

Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 3. С. 378-385.

Genij Ortopedii. 2022. Vol. 28, no. 3. P. 378-385.

Научная статья

УДК [616.379-008.64:617.586-007.248:616.85]-073.756.8

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-3-378-385>



МСКТ-семиотика диабетической остеоартропатии, осложненной хроническим остеомиелитом

Г.В. Дьячкова[✉], А.С. Судницын, Н.М. Ключин, К.А. Дьячков, Т.А. Ларионова, Е.В. Хиева

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Россия

Автор, ответственный за переписку: Галина Викторовна Дьячкова, dgv2003@list.ru

Аннотация

Актуальность. К наиболее применяемым способам диагностики диабетической нейроостеоартропатии (ДНОАП) относят рентгенографию, МРТ и различные скинтиграфические методики, тогда как КТ отводится довольно скромная роль даже при осложнении остеоартропатии хроническим остеомиелитом. **Цель.** Изучить МСКТ-семиотику анатомических и рентгеноморфологических изменений костей стопы у больных ДНОАП, осложненной хроническим остеомиелитом (ХО), для определения наиболее характерных проявлений ХО при диабетической стопе. **Материалы и методы.** Одноцентровое ретроспективное исследование. Серия случаев. Данные рентгенографии, МСКТ (мультисрезовая компьютерная томография) до лечения изучены у 14 больных с ДНОАП, осложненной хроническим остеомиелитом. **Результаты.** Результаты работы показали, что нарушение структуры губчатой кости имело место у всех больных с различной степенью выраженности, зависящей от характера и локализации деструкции костей стопы. Общая плотность губчатой кости дистального отдела большеберцовой, таранной, пяточной костей была выше, чем в норме, локальная – варьировала в значительных пределах и была максимальной в некоторых точках субхондрального отдела большеберцовой и таранной костей, минимальной была в межтрабекулярных зонах пяточной и дистального отдела большеберцовой костей. Медиакальциноз артерий выявлен методом МСКТ у 5 (35,7 %) больных из 14. **Заключение.** МСКТ как метод, относящийся к наиболее объективным для качественной и количественной оценки состояния кости, позволяет получить данные об анатомо-топографических взаимоотношениях костей стопы и голеностопного сустава, учитывая возможности обработки данных в трех плоскостях и при VRT, что крайне важно для изучения стопы у больных ДНОАП, осложненной хроническим остеомиелитом. Метод позволяет оценить плотность всех костей стопы в единицах Хаунсфилда и определить выраженность остеопороза, степень нарушения архитектоники, что необходимо для планирования хирургического вмешательства.

Ключевые слова: диабетическая нейроостеоартропатия, хронический остеомиелит, МСКТ

Для цитирования: МСКТ-семиотика диабетической остеоартропатии, осложненной хроническим остеомиелитом / Г.В. Дьячкова, А.С. Судницын, Н.М. Ключин, К.А. Дьячков, Т.А. Ларионова, Е.В. Хиева // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 3. С. 378-385. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-3-378-385>. EDN MHSSKB.

Original article

MSCT semiotics of diabetic osteoarthropathy complicated by chronic osteomyelitis

G.V. Diachkova[✉], A.S. Sudnitsyn, N.M. Klushin, K.A. Diachkov, T.A. Larionova, E.V. Khieva

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

Corresponding author: Galina V. Diachkova, dgv2003@list.ru

Abstract

Background Conventional radiography, magnetic resonance imaging, nuclear medicine scintigraphy are the imaging techniques currently in use for the evaluation of diabetic neuroosteoarthropathy (DN) with computed tomography being not commonly employed even for cases complicated by chronic osteomyelitis. **The objective** was to explore MSCT-semiotics of anatomical and radiomorphological changes in foot bones in patients with DN complicated by chronic osteomyelitis (CO) to determine most common manifestations of CO in diabetic foot. **Material and methods** Single-centre retrospective study. A series of cases. Preoperative radiological findings, MSCT (multislice computed tomography) were examined in 14 patients with DN complicated by chronic osteomyelitis. **Results** The patients showed impaired structure of the cancellous bone of various severity depending on the nature and localization of foot bone destruction. Overall bone density was higher in cancellous bone of the distal tibia, talus, calcaneus with the local density ranging within significant limits and was maximum at some points of the subchondral tibia and talus and minimum in the intertrabecular areas of the calcaneus and the distal tibia. MSCT scans showed medial calcinosis of the arteries in 5 (35.7 %) from 14 patients. **Conclusion** MSCT as one of the most objective method for the qualitative and quantitative assessment of the bone is practical for identifying anatomical and topographic relationships of the foot bones and the ankle joint to facilitate reconstructions in three planes and VRT, which is important for assessing the foot in patients with DN complicated by chronic osteomyelitis. The technique allows measurement of the foot bone density in Hounsfield units determining the severity of osteoporosis, the extent of architectonics impairment to facilitate preoperative planning.

Keywords: diabetic neuroosteoarthropathy, chronic osteomyelitis, MSCT

For citation: Diachkova G.V., Sudnitsyn A.S., Kliushin N.M., Diachkov K.A., Larionova T.A., Khieva E.V. MSCT semiotics of diabetic osteoarthropathy complicated by chronic osteomyelitis. *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no 3, pp. 378-385. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-3-378-385>

ВВЕДЕНИЕ

Диабет, по мнению многих специалистов, – это пандемия, с прогнозом, что к 2045 году во всем мире сахарным диабетом могут заболеть до 600 миллионов человек [1–5]. Осложнения в виде диабетической стопы представляют собой одно из наиболее распространенных, дорогостоящих в плане лечения и тяжелых осложнений этого метаболического заболевания [2, 3]. В 2018 г. распространенность осложнений при диабе-

