая диагностика****Г.В. Дьячкова, К.А. Дьячков, Н.М. Ключин, Т.А. Ларионова, А.Л. Шастов**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия***A multifaceted osteomyelitis: radiological diagnosis*****G.V. Diachkova, K.A. Diachkov, N.M. Kliushin, T.A. Larionova, A.L. Shastov**

Iizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

**Введение.** Анализ литературы и собственные данные свидетельствуют о разнообразных по протяженности и степени выраженности изменений структуры кости при хроническом остеомиелите, определение границ которых представляет значительные сложности. **Цель.** Провести анализ протяженности очага и глубины нарушения структуры кости методом МСКТ при различных типах остеомиелита и вариантах его локализации. **Материалы и методы.** Исследование ретроспективное, одноцентровое. У 235 больных хроническим остеомиелитом методом полипозиционной рентгенографии и мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) изучены особенности рентгеноморфологии бедренной и большеберцовой костей с количественной оценкой плотности различных участков кости. **Результаты.** Наиболее частой локализацией хронического остеомиелита был диафиз бедренной (33) и большеберцовой костей (52). Причиной остеомиелита во всех случаях была травма или операция. У 14 больных в результате длительно протекающего заболевания сформировался ложный сустав или дефект кости. Анализ данных МСКТ показал, что анатомические изменения бедренной и большеберцовой костей при хроническом остеомиелите были индивидуальны у всех пациентов. Что касается рентгеноморфологических проявлений, то они складывались из общих симптомов (остеопороз, остеосклероз, нарушение архитектоники), однако выраженность, протяженность и характер изменения структуры были крайне разнообразны, так же как и изменение плотности кости с большим отклонением. **Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о том, что «визуальная реальность» в диагностике хронического остеомиелита связана с компьютерной томографией, позволяющей определять протяженность и характер изменений кости, детализировать разнообразные изменения анатомии и архитектоники, свидетельствующие о «многоликости» хронического остеомиелита. **Ключевые слова:** хронический остеомиелит, диагностика, длинные кости, МСКТ

**Introduction** Analysis of the literature and our own data confirm that changes in bone structure in chronic osteomyelitis vary in extension and severity, the boundaries of which are very difficult to determine. **Purpose** To analyze the extension of the lesion and the depth of bone structure destruction with the method of MSCT in various types of osteomyelitis and variants of its location. **Materials and methods** The study is retrospective and single-center. The method of polypositional radiography and multislice computed tomography (MSCT) was used to study the features of the X-ray morphology of the femur and tibia with a quantitative assessment of the density of various bone areas in 235 patients with chronic osteomyelitis. **Results** Chronic osteomyelitis was mostly located in the diaphysis of the femur (33) and tibia (52). Osteomyelitis in all cases was post-traumatic or post-surgical. Fourteen patients had pseudarthrosis or bone defect as a result of a long duration of the disease. Analysis of MSCT data showed that anatomical changes in the femur and tibia in chronic osteomyelitis were individual in all patients. Radiographic morphological manifestations consisted of general symptoms (osteoporosis, osteosclerosis, disorders in architectonics). However, the severity, extension and nature of the structural changes were extremely diverse. The change in bone density featured large deviations. **Conclusion** The data obtained indicate that the “imaging reality” in the diagnosis of chronic osteomyelitis is computed tomography as it enables to determine the extension and nature of bone changes, to detail various changes in anatomy and architectonics, indicating the “multifaceted character” of chronic osteomyelitis.

**Keywords:** chronic osteomyelitis, diagnosis, long bones, MSCT

## ВВЕДЕНИЕ

XXI век, имея за плечами многовековую историю лечения хронического остеомиелита, пока не поставил точку в решении этой проблемы. Анализ литературы свидетельствует о постоянном увеличении случаев остеомиелита после травм, ортопедических операций и значительных экономических затратах на лечение [1–7]. Несмотря на то, что в диагностике одного из древних и по-прежнему тяжелых и трудно излечиваемых заболеваний, к которым относится хронический остеомиелит, клиницисты широко используют эффективные методы, такие как рентгенография, ультразвуковые исследования, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ПЭТ/ КТ, ПЭТ/КТ с 18 F-фтордезоксиглюкозой, результат во многом зависит от различных структурных проявлений остеомиелита, распространенности процесса, локализации, давности заболевания [8–11].

