



## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья  
УДК 616.728.3-089.49:615.468  
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-1-10-29>

# Нейрогенная артропатия, хронический остеомиелит, диабетическая стопа: дифференциальная рентгеновская и МСКТ-диагностика

Г. В. Дьячкова\*, А. С. Судницин, Н. М. Ключин,  
А. В. Бурцев, К. А. Дьячков, Е. В. Хиева

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган

### Реферат

Рентгеновская и МСКТ-дифференциальная диагностика между нейрогенной артропатией, диабетической остеоартропатией (ДОНАП), осложненных остеомиелитом и хроническим остеомиелитом, изучена недостаточно. Цель исследования состояла в изучении МСКТ-семиотики различных вариантов нейрогенной артропатии, диабетической нейроостеоартропатии, осложненных остеомиелитом, и хронического посттравматического остеомиелита для обоснования этиопатогенетического лечения. У 44 больных нейрогенной артропатией, ДОНАП, осложненных остеомиелитом и хроническим остеомиелитом, изучены результаты полипозиционной рентгенографии и МСКТ до лечения с целью дифференциальной диагностики. Одноцентровое ретроспективное исследование. Методом рентгенографии и МСКТ выявлены дифференциально-диагностические отличия нейрогенной артропатии, ДОНАП, осложненных остеомиелитом и хроническим остеомиелитом. Они проявляются локализацией деструктивных процессов, характерными изменениями углов стопы и нарушением архитектоники костей, сопутствующими изменениями сосудов и мягких тканей. Для нейрогенной артропатии характерна дезорганизация суставов, костная резорбция, создающая впечатление хирургической ампутации, заострение концов плюсневых костей, симптом «пестик в ступке», нарушение структуры губчатых костей. ДОНАП проявляется выражен-

\* **Дьячкова Галина Викторовна**, доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, заведующая лабораторией рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики, г. Курган.

Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.

Телефон: +7 (909) 174-57-94. Электронная почта: [dgv2003@list.ru](mailto:dgv2003@list.ru)

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

\* **Galina V. Diachkova**, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Laboratory, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Ministry of Healthcae of Russia.

Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.

Phone number: +7 (909) 174-57-94. E-mail: [dgv2003@list.ru](mailto:dgv2003@list.ru)

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

© Г. В. Дьячкова, А. С. Судницин, Н. М. Ключин, А. В. Бурцев, К. А. Дьячков, Е. В. Хиева.

ными деструктивными изменениями среднего отдела стопы, коллапсом костей предплюсны с дефектами, фрагментацией, сосудистыми кальцификатами (кальцифицирующий склероз Менкеберга), «патологической» опорной линией, увеличением угла Meary, уменьшением угла наклона пяточной кости, «стопой-качалкой», увеличением плотности пяточной кости. Для хронического остеомиелита характерно изолированное поражение одной или нескольких костей; наличие свищевого хода, очаговые нарушения трабекулярного рисунка, снижение плотности прилежащих костей, наличие изолированных очагов склероза.

**Ключевые слова:** нейрогенная артропатия, хронический остеомиелит, диабетическая стопа, дифференциальная МСКТ-диагностика.

### **Финансирование исследования и конфликт интересов**

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». Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

## **ORIGINAL RESEARCH**

Original research

# **Neurogenic Arthropathy, Chronic Osteomyelitis, Diabetic Foot: Differential X-Ray and MSCT Diagnostics**

**Galina V. Diachkova\***, **Anatoliy S. Sudnitsyn**, **Nikolai M. Klyushin**,  
**Aleksander V. Burtsev**, **Konstantin A. Diachkov**, **Ekaterina V. Khieva**

Federal State Budgetary Institution «National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Ortopaedics» Ministry of Healthcare of Russia

### **Abstract**

X-ray and MSCT-differential diagnostics between neurogenic arthropathy, diabetic osteoneuroarthropathy (DONAP), complicated by osteomyelitis and chronic osteomyelitis, has not been studied enough.

The purpose of the study was to study the MSCT semiotics of various variants of neurogenic arthropathy, DONAP complicated by osteomyelitis and chronic post-traumatic osteomyelitis in order to substantiate etiopathogenetic treatment. In 44 patients with neurogenic arthropathy, DONAP, complicated by osteomyelitis and chronic osteomyelitis, the results of polypositional radiography, MSCT were studied before treatment for the purpose of differential diagnosis. Single center retrospective study. MSCT and x-ray revealed differential diagnostics differences between neurogenic arthropathy, DONAP, complicated by osteomyelitis and chronic osteomyelitis. They are manifested by the localization of destructive processes, characteristic changes in the angles of the foot and a violation of the architectonics of the bones, concomitant changes in blood vessels and soft tissues. Neurogenic arthropathy is characterized by disorganization of the joints, bone resorption, giving the impression of surgical amputation, sharpening of the ends of the metatarsal bones, a symptom of «pestle in a mortar», a violation of the structure of spongy bones. DONAP is manifested by pronounced destructive changes in the midfoot, collapse of the tarsal bones with defects, fragmentation, vascular calcifications (Menckeberg), a «pathological» reference line, an increase in the Meary angle, a decrease in the angle of the calcaneus, and a «rocking foot»,

increased density of the calcaneus. Chronic osteomyelitis is characterized by an isolated lesion of one or more bones; the presence of a fistulous tract, focal disorders of the trabecular pattern, a decrease in the density of adjacent bones, the presence of isolated foci of sclerosis.