тической стопе варьировала от 3,3 (Австралия) до 15 % (Южная Америка) [4, 5]. Диабетическая нейроостеоартропатия (ДНОАП) Шарко, осложненная ХО, характеризуется шестью или пятью признаками, обозначаемыми в литературе как 5(6) «D»: **density** (изменение плотности), **distention** (расширение суставной щели), **debris** (свободные мелкие фрагменты), **disorganization** (дезорганизация), **dislocation** (вывихи/подвывихи), что

приводит к выраженным деформациям и дефектам костей стопы, сопровождающимся воспалением мягких тканей. При этом отсутствие адекватного лечения таких больных приводит к ампутации сегмента, а в отдельных случаях (15–25 %) – и к летальному исходу [2, 6]. Алгоритм диагностики ДНОАП в остром периоде в настоящее время может считаться разработанным, широко применяемым и заключается в использовании комплекса методов, к которым относится рентгенография, МРТ, различные методики сцинтиграфии [8–10]. По мнению С. Lauri и А. Leon, 2020, компьютерная томография (КТ), несмотря на более высокую чувствительность по сравнению с рентгенографией и МРТ, при обнаружении периостальной реакции, мелких секвестров, газа в мягких тканях и кальцификатов в зоне хронического остеомиелита играет ограниченную роль в визуализации изменений тканей стопы у больных диабетом в острую стадию [6]. Основными недостатками КТ являются низкое контрастное разрешение мягких тканей и невозможность обнаружить отек костного мозга, наблюдаемый на ранней стадии воспаления [6]. Что касается роли компьютерной томографии в диагностике ДНОАП, осложненной остеомиелитическим процессом, когда речь идет о предстоящем хирургическом вмешательстве, значение компьютерной томографии

трудно переоценить [6, 11–13]. Прежде всего, речь идет о возможности не только изучить рентгеноанатомические взаимоотношения костей стопы в трех проекциях, но и изменения архитектоники костей с количественной оценкой их плотности (НУ), то есть выявить степень остеопороза. МСКТ позволяет определять плотность мягких тканей для дифференциации очагов скопления гноя, жидкости и газа. Четкая визуализация корковой пластинки с определением ее толщины и плотности дает возможность планировать точки введения спиц и стержней, а трехмерная реконструкция – выявить точную локализацию патологического процесса, особенно при использовании современных методик КТ [8, 14–17]. Таким образом, необходимость применения МСКТ у больных ДНОАП для предоперационного обследования не вызывает сомнения, поскольку все другие методики не позволяют получить такой объем информации для полноценного определения качества кости в зоне оперативного вмешательства с целью повышения его эффективности и профилактических мероприятий.

Цель исследования. Изучить МСКТ-семиотику анатомических и рентгеноморфологических изменений костей стопы у больных ДНОАП, осложненной хроническим остеомиелитом, для определения наиболее характерных проявлений ХО при диабетической стопе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Одноцентровое ретроспективное исследование. Серия случаев. Данные рентгенографии, МСКТ до лечения изучены у 14 больных с диабетической нейроостеоартропатией (ДНОАП), осложненной хроническим остеомиелитом, прошедших лечение в Клинике Гнойной Остеологии (КГО) в период с 2017 по 2021 г. Критерии включения: наличие ДНОАП, осложненной хроническим остеомиелитом, с полным лучевым архивом. Критерии исключения: отсутствие полного лучевого архива. Средний возраст больных составил $56 \pm 8,11$ года. Все больные страдали ожирением, ИМТ значительно превышал нормальные показатели (29,92–39,46, медиана 33,33). Продолжительность заболевания сахарным диабетом варьировала от 9,5 до 20,75 года (медиана 17). Целевой показатель гликированного гемоглобина (HbA1c) на момент обращения в Клинику колебался от 6,3 до 8,2 % (медиана 6,9). При поступлении пациенты предъявляли жалобы на деформацию стопы и функционирующие, длительно не заживающие гнойные раны или свищи. Рентгенологическая картина была оценена по классификации Sanders и Eihengholz [19]. По классификации Sanders определено расположение очага деструкции. Так, в большинстве случаев (8 больных, 57,1 %) очаг деструкции локализовался в зоне голеностопного сустава, что соответствовало 4 типу, согласно классификации. У 5 (35,7 %) больных очаг был обнаружен в области сустава Шопара – 3 тип по Sanders. У одного больного локализация очага соответствовала переднему отделу стопы – 2 тип по Sanders. В стадии консолидации (классификация Eihengholz) было выявлено четверо (28,6 %) больных и 10 (71,4 %) пациентов – в период коалесценции. Лечение всех больных включало в себя хирургическую санацию гнойного очага, в процессе которой выполняли

секвестрнекрэктомию, репозицию и адаптацию отломков костей с последующей фиксацией голени и стопы аппаратом Илизарова для формирования анкилоза.

Рентгенография. Для определения анатомо-топографических изменений выполняли рентгенографию стопы и голени в прямой, боковой и аксиальной проекциях на цифровом рентгеновском аппарате АРЦ – «ОКО», регистрационное удостоверение от 29 сентября 2016 года № ФСП 2008/02589, и на рентгенологическом комплексе SONIALVISION G4, «Шимадзу Корпорэйшн», Япония, регистрационное удостоверение от 16 мая 2013 года № ФСЗ 2008/01359. МСКТ-исследования выполняли на компьютерном томографе «GE Lihgt Speed VCT» с использованием специального алгоритма реконструкции «BONE». Обработку аксиальных срезов проводили в режиме мультипланарной реконструкции (MPR) в корональной и сагиттальной плоскостях. Использовали VRT-реконструкции. До лечения измеряли общую и локальную плотность (единицы Хаунсфилда – НУ) костей стопы с построением гистограмм. Изучали также архитектуру пяточной, таранной, ладьевидной, кубовидных костей, дистального отдела большеберцовой кости (рис. 1).

Статистическую обработку проводили в электронных таблицах Microsoft Excel с использованием программы Attestat (версия 9.3.1, автор И.П. Гайдышев). Количественные данные представлены в случаях с нормальным распределением в виде $M \pm \sigma$, где M – средняя, σ – среднеквадратичное, Me – медиана. Достоверность различий определяли критерием Манна-Уитни и принятием уровня значимости $p < 0,05$.