Кроме того, специфичность и чувствительность методов диагностики для различных локали-

заций и стадии заболевания далеко не равнозначна [12–14]. По мнению M.F. Termaat et al. и других авторов, позитронно-эмиссионная томография с 18 F-фтордезоксиглюкозой наиболее точна для выявления или исключения диагноза хронического остеомиелита позвоночника, тогда как скintiграфия с лейкоцитами, мечеными 99mTc-НМРАО, имеет большую диагностическую точность в периферическом скелете [12, 13]. Трудно с этим не согласиться, но выявление очага воспаления в позвоночнике или длинной кости – это далеко не окончательное заключение, поскольку для планирования метода лечения, особенно хирургического, необходимы более точные данные о распространенности процесса, структурных нарушениях кости, изменениях прилежащих участков корковой пластинки, эпифизов. Существующие методы визуализации с помощью радиофармпрепаратов, по мнению S.S. Daset al., не являются специфичными, и идеальный метод только предстоит разработать [14]. С точки зрения

«Многоликий» хронический остеомиелит: лучевая диагностика / Г.В. Дьячкова, К.А. Дьячков, Н.М. Ключин, Т.А. Ларионова, А.Л. Шастов // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 3. С. 385-391. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-3-385-391

Diachkova G.V., Diachkov K.A., Kliushin N.M., Larionova T.A., Shastov A.L. A multifaceted osteomyelitis: radiological diagnosis. *Genij Ortopedii*, 2020, vol. 26, no 3, pp. 385-391. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-3-385-391

W.J. Metsemakers, существуют четыре подтверждающих остеомиелит критерия: 1) свищ, полость или рана; 2) гнойный дренаж из раны или наличие гноя во время операции; 3) фенотипически неразличимые патогены, идентифицируемые культурой, по меньшей мере, из двух отдельных глубоких образцов ткани/имплантата; 4) наличие микроорганизмов в глубоких тканях, взятых во время оперативного вмешательства, подтверждается гистопатологическим исследованием [15]. Но положительный ответ на все четыре пункта критериев остеомиелита не позволит клиницистам разработать план лечения, поскольку не дает информации о точной локализации процесса, его распространенности. В настоящее время «точный диагноз (остеомиелита) требует сочетания различных методик», у которых есть свои преимущества и недостатки [11, 12]. Однако, учитывая возможности МСКТ в обследовании больных хроническим остеомиелитом, роль которой достаточно давно доказана в предоперационном планировании, можно решать многие диагностические проблемы, учитывая современные методы постпроцессорной обработки данных, особенно для выявления секвестров, остеомиелитических полостей, степени поражения корковой пластинки, прилежащих участков кости [9, 12, 16]. Различные структурные изменения кости при остеомиелите от одиночного очага небольшого размера до тотального поражения всей кости с распространением воспаления на прилежащие суставы с множественными промежуточными вариантами не всегда укладываются в предложенную Cierny G. et al. классификацию, в которой выделено 4 анатомических типа остеомие-

лита (Medullary osteomyelitis, Superficial osteomyelitis, Localised osteomyelitis, Diffuse osteomyelitis) [17]. Сложно представить, что при медуллярном остеомиелите не будет изменен внутренний слой корковой пластинки, а при локальном типе – прилежащие участки кости, что доказано различными исследованиями, выполненными, в том числе, и в нашем Центре [9, 17]. Непредсказуемость, многообразие изменений кости даже при поверхностном или локальном остеомиелите предполагает при обследовании больных изучение не только выявленного при рентгенографии или позитронно-эмиссионной томографии с 18 F-фтордезоксиглюкозой зоны воспаления, но и состояния кости на всем ее протяжении, что позволяет сделать МСКТ [9, 18, 19, 20].

**Цель исследования** – провести анализ протяженности очага и глубины нарушения структуры кости методом МСКТ при различных типах остеомиелита и вариантах его локализации.

**Дизайн исследования.** В исследование включены данные 235 больных хроническим остеомиелитом длинных костей нижних конечностей, прошедших лечение в Клинике гнойной остеологии ФГБУ «НМИЦ им. акад. Г.А. Илизарова» в период с 2016 по 2018 г. Исследование ретроспективное, одноцентровое, уровень доказательности – IV. Критерий включения – наличие хронического остеомиелита бедренной или большеберцовой костей, возраст больных от 18 до 60 лет, наличие полного рентгенологического и МСКТ архива с возможностью постпроцессорной обработки данных. Критерии исключения: больные старше 60 лет, отсутствие полного рентгенологического и МСКТ архива.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Группа обследованных пациентов состояла из 235 больных. Средний возраст больных составил  $45,7 \pm 13,9$  года. Среди пациентов преобладали мужчины – 83,3 %. Причиной остеомиелита в 204 случаях была травма или хирургическое вмешательство, у 31 больного – последствия гематогенного остеомие-

лита (табл. 1).

Все больные по месту жительства лечились в хирургических стационарах (вскрытие и дренирование гнойных затеков, остеонекрэктомия, различные варианты костной пластики и остеосинтез) на протяжении от 5 до 25 лет (табл. 2).