Исследования проведены в соответствии этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические

принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздра-

ва РФ от 19.06.2003 г. № 266. Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных, полученных в результате исследований, без идентификации личности.

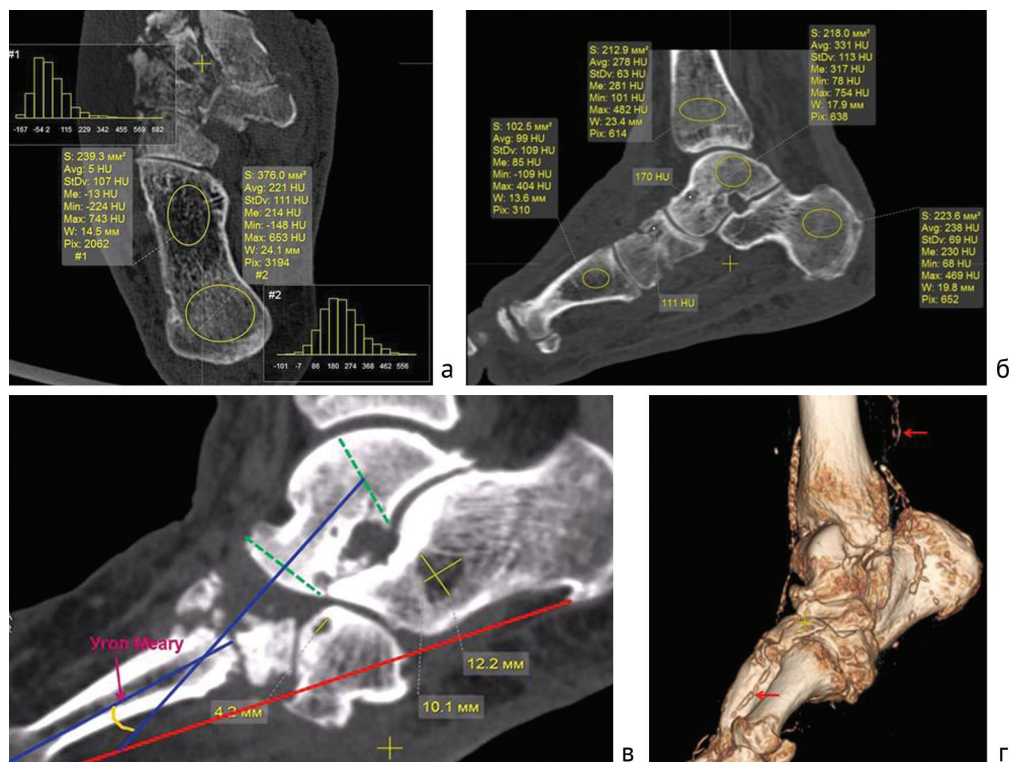


Рис. 1. МСКТ стоп больных ДНОАП. Аксиальный срез (а), MPR в сагиттальной плоскости, определение плотности пяточной, таранной, большеберцовой, плюсневых костей (б), MPR в сагиттальной плоскости, определение латерального таранно-1-плюсневых угла (угол Меау), опорной линии стопы (красная линия) (в); VRT-реконструкция, медиакальциноз Менкеберга, стрелки (г)

РЕЗУЛЬТАТЫ

У обследованных больных были изучены архитектура и плотность различных отделов пяточной (n = 13), таранной (n = 11), I плюсневой (n = 12) и большеберцовой (n = 13) костей.

Плотность корковой пластинки большеберцовой кости у больных без катастрофических разрушений голеностопного сустава (8 больных) сохранялась в нормальных пределах ($1455,7 \pm 110,3$ HU), постепенно уменьшаясь к эпифизу. В области дистального отдела большеберцовой кости плотность губчатой кости составляла $280,00 \pm 40,30$ HU. В субхондральной зоне плотность колебалась в значительных пределах – от 74 до 1400 HU в отдельных точках, наряду со значениями в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда в межтрабекулярных пространствах (табл. 1).

Дистальный отдел большеберцовой кости приобретал груботрабекулярное строение с областями пониженной и повышенной плотности, в субхондральном отделе группы костных трабекул располагались

в продольном направлении и были разделены зонами резорбции (рис. 2).

У 8 больных форма пяточной кости была значительно изменена, плотность пяточного бугра в большинстве случаев превышала нормальные показатели, в области тела также была несколько выше нормальных значений, но локальная плотность колебалась в значительных пределах: от высоких показателей до значений в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда (табл. 2).

Архитектура пяточной кости была нарушена у всех больных. У 6 больных сохранялись признаки аркадного строения в виде расположения групп костных трабекул по силовым линиям, но трабекулы четко не дифференцировались, образуя участки груботрабекулярного строения. Межаркадная зона, в случаях сохранения формы кости, была выражена, но имела на сагиттальных срезах большую, чем в норме, плотность. У трех больных была больше по площади со значительным снижением плотности (-126 HU) (рис. 3).

Таблица 1

Плотность большеберцовой кости в различных областях (n = 13)

Зона интереса	Плотность (HU)			
	общая плотность	Me	min	max
Дистальный отдел большеберцовой кости	$280,00 \pm 40,30$	280	-142	889
Субхондральная зона	$484, 63 \pm 99,61$	487	-36	1389