Таблица 1

Распределение больных по локализации и этиологии остеомиелита

Сегмент	Локализация	Гематогенный остеомиелит	Посттравматический или послеоперационный остеомиелит
Бедро (n = 117)	Головка и шейка бедренной кости	9	15
	Проксимальный метафизарный отдел	5	10
	Диафиз	–	33
	Дистальный метадиафизарный отдел	2	16
	Дистальный метаэпифиз	6	13
	Тотальное поражение	–	8
Голень (n = 118)	Метадиафиз (проксимальный)	4	18
	Диафиз	–	52
	Метадиафиз (дистальный)	3	15
	Дистальная метафизарная зона	2	9
	Тотальное поражение	–	8
Всего	31	204	

Таблица 2

Распределение больных по длительности заболевания

Локализация	Длительность заболевания, лет				
	до 5	6–10	11–20	21–25	более 25
Бедренная кость (n = 117)	85	14	6	5	7
Большеберцовая кость (n = 118)	101	11	3	2	1
Всего – 235	186	25	9	7	8

Полипозиционная рентгенография и мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ) выполнена 235 больным. Обследование проводили на компьютерных томографах «Toshiba Aquilion-64», «GE Light Speed VCT». Полученные аксиальные срезы при МСКТ изучали при мультипланарной реконструкции (MPR) в различных плоскостях. Анализировали рентгеноморфологические особенности, определяли показатели плотности костных структур (единицы Хаунсфилда, HU), в частности, в области остеомиелитической полости и секвестров. Изучали специфические изменения кости, характерные для конкретной локализации воспаления (форма и протяженность участков остеосклероза, зон резорбции, остеонекроза, число и размеры секвестров, протяженность полостей), каче-

ственные характеристики кости. Все обследованные больные были прооперированы в Центре с использованием различных методик, исходя из определенного при МСКТ характера изменения кости, а также данных клинического, биохимического, микробиологического, иммунологического исследования.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета анализа данных Microsoft EXCEL-2010 и программы Attestat-2001. Нормальность распределения выборки выявляли при помощи критерия Шапиро-Уилка. В случаях с нормальным распределением использовали t-критерий Стьюдента. Применяли также непараметрические методы (критерий Манна-Уитни, критерий Вилкоксона). Принятый уровень значимости –  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Наиболее частой локализацией хронического остеомиелитического процесса был диафиз бедренной (33) и большеберцовой (52) костей. Причиной остеомиелита во всех случаях была травма или операция. У 14 больных в результате длительно протекающего заболевания сформировался ложный сустав или дефект кости. Кроме того, различной степени изменения были характерны на протяжении всей бедренной кости. В области головки и всего проксимального отдела бедра была нарушена архитектура и снижена плотность кости, не менее выраженные изменения характерны для дистального конца бедренной кости, где средняя плотность находилась в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда (-39 HU) (рис. 1).

В проксимальном отделе бедренной кости остеомиелит локализовался у 39 больных, у 14 из них был последствием гематогенного. При локализации очага воспаления или полости в метафизарном отделе бедренной кости максимальные изменения визуализировались на протяжении верхней трети с распространением также на всю длину кости. У 7 больных имела место полость в проксимальном отделе бедренной кости. Протяженность полости колебалась от 2,5 до 18 см ( $10,7 \pm 2,5$  см). Так, у больного А., 59 лет, полость протяженностью 16 см занимала весь проксимальный отдел кости. Корковая пластинка в области полости многослойна, утолщена, с участками плотности от 740 до (-50) HU. На гистограмме плотность различных

участков колебалась от 29 до 1245 HU. Плотность мышечков снижена в некоторых зонах до 50 HU, на гистограмме латерального мышечка преобладали участки с плотностью от 163 до 205 HU (рис. 2).

Тотальное поражение бедренной кости, когда деструкция распространялась на весь ее объем структура и плотность головки и мышечков были изменены, имело место у восьми больных. Среднее значение плотности мышечков составило  $24,8 \pm 9,6$  HU, в области вертела плотность находилась в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда. Корковая пластинка неравномерно утолщена на всем протяжении кости, многослойна, имела различной протяженности дефекты. Плотность была снижена на всем протяжении с отдельными участками остеосклероза. На примере данного больного можно выявить практически все изменения кости, характерные для остеомиелита: наличие полости, дефекты корковой пластинки, ее утолщение и многослойность, остеопороз и остеосклероз (рис. 3).

У больных с частичным дефектом кортикальной пластинки она на протяжении диафиза была неравномерно утолщена, имела многослойное строение с плотностью от 665 до 1388 HU. Плотность секвестров в костномозговом канале была выше плотности корковой пластинки. Костномозговой канал в отдельных участках имел зоны эбурнеации, наслоения и дефекты со стороны эндоста обуславливали его неровные контуры и неправильную форму.



Рис. 1. МСКТ бедра больного Ч., 47 л. ХПО левого бедра. Свищевая форма. Ложный сустав бедренной кости в средней трети. Укорочение левого бедра 11 см. Аксиальные срезы (а, б); MPR (в, г); VRT(д)

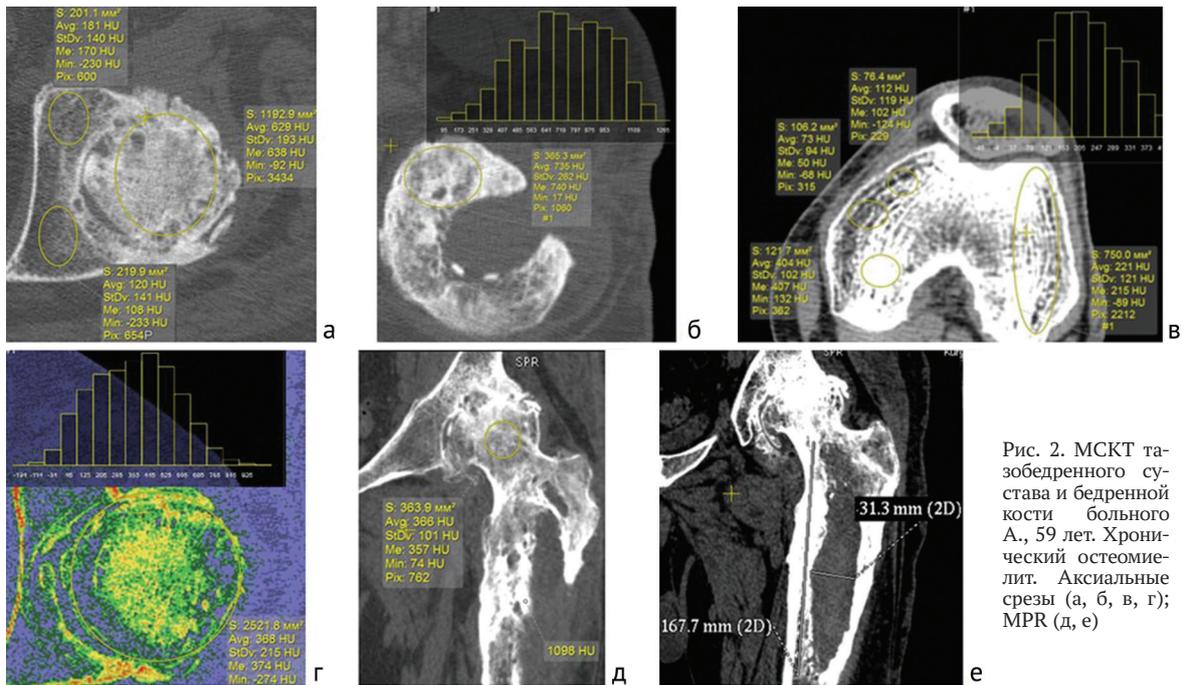


Рис. 2. МСКТ тазобедренного сустава и бедренной кости больного А., 59 лет. Хронический остеомиелит. Аксиальные срезы (а, б, в, г); MPR (д, е)

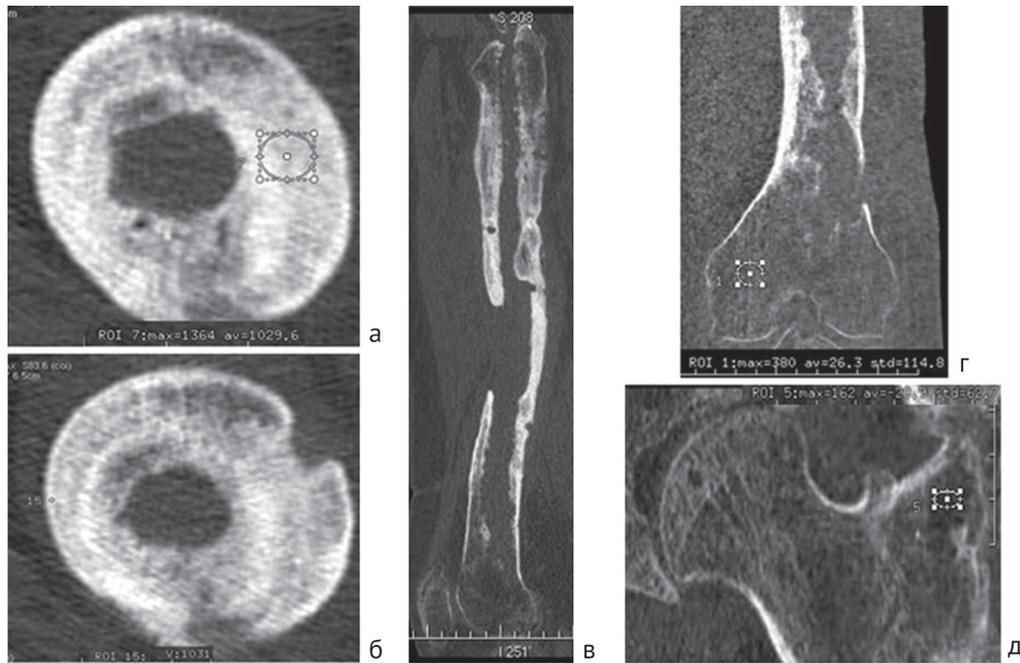


Рис. 3. МСКТ бедренной кости больного Б., 25 лет. ХПО левого бедра, укорочение левой нижней конечности 7 см. Аксиальные срезы (а, б); MPR (в, г, д)

В тех случаях, когда очаг воспаления локализовался в дистальном отделе бедренной кости, особенно при наличии полости, максимальные изменения касались метадиафизарного отдела кости. В зависимости от размеров полости и ее локализации были выражены нарушения анатомии и структуры больше в области зоны перехода в диафиз или в области мыщелков. В ряде случаев, как у больного Г., 27 лет, была нарушена структура всего дистального конца бедренной кости с дефектом мыщелков. Изменения отмечены и на протяжении диафиза (уменьшение плотности корковой пластинки, утолщение ее, многослойность в проксимальном отделе) (рис. 4).