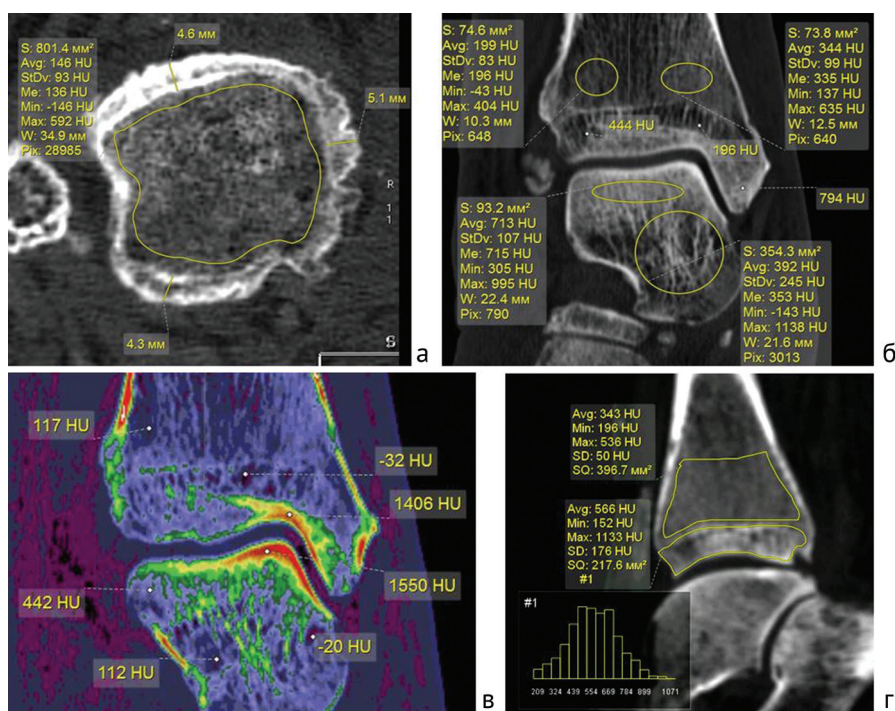


Рис. 2. МСКТ стоп больных ДНОАП. Аксиальный срез, определение плотности большеберцовой кости в дистальной трети с построением гистограммы (а); МРР во фронтальной плоскости, определение локальной плотности большеберцовой и таранной костей (б, в – color); МРР в сагиттальной плоскости, определение плотности субхондрального отдела большеберцовой кости и дистального метаэпифиза (г)

Таблица 2

Плотность пяточной кости в различных областях (n = 13)

Зона интереса	Плотность (НУ)			
	общая плотность	Me	min	max
Общая плотность пяточной кости	277,58 ± 39,17	276	-111	1302
Пяточный бугор	194,37 ± 49,05	186	-152	682
Тело	205,47 ± 38,36	204	-126	1090

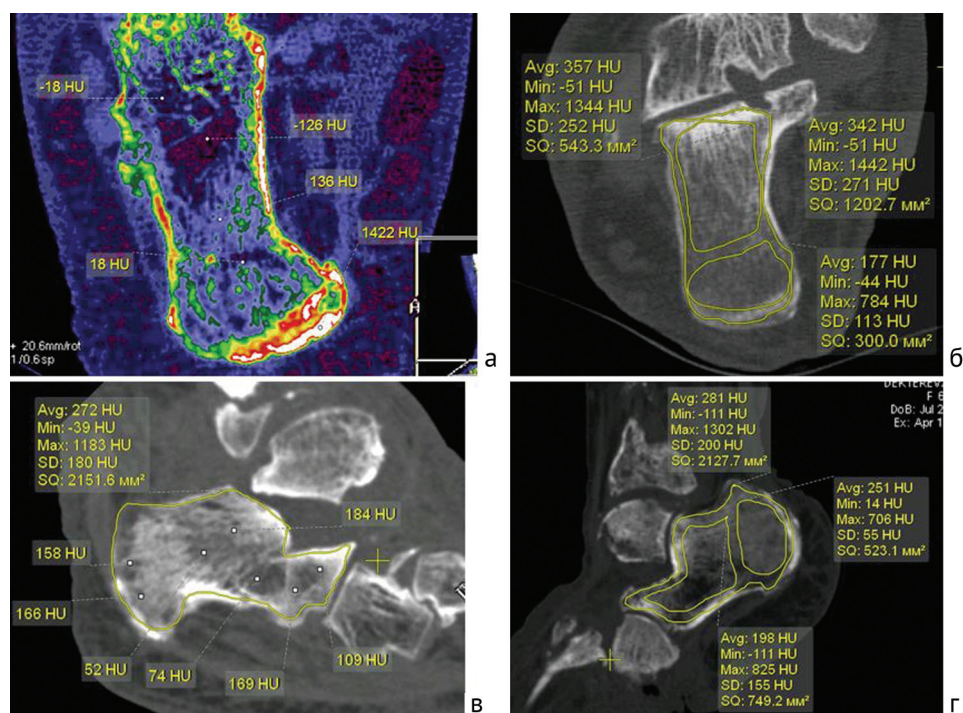


Рис. 3. МСКТ голеностопного сустава больных ДНОАП. Аксиальные срезы, определение плотности пяточной кости (а – color, б); MPR в сагиттальной плоскости, определение общей и локальной плотности пяточной кости (в, г)

Общая плотность таранной кости у шести больных превышала нормальные показатели, у пяти была снижена, у трех больных таранная кость была полностью разрушена (табл. 3).

У шести больных форма таранной кости была сохранена, с краевыми дефектами и зонами разрежения различной формы и размеров. Структура кости была нарушена у всех больных: от грубо trabecular до участков в виде «матового стекла». У некоторых больных сохранялись небольшие участки нормально-мелкотрабекулярного строения. При изучении во фронтальной плоскости в субхондральной зоне, особенно медиальных ее отделах, определялись участки с плотностью от 900 до 1550 HU (рис. 4).

Локальная плотность корковой пластинки плюсневых костей у больных с локализацией деструктивных процессов в области голеностопного сустава без полно-

го разрушения таранной кости была в пределах нормы и составляла $1373,4 \pm 194,8$ HU. Плотность основания и головки I плюсневой кости представлена в таблице 4.

У больных с выраженным коллапсом среднего отдела стопы и деструкцией таранной и пяточной костей плотность корковой пластинки I плюсневой кости была снижена и колебалась от 957,8 до 1023,7 HU.