Изучение плотности различных отделов бедренной кости при локализации остеомиелита в проксимальном и дистальном конце показало, что они значительно отличались от нормальных, что было предсказуемо, но бо-

лее важно то, что при локализации воспаления в проксимальном отделе, значительно была снижена плотность дистального метафиза, а при наличии зоны воспаления в дистальной трети бедренной кости отмечено снижение плотности в проксимальном конце (табл. 3).

Изменения большеберцовой кости у больных хроническим остеомиелитом при длительном его течении с рецидивами также отличалось многообразием проявлений и распространенностью рентгеноморфологических изменений. В тех случаях, когда воспалительный процесс локализовался в дистальном отделе большеберцовой кости, изменения структуры отмечались на всем протяжении диафиза и в костях стопы, особенно таранной и пяточной. Изменялась их анатомия (дефекты, неровные контуры), уменьшалась плотность, отмечались зоны склероза или резорбции (рис. 5).

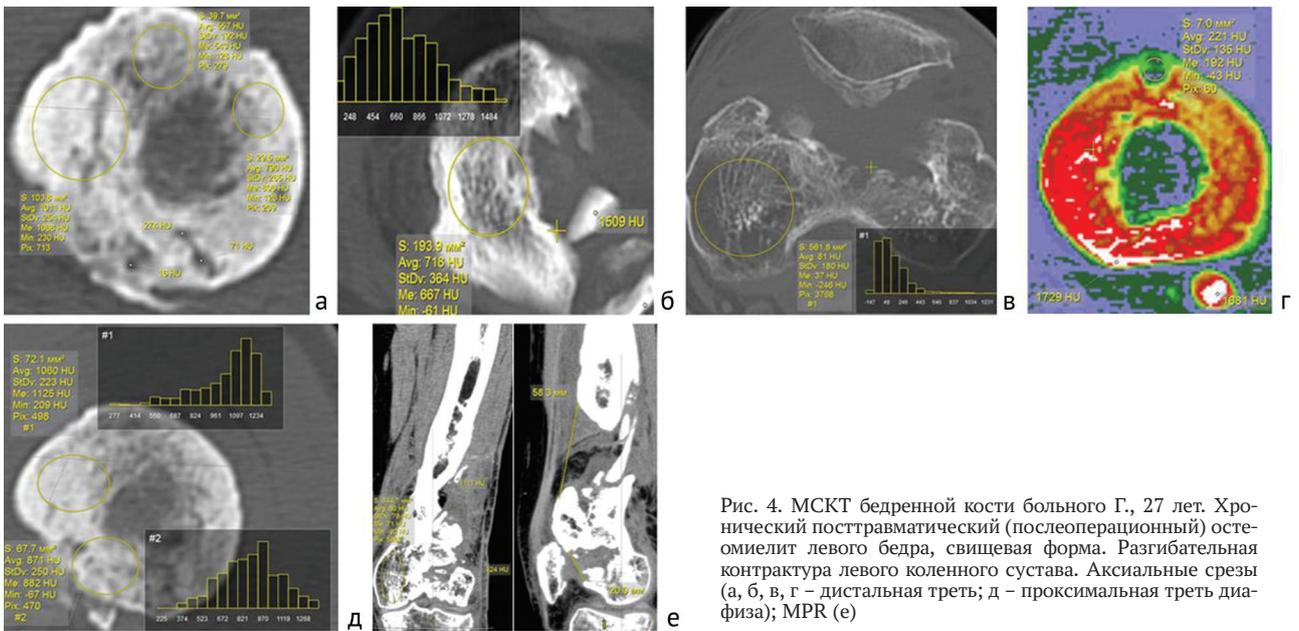


Рис. 4. МСКТ бедренной кости больного Г., 27 лет. Хронический посттравматический (послеоперационный) остеомиелит левого бедра, свищевая форма. Разгибательная контрактура левого коленного сустава. Аксиальные срезы (а, б, в, г – дистальная треть; д – проксимальная треть диафиза); MPR (е)

Таблица 3

Плотность различных отделов бедренной кости при локализации остеомиелита в проксимальном и дистальном конце

Проксимальный отдел		Дистальный отдел	
Зона интереса	Показатель, HU	Зона интереса	Показатель, HU
Плотность корковой пластинки вне очага	1117,30 ± 254,611	Плотность корковой пластинки вне очага	1070,10 ± 65,242
Плотность корковой пластинки в очаге воспаления	1498,71 ± 302,45	Плотность корковой пластинки в зоне воспаления	791,11 ± 18,10
Плотность межвертельной области вне очага	75,21 ± 17,57	Плотность дистального метафиза в очаге	170,36 ± 16,14
Плотность межвертельной области рядом с очагом воспаления	45,18 ± 21,45 (у пяти больных – в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда)	Плотность дистального метафиза вне очага	199,89 ± 56,17
Плотность дистального метафизарного отдела вне очага	201,11 ± 14,72	Плотность межвертельной зоны	79,43 ± 18,34

<sup>1,2</sup> – достоверные отличия плотности корковой пластинки вне очага и в зоне воспаления (p < 0,05).