Форма головки I плюсневой кости у 12 больных была сохранена, у одного имела дефект и у одного была почти полностью разрушена. Основание кости имело обычную форму у четырех больных, у остальных было деформировано, с дефектами и зонами резорбции (рис. 5).

У 5 (35,7 %) больных из 14 при МСКТ выявлены симптомы артериального медиакальциноза Менкеберга. Плотность стенок сосудов достигала 350 HU. На VRT сосуды хорошо визуализировались (рис. 6).

Таблица 3

Плотность таранной кости в различных областях (n = 11)

Зона интереса	Плотность (HU)			
	общая плотность (M)	Me	min	max
Общая	$485,00 \pm 56,18$	480	49	1447
Тело	$542,78 \pm 75,22$	564	-21	1367
Головка	$522,84 \pm 67,49$	532	-48	1372

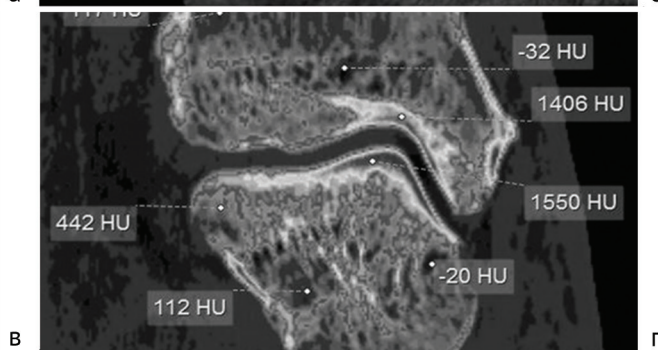
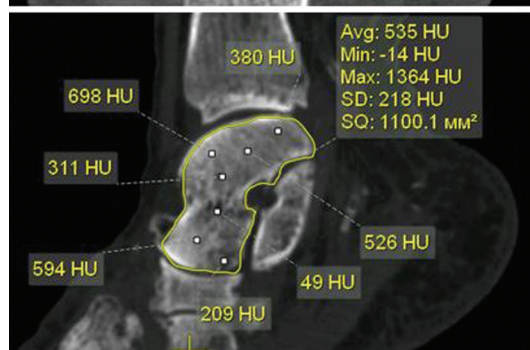
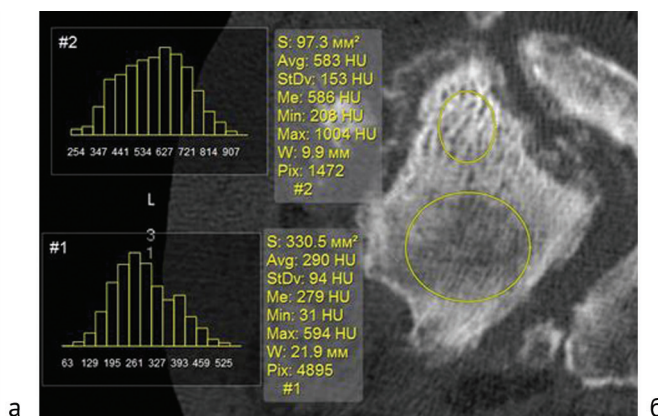
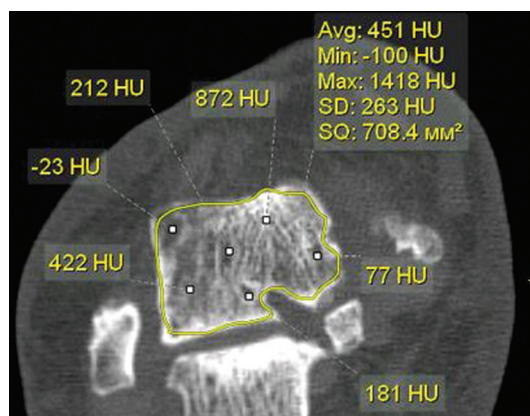


Рис. 4. МСКТ голеностопного сустава больных ДНОАП. Аксиальные срезы, определение общей и локальной плотности таранной кости с построением гистограмм (а, б); МРР в сакиттальной плоскости, определение общей и локальной плотности таранной кости (в); МРР во фронтальной плоскости, определение локальной плотности таранной кости (г)

Таблица 4

Плотность I плюсневой кости в различных областях (n = 12)

Зона интереса	Плотность (HU)			
	общая плотность	Me	min	max
Основание I плюсневой кости	$153,14 \pm 48,52$	156	-49	623
Головка I плюсневой кости	$238,16 \pm 24,65$	240	-71	755
Корковая пластинка	-	1387,5	$1373,4 \pm 194,8$	$1399,7 \pm 102,4$

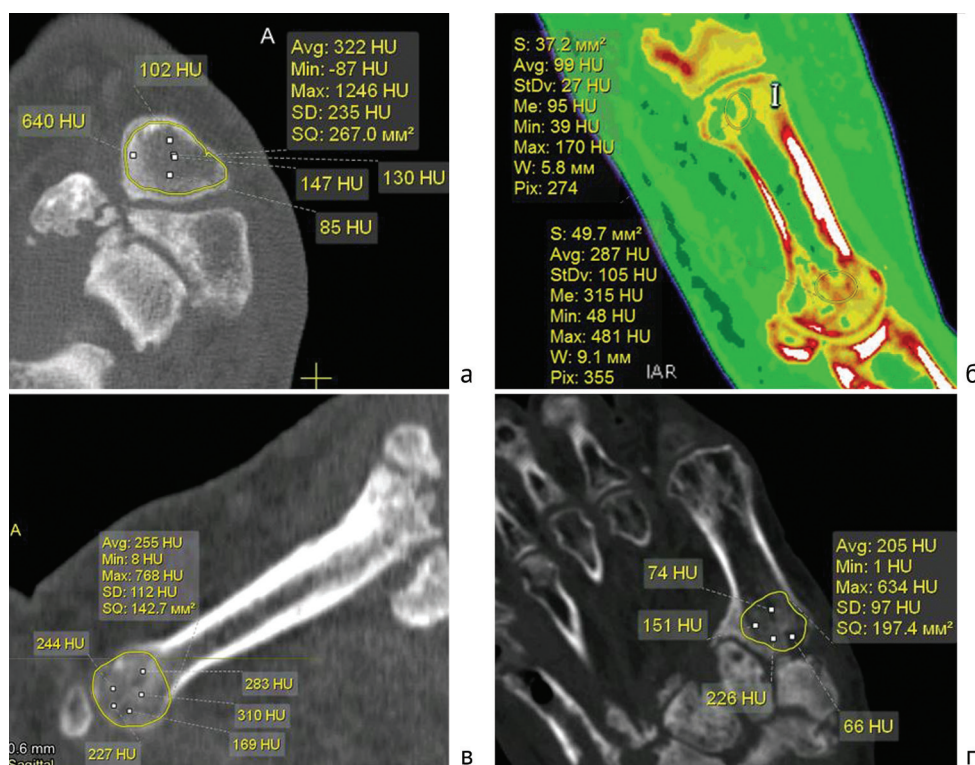


Рис. 5. МСКТ стопы и голеностопного сустава больных ДНОАП. Аксиальный срез, определение плотности I плюсневой кости (а); МРР в сагиттальной плоскости, определение общей и локальной плотности основания и головки I плюсневой кости (б – color, в). Аксиальный срез. Определение общей и локальной плотности основания I плюсневой кости (г)

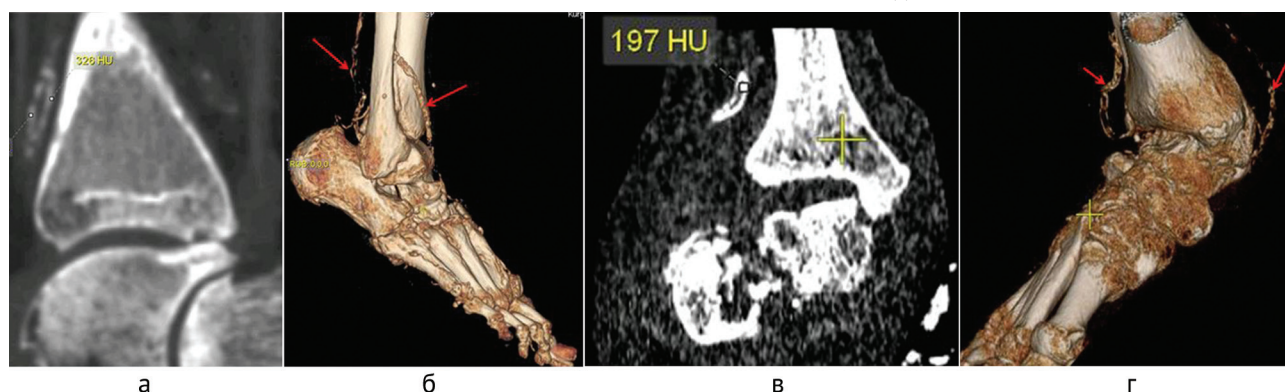


Рис. 6. МСКТ голеностопных суставов и стоп больных ДНОАП. МРР в сагиттальной плоскости больной Д., 65 лет, ДНОАП, медиакальциноз, измерение плотности стенки артерии – а; VRT, медиакальциноз артерий (стрелки) – б; МРР в сагиттальной плоскости больного Л., 58 лет, ДНОАП, медиакальциноз, измерение плотности стенки сосуда – в; VRT, медиакальциноз артерий (стрелки) – г

Результаты работы показали, что нарушение структуры губчатой кости имело место у всех больных с различной степенью выраженности, зависящей от характера и локализации деструкции костей стопы. Общая плотность губчатой ткани дистального отдела большеберцовой, таранной, пяточной костей была выше, чем в норме, ло-

кальная – варьировала в значительных пределах и была максимальной в некоторых точках субхондрального отдела большеберцовой и таранной костей, минимальной была в межтрабекулярных зонах пяточной и дистального отдела большеберцовой костей. Медиакальциноз артерий выявлен методом МСКТ у 5 (35,7 %) больных из 14.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты работы показали, что степень изменения анатомии костей стопы и дистального отдела большеберцовой кости были индивидуальными у каждого больного. Это связано с локализацией очага деструкции (2, 3, 4 тип по Sanders), давностью заболевания, формированием стопы-качалки, степенью коллапса в области голеностопного сустава или среднего отдела стопы и другими изменениями анатомии костей стопы, опи-

санными в работе М.В. Паршикова с соавт., 2020 [19]. Рентгеноморфологические изменения, выявленные у обследованных больных, несомненно, также имели некоторые отличия, но, в основном, проявлялись общими признаками с отличиями в степени выраженности, что отмечено в представленных выше таблицах. При анализе литературы не найдено данных о плотности различных костей стопы у больных ДНОАП, полученных

при МСКТ, но в ряде работ отмечено, что исследование позволяет более точно выявить очаги деструкции, нарушение структуры, выявить наличие газа, секвестров, планировать характер оперативного вмешательства [6, 11, 20]. В одной из работ с применением КТ указано, что «денситометрическая оценка мягких тканей позволила в 82,3 % наблюдений выявить низкоплотные структуры (+20 – +26 HU), которые у 71,4 % были расценены как мягкотканые абсцессы». Что касается КТ-оценки состояния костей, то, по мнению авторов, «данный метод позволил констатировать в 64,7 % большую протяженность костной деструкции и в 58,8 % выявить костные секвестры по сравнению с рентгенографическими данными (31,2 %)». Авторы считают, что эффективность КТ в диагностике остеомиелита, осложняющего течение синдрома ДС, имеет место только при сочетанной оценке состояния костей и мягких тканей [19]. Что касается плотности кости, то максимум исследований проведен методом двухэнергетической рентгеновской