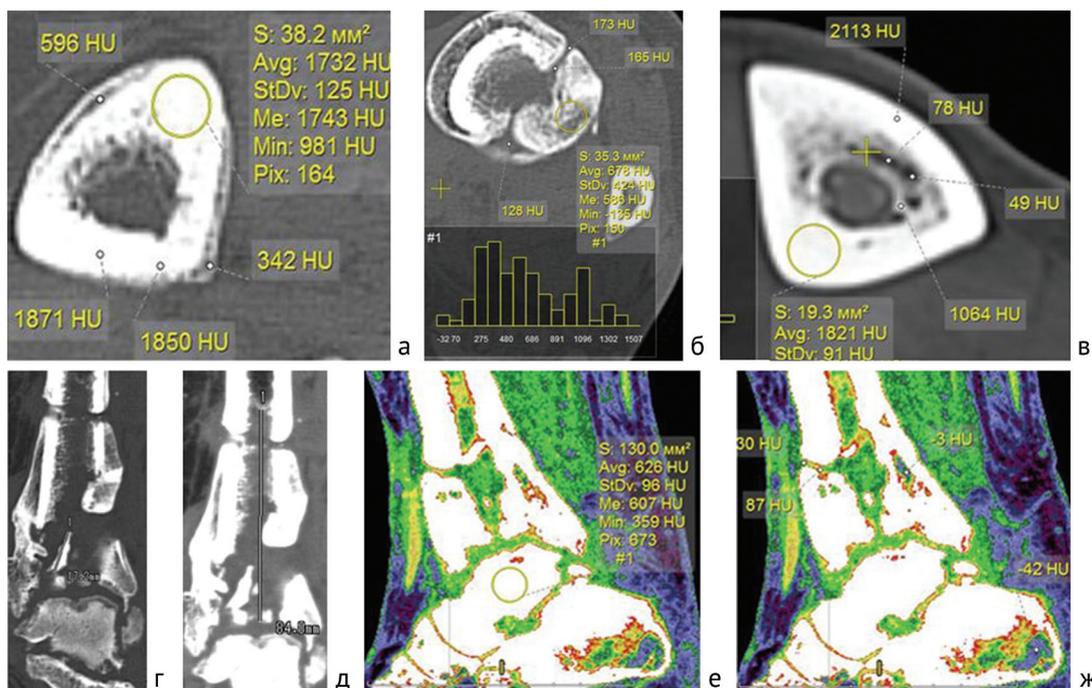


Рис. 5. МСКТ большеберцовой кости больной Д., 53 лет. Хронический посттравматический остеомиелит левой голени, свищевая форма. Аксиальные срезы (а, б, в – участок кости проксимальнее зоны воспаления); MPR (г, д, е, ж)

Изучение плотности большеберцовой кости при локализации остеомиелитического очага в проксимальном ее метафизе показало, что максимальные изменения отмечены при наличии полости в этой зоне. В этих случаях, особенно при длительно текущем заболевании, как никогда проявляется «многоликость» остеомиелита, когда у каждого больного рентгеноморфологическая картина настолько индивидуальна, что количественная оценка плотности в проксимальном отделе со статистической обработкой практически невозможна, поскольку колебания плотности находятся в коридоре от (-40) до (+500) НУ. В дистальном отделе плотность кости также колебалась в значительных пределах, но у 9 больных без больших размеров остеомиелитической полости и гру-

бых деструктивных изменений найдены средние значения ее вблизи очага воспаления (табл. 4).

Детальный анализ данных МСКТ у 235 больных хроническим остеомиелитом бедренной и большеберцовой кости показал, что анатомические изменения при хроническом остеомиелите были индивидуальны у всех пациентов. Что касается рентгеноморфологических проявлений, то они складывались из общих симптомов (остеопороз, остеосклероз, нарушение архитектоники), однако выраженность, протяженность и характер изменения структуры были крайне разнообразны, так же как и изменение плотности с большим отклонением, что не всегда позволяло получить средние значения с достоверными отличиями.