абсорбциометрии (ДХА), причем для определения МПК в осевом и периферическом скелете (позвоночник, бедренная кость). Авторы отмечали снижение уровня МПК у больных сахарным диабетом со стопой Шарко [21, 22]. В то же время в некоторых исследованиях не было доказано снижение МПК в проксимальном отделе бедренной кости, позвоночнике и пяточной кости у взрослых больных диабетом [23, 24]. С нашей точки зрения, исследование МПК осевого и периферического скелета (бедренной кости) у больных ДНОАП малоинформативно для локальной оценки состояния костей стопы, особенно при подготовке к хирургическому вмешательству. Проведенные нами многочисленные исследования и данные литературы показали, что МСКТ является высокоспецифичным и чувствительным методом диагностики хронического остеомиелита и, однозначно, может применяться при исследовании больных ДНОАП с остеомиелитическим процессом, особенно при подготовке к операции [13, 20, 25–29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

МСКТ как метод, относящийся к наиболее объективным для качественной и количественной оценки состояния кости, позволяет получить данные об анатомо-топографических взаимоотношениях костей стопы и голеностопного сустава, учитывая возможности обработки данных в трех плоскостях и при VRT, что крайне важ-

но для изучения стопы у больных ДНОАП, осложненной хроническим остеомиелитом. Метод дает возможность оценить плотность всех костей стопы в единицах Хаунсфилда и определить выраженность остеопороза, степень нарушения архитектоники, что необходимо для планирования хирургического вмешательства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Глобальный доклад по диабету / Всемирная орг. здравоохранения. [Женева] : ВОЗ, 2018. 84 с. [Global report on diabetes]. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2018. Лицензия: CC BY-NC-SA3.0 IGO.
2. Эпидемиология синдрома диабетической стопы и ампутаций нижних конечностей в Российской Федерации по данным Федерального регистра больных сахарным диабетом (2013–2016 гг.) / Г.Р. Галстян, О.К. Викулова, М.А. Исаков, А.В. Железнякова, А.А. Серков, Д.Н. Егорова, Е.В. Артемова, М.В. Шестакова, И.И. Дедов // Сахарный диабет. 2018. Т. 21, № 3. С. 170–177. DOI: 10.14341/DM9688.
3. IDF Diabetes Atlas. 9th Ed. 2019. URL: <https://diabetesatlas.org/atlas/ninth-edition/>
4. Global epidemiology of diabetic foot ulceration: a systematic review and meta-analysis / P. Zhang, J. Lu, Y. Jing, S. Tang, D. Zhu, Y. Bi // Ann. Med. 2017. Vol. 49, No 2. P. 106–116. DOI: 10.1080/07853890.2016.1231932.
5. Pie diabético en pacientes internados en hospitales de Latinoamérica / G.V. Carro, R. Saurral, F.S. Sagüez, E.L. Witman // Medicina (B Aires). 2018. Vol. 78, No 4. P. 243–251.
6. Diabetic Foot Infections: The Diagnostic Challenges / C. Lauri, A. Leone, M. Cavallini, A. Signore, L. Giurato, L. Uccioli // J. Clin. Med. 2020. Vol. 9, No 6. P. 1779. DOI: 10.3390/jcm9061779.
7. Comparison of White Blood Cell Scintigraphy, FDG PET/CT and MRI in Suspected Diabetic Foot Infection: Results of a Large Retrospective Multicenter Study / C. Lauri, A.W.J.M. Glaudemans, G. Campagna, Z. Keidar, M. Muchnik Kurash, S. Georga, G. Arsos, E. Noriega-Álvarez, G. Argento, T.C. Kwee, R.H.J.A. Slart, A. Signore // J. Clin. Med. 2020. Vol. 9, No 6. P. 1645. DOI: 10.3390/jcm9061645.
8. Роль магнитно-резонансной томографии при исследовании больных с синдромом диабетической стопы / М.А. Замышевская, В.Д. Завадовская, В.Д. Удодов, М.А. Зоркальцев, Е.Г. Григорьев // Вестник рентгенологии и радиологии. 2014. № 4. С. 31–37. URL: <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2014-0-4-31-37> (дата обращения: 12.01.2021).
9. ACR Appropriateness Criteria® Suspected Osteomyelitis of the Foot in Patients with Diabetes Mellitus / Expert Panel on Musculoskeletal Imaging; E.A. Walker, F.D. Beaman, D.E. Wessell, R.C. Cassidy, G.J. Czuczman, J.L. Demertzis, L. Lenchik, K. Motamedi, J.L. Pierce, A. Sharma, E. Ying-Kou Young, M.J. Kransdorf // J. Am. Coll. Radiol. 2019. Vol. 16, No 11S. P. S440–S450. DOI: 10.1016/j.jacr.2019.05.027.
10. Возможности программно-совмещенной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии / магнитно-резонансной томографии в диагностике осложненного течения синдрома диабетической стопы / В.Д. Завадовская, М.А. Зоркальцев, В.Д. Удодов, М.А. Замышевская, О.Ю. Килина, А.П. Куражов, К.М. Попов // Вестник рентгенологии и радиологии. 2015. № 6. С. 24–29.
11. Imaging for detection of osteomyelitis in people with diabetic foot ulcers: A systematic review and meta-analysis / A. Llewellyn, J. Kraft, C. Holton, M. Harden, M. Simmonds // Eur. J. Radiol. 2020. Vol. 131. 109215. DOI: 10.1016/j.ejrad.2020.109215.
12. Fayad L.M., Carrino J.A., Fishman E.K. Musculoskeletal infection: role of CT in the emergency department // Radiographics. 2007. Vol. 27, No 6. P. 1723–1736. DOI: 10.1148/rg.276075033.
13. Pathophysiology and Molecular Imaging of Diabetic Foot Infections / K. Rubitschung, A. Sherwood, A.P. Crisologo, K. Bhavan, R.W. Haley, D.K. Wukich, L. Castellino, H. Hwang, J. La Fontaine, A. Chhabra, L. Lavery, O.K. Öz // Int. J. Mol. Sci. 2021. Vol. 22, No 21. P. 11552. DOI: 10.3390/ijms222111552.
14. Гальчина Ю.С., Кармазановский Г.Г., Пасхалова Ю.С. Основные методы диагностики синдрома диабетической стопы // Медицинская визуализация. 2016. № 6. С. 100–116.
15. The role of computed tomography in the diagnosis of necrotizing soft tissue infections / M. Martinez, T. Peponis, A. Hage, D.D. Yeh, H.M.A. Kaafarani, P.J. Fagenholz, D.R. King, M.A. de Moya, G.C. Velmahos // World J. Surg. 2018. Vol. 42, No 1. P. 82–87. DOI: 10.1007/s00268-017-4145-x.
16. МСКТ-семиотика хронического остеомиелита костей, образующих голеностопный сустав / С.М. Александров, Г.В. Дьячкова, К.А. Дьячков, Р.В. Степанов, Т.А. Ларионова // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. 2014. № 14–2. С. 1–12.
17. «Многоликий» хронический остеомиелит: лучевая диагностика / Г.В. Дьячкова, К.А. Дьячков, Н.М. Ключин, Т.А. Ларионова, А.Л. Шастров // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 3. С. 385–391. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-385-391.