Таблица 4

Плотность большеберцовой кости при локализации остеомиелита в проксимальном и дистальном отделе

Проксимальный отдел (n = 24)		Дистальный отдел (n = 24)	
Зона интереса	Показатель, НУ	Зона интереса	Показатель, НУ
Плотность корковой пластинки вне очага	1401,74 ± 243,84	плотность корковой пластинки вне очага	1138,25 ± 34,181
Плотность корковой пластинки в области остеомиелитического очага	1498,71 ± 302,45	плотность корковой пластинки в области воспаления	876,35 ± 78,14
Плотность в зоне треугольника Варда	от (-30) до 45 НУ	плотность дистального метафиза вблизи очага (n = 9)	165,28 ± 51,63
Плотность кости в межмышечковой области вблизи очага	колебания плотности от (-40) до (+500) НУ	-	-

<sup>1</sup> – достоверные отличия плотности корковой пластинки вне очага и в зоне воспаления (p < 0,001).

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Выявленная нами крайне изменчивая визуализационная картина хронического остеомиелита, даже при аналогичной локализации, совпадает с данными J. Desimpel et al., 2017, по мнению которых она может объясняться различными патогенетическими механизмами, участвующими в распространении инфекции и возрастной васкуляризацией кости [21].

Нами были обнаружены многослойные, утолщенные с участками склероза стенки остеомиелитических полостей, что соответствует мнению ряда исследователей [9, 16, 22], обращавших внимание на роль кровоснабжения кости, нарушения ее структуры и метаболизма при остеомиелите, поскольку такие стенки являются непроницаемым барьером для антибиотиков.

Мы получили данные об изменении структуры кости на всем ее протяжении при любой локализации очага воспаления. У всех больных имело место изменение структуры метафиза с формированием очагов резорбции и зон склероза, снижением общей плотности, появлением зон груботрабекулярного строения. Наряду с этим изменяется толщина и строение корковой пластинки, максимально выраженные в очаге воспаления, с признаками ее многослойности и нарушением типичного трехзонального строения на всем протяжении диафиза. Это совпадает с данными отдельных авторов [23],

что при длительном, рецидивирующем течении остеомиелита, когда в анамнезе у больных четыре – пять и более хирургических вмешательств, рентгеноморфологические изменения кости усугубляются повторными вмешательствами, ограничением функции конечности, остеопорозом, метаболическими расстройствами.

Кроме того, только тщательный анализ строения корковой пластинки при МРР позволил обнаруживать микроочаги с пониженной плотностью, соответствующей плотности жидкости (гноя) или жира (-25) НУ, расположенные на 1,5–2,5 см дистальнее или проксимальнее основного очага, дефекта или полости и свидетельствующие о том, что границы здоровой кости находятся на определенном расстоянии от очага проксимальнее или дистальнее. Исходя из этого, появляется обоснованная возможность планирования уровня, объема и характера дальнейших реконструктивно-пластических вмешательств [9, 16, 24].

Ограничением данного исследования является то, что у каждого больного рентгеноморфологическая картина настолько индивидуальна, что количественная оценка плотности различных участков кости со статистической обработкой часто невозможна, но в зоне воспаления всегда можно определить плотность корковой пластинки, секвестров, стенок полости, микроабсцессов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты работы свидетельствуют о том, что «визуальная реальность» в диагностике хронического остеомиелита связана с компьютерной томографией, позволяющей определять протяженность

и характер изменений кости, детализировать разнообразные изменения анатомии и архитектоники, свидетельствующие о «многоликости» хронического остеомиелита.

*Статья выполнена в рамках темы "Оптимизация лечебного процесса у больных с ортопедо-травматологической патологией осложненной и неосложненной гнойной инфекцией, разработка новых патогенетически обоснованных (целесообразных) способов хирургического лечения, направленных на комплексное восстановление анатомо-функционального состояния конечности, общего гомеостаза и стойкое подавление гнойно-воспалительных явлений" государственного задания на осуществление научных исследований и разработок ФГБУ "НИМЦ им. акад. Г.А. Илизарова" Минздрава России.*

## ЛИТЕРАТУРА

- Губин А.В., Ключин Н.М. Проблемы организации лечения больных хроническим остеомиелитом и пути их решения на примере создания клиники гнойной остеологии // Гений ортопедии. 2019. Т. 25, № 2. С. 140-148. DOI 10.18019/1028-4427 - 2019-25-2-140-148.
- Trends in the epidemiology of osteomyelitis: a population-based study, 1969 to 2009 / H.M. Kremers, M.E. Nwojo, J.E. Ransom, C.M. Wood-Wentz, L.J. Melton 3rd, P.M. Huddleston 3rd // J. Bone Joint Surg. Am. 2015. Vol. 97, No 10. P. 837-845. DOI: 10.2106/JBJS.N.01350.
- Хронический посттравматический остеомиелит плеча: экономические аспекты лечения методом чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова / Д.С. Леончук, Н.В. Сазонова, Е.В. Ширяева, Н.М. Ключин // Гений ортопедии. 2017. Т. 23, № 1. С. 74-79.
- Epidemiology, microbiology and therapeutic consequences of chronic osteomyelitis in northern China: A retrospective analysis of 255 patients / X. Ma, S. Han, J. Ma, X. Chen, W. Bai, W. Yan, K. Wang // Sci. Rep. 2018. Vol. 8, No 1. P. 14895. DOI: 10.1038/s41598-018-33106-6.
- Single-stage orthoplastic reconstruction of Gustilo-Anderson Grade III open tibial fractures greatly reduces infection rates / J.A. Mathews, J. Ward, T.W. Chapman, U.M. Khan, M.B. Kelly // Injury. 2015. Vol. 46, No 11. P. 2263-2266. DOI: 10.1016/j.injury.2015.08.027.
- Decreasing the incidence of surgical-site infections after total joint arthroplasty / J.B. Mistry, A. Naqvi, M. Chughtai, C. Gwam, M. Thomas, C.A. Higuera, M.A. Mont, R.E. Delanois // Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ). 2017. Vol. 46, No 6. P. E374-E387.
- Accuracy of diagnostic imaging modalities for peripheral post-traumatic osteomyelitis—a systematic review of the recent literature / G.A. Govaert, F.F. Jрма, 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.
- 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.
- 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.
- 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/s00259-015-3221-4.
- Clinical application of dual-phase F-18 sodium-fluoride bone PET/CT for diagnosing surgical site infection following orthopedic surgery / J.W. Lee, S.N. Yu, I.D. Yoo, M.H. Jeon, C.-H. Hong, J.-J. Shim, S.-H. Chang, S.M. Lee // Medicine (Baltimore). 2019. Vol. 98, No 11. P. e14770. DOI: 10.1097/MD.00000000000014770.
- The accuracy of diagnostic imaging for the assessment of chronic osteomyelitis: a systematic review and meta-analysis / M.F. Termaat, P.G. Raijmakers, H.J. Scholten, F.C. Baker, P. Patka, H.J. Haarman // J. Bone Joint Surg. Am. 2005. Vol. 87, No 11. P. 2464-2471. DOI: 10.2106/JBJS.D.02691.
- Imaging of inflammation by PET, conventional scintigraphy, and other imaging techniques / M. Gotthardt, C.P. Bleeker-Rovers, O.C. Boerman, W.J. Oyen // J. Nucl. Med. 2010. Vol. 51, No 12. P. 1937-1949. DOI: 10.2967/jnumed.110.076232.
- (99m)Tc-ciprofloxacin scintigraphy in rabbit model of prosthetic joint infection / S.S. Das, K.E. Britton, K.K. Solanki, D.W. Wareham // J. Nucl. Med. 2005. Vol. 44, No 2. P. 317-320.
- 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.
- Остеомиелитическая полость, 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 // Гений ортопедии. 2019. Т. 25, № 2. С. 199-206. DOI 10.18019/1028-4427-2019-25-2-199-206.
- Cierny G. 3rd, Mader J.T., Pennick 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.
- 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.
- 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.
- Brandon J.S., Buchanan G.S., Shuler F.D. A comparison of imaging modalities for the diagnosis of osteomyelitis // Marshall J. Med. 2016. Vol. 2, No 3. P. 85-92. doi: 10.18590/mjm.2016.vol2.iss3.10.
- Desimpel J., Posadzy M., Vanhoenacker F. The Many Faces of Osteomyelitis: Pictorial Review // J. Belg. Soc. Radiol. 2017. Vol. 101, No 1. P. 24. DOI: 10.5334/jbr-btr.1300.
- Clawson D.K., Dunn A.W. Management of common bacterial infections of bones and joints // J. Bone Joint Surg. Am. 1967. Vol. 49, No 1. P. 164-182.
- Метаболические нарушения костной ткани у пациентов с переломами длинных костей, осложнённых хроническим остеомиелитом / А.В. Цискарашвили, С.С. Родионова, С.П. Миронов, К.М. Бухтин, Д.С. Горбатюк, А.Ю. Тараскин // Гений ортопедии. 2019. Т. 25, № 2. С. 149-155. DOI 10.18019/1028-4427-2019-25-2-149-155.
- Хофер М. Компьютерная томография. Базовое руководство : пер. с англ. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицинская литература, 2008. 224 с.

Рукопись поступила 25.03.2020

## Сведения об авторах:

- Дьячкова Галина Викторовна, д. м. н., профессор, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dgv\_2003@list.ru
- Дьячков Константин Александрович, д. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dka\_doc@mail.ru
- Ларионова Татьяна Адиславовна, к. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: lar\_rad@mail.ru
- Ключин Николай Михайлович, д. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: klyushin\_nikolay@mail.ru
- Шастов Александр Леонидович, к. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: alshastov@yandex.ru

## Information about the authors:

- Galina V. Diachkova, M.D., Ph.D., Professor, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation, Email: dgv\_2003@list.ru
- Konstantin A. Diachkov, M.D., Ph.D., National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation, Email: dka\_doc@mail.ru
- Tat'iana A. Larionova, M.D., Ph.D., National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation, Email: lar\_rad@mail.ru
- Nikolai M. Kliushin, M.D., Ph.D., National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation, Email: klyushin\_nikolay@mail.ru
- Alexander L. Shastov, M.D., National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, Russian Federation, Email: alshastov@yandex.ru