18. Angular and linear measurements of adult flexible flatfoot via weight-bearing CT scans and 3D bone reconstruction tools / M. Ortolani, A. Leardini, C. Pavani, S. Scicolone, M. Girolami, R. Bevon, G. Lullini, S. Durante, L. Berti, C. Belvedere // Sci. Rep. 2021. Vol. 11, No 1. 16139. DOI: 10.1038/s41598-021-95708-x.
19. Chantelau E.A., Grützner G. Is the Eichenholtz classification still valid for the diabetic Charcot foot? // Swiss Med. Wkly. 2014. Vol. 144. P. w13948. DOI: 10.4414/smww.2014.13948.
20. Паршиков М.В., Бардюгов П.С., Ярыгин Н.В. Ортопедические аспекты классификаций синдрома диабетической стопы // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 2. С. 173-178. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-173-178.
21. Liu G.L., Yang B.K., Dong H.R. Diagnosis and treatment of Charcot's osteoarthropathy // Zhongguo Gu Shang. 2019. Vol. 32, No 12. P. 1168-1172. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.12.021.
22. Bone Mineral Density in Diabetes Mellitus Foot Patients for Prediction of Diabetic Neuropathic Osteoarthropathic Fracture / J.H. Cho, T.H. Min, D.I. Chun, S.H. Won, S.Y. Park, K. Kim, Y. Yi // J. Bone Metab. 2020. Vol. 27, No 3. P. 207-215. DOI: 10.11005/jbm.2020.27.3.207.
23. Bone mineral density in type 2 diabetes patients with Charcot arthropathy / H.A. El Oraby, M.M. Abdelsalam, Y.M. Eid, R. El Hilaly, H.A. Marzouk // Curr. Diabetes Rev. 2019. Vol. 15, No 5. P. 395-401. DOI: 10.2174/157339981466618071115845.
24. The effect of diabetic neuropathy on foot bones: a systematic review and meta-analysis / A.L. Barwick, X.A. de Jonge, J.W. Tessier, A. Ho, V.H. Chuter // Diabet. Med. 2014. Vol. 31, No 2. P. 136-417. DOI: 10.1111/dme.12347.
25. Effect of peripheral neuropathy on bone mineral density in adults with diabetes: A systematic review of the literature and meta-analysis / M. Mohseni, P. Hosseinzadeh, R. Civitelli, S. Eisen // Bone. 2021. Vol. 147. 115932. DOI: 10.1016/j.bone.2021.115932.
26. Труфанов Г.Е., Пчелин И.Г., Пашникова И.С. Лучевая диагностика заболеваний голеностопного сустава и стопы. 3-е изд. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2020. 320 с. (Конспект лучевого диагноста).
27. 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 // Гений ортопедии. 2019. Т. 25, № 2. С. 199-206. DOI: 10.18019/1028-4427-2019-25-2-199-206.
28. 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.
29. 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.

Статья поступила в редакцию 18.01.2022; одобрена после рецензирования 17.02.2022; принята к публикации 28.03.2022.

The article was submitted 18.01.2022; approved after reviewing 17.02.2022; accepted for publication 28.03.2022.

Информация об авторах:

1. Галина Викторовна Дьячкова – доктор медицинских наук, профессор, dgv2003@list.ru;
2. Анатолий Сергеевич Судницын – кандидат медицинских наук, anatol_anatol@mail.ru, ORCID 0000-0002-2602-2457;
3. Николай Михайлович Ключин – доктор медицинских наук, klyushin_nikolay@mail.ru;
4. Константин Александрович Дьячков – доктор медицинских наук, dka_doc@mail.ru;
5. Татьяна Адиславовна Ларионова – кандидат медицинских наук, lar_rad@mail.ru;
6. Екатерина Викторовна Хиева – khieva@mail.ru.

Information about the authors:

1. Galina V. Diachkova – Doctor of Medical Sciences, Professor, dgv2003@list.ru;
2. Anatolii S. Sudnitsyn – Candidate of Medical Sciences, anatol_anatol@mail.ru, ORCID 0000-0002-2602-2457;
3. Nikolai M. Kliushin – Doctor of Medical Sciences, klyushin_nikolay@mail.ru;
4. Konstantin A. Diachkov – Doctor of Medical Sciences, dka_doc@mail.ru;
5. Tatiana A. Larionova – Candidate of Medical Sciences, lar_rad@mail.ru;
6. Ekaterina V. Khieva – khieva@mail.ru.

Источник финансирования. Работа проведена в рамках выполнения государственного задания «Персонализация методов диагностики и лечения больных костно-суставной патологией осложненной гнойной инфекцией, обеспечивающих стойкое подавление гнойного процесса и восстановление ортопедического статуса».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов при подготовке данной публикации.