**Key words:** Neurogenic Arthropathy, Chronic Osteomyelitis, Diabetic Foot, Differential MSCT Diagnostics.

### Research funding and conflict of interest

The work was carried out within the framework of the state task «Personalization of methods for diagnosing and treating patients with osteoarticular pathology complicated by purulent infection, providing stable suppression of the purulent process and restoration of orthopedic status». The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

## Актуальность

Рентгенологи, ортопеды и эндокринологи достаточно часто встречаются с тремя совершенно различными по этиологии, но очень похожими по многим рентгенологическим симптомам заболеваниями, к которым относятся нейрогенная артропатия, ДОНАП, хронический остеомиелит [4, 5, 9]. Количество исследований, которые посвящены данной патологии, с каждым годом увеличивается, поскольку имеет место постоянный рост числа больных сахарным диабетом, остеомиелитом, в том числе и костей стопы [1, 4, 5, 8, 15]. Терминологические вопросы, связанные с артропатией стопы на фоне неврологических нарушений различной этиологии, периферической нейропатией при сахарном диабете, обсуждаются много лет и в отечественной и зарубежной литературе трактуются неоднозначно. Указанная патология относится большинством авторов к невропатической остеоартропатии Шарко (ОШ) – прогрессирующему заболеванию, поражающему кости, суставы и мягкие ткани стопы и голеностопного сустава, чаще всего ассоциированное с диабетической нейропатией. В это понятие относят как нейрогенную артропатию при различных заболеваниях, сопровождающихся поражением пери-

ферических отделов нервной системы, так и артропатию, связанную с нарушением периферической иннервации у больных сахарным диабетом ДОНАП [1, 6, 7, 10]. Поскольку нейрогенная артропатия и ДОНАП часто осложняются хроническим остеомиелитом, необходима и дифференциальная диагностика с хроническим остеомиелитом, связанным с травмой или оперативным вмешательством. С точки зрения W. J. Metsemakers и др. (2018), существуют четыре подтверждающих посттравматический 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, подтвержденных гистопатологическим исследованием, которые рассматриваются при наличии рекомендуемых клинических и рентгенологических критериев [17]. «Золотым стандартом» диагностики хронического остеомиелита, по мнению M. Panteli, P. V. Giannoudis (2016), является

наличие выявленного возбудителя при посеве и гистологическое исследование кости [18]. Однако для дифференциальной диагностики с заболеваниями, осложненными хроническим остеомиелитом, этого недостаточно. Дифференциация хронического остеомиелита и остеонейроартропатии, осложненной хроническим остеомиелитом, требует тщательного анализа локализации. КТ имеет более высокое костное разрешение и лучше демонстрирует костные изменения, такие как разрушение корковой пластинки, периостальная реакция и образование секвестров, газ [15, 19]. Достаточно много работ опубликовано о дифференциальной МРТ-диагностике артропатии Шарко, осложненной и неосложненной остеомиелитом, между хроническим остеомиелитом и остеонейроартропатией Шарко [11, 12]. Практически нет исследований о дифференциальной диагностике нейрогенной артропатии, ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом и хроническим остеомиелитом, возникшим после травм или операций. Что касается рентгеновской и МСКТ-дифференциальной диагностики перечисленных заболеваний, то она представлена в ограниченном количестве работ, тогда как при деструктивных стадиях заболевания, когда пациенты поступают на хирургическое лечение, также важно представлять, какой этиологический фактор привел к нарушению формы и структуры костей стопы и суставов, поскольку при нейропатической артропатии, ДОНАП необходимы, кроме хирургических, дополнительные методы лечения, а лучевая диагностика может поставить точку над *i* в диагностической проблеме [10, 13].

**Цель:** изучение МСКТ-семиотики различных вариантов нейрогенной ар-

тропатии, осложненной хроническим остеомиелитом, и хронического посттравматического и послеоперационного остеомиелита для дифференциальной диагностики и обоснования этиопатогенетического лечения.

## Материалы и методы

У 44 больных ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом и хроническим остеомиелитом после травм и операций, изучены результаты полипозиционной рентгенографии, мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) до лечения. Критерии включения: больные остеонейроартропатией, ДОНАП, у которых течение заболевания осложнено хроническим остеомиелитом, и больные хроническим остеомиелитом после травм и операций в возрасте от 20 до 70 лет. Критерии исключения: больные остеонейроартропатией, ДОНАП без хронического остеомиелита. Пациенты лечились в Клинике гнойной остеологии (КГО) с 2018 по 2021 г. У 15 пациентов в возрасте 25–60 лет без патологии костей стопы методом МСКТ изучена плотность пяточной, таранной и кубовидной костей. Одноцентровое ретроспективное исследование. В данной работе отдельно выделена остеонейроартропатия, которая связана с нарушением чувствительности при различных заболеваниях, сопровождающихся поражением периферических отделов нервной системы (без сахарного диабета); ДОНАП и хронический остеомиелит. Такое распределение по группам связано с тем, что все пациенты поступили на хирургическое лечение в связи с деформациями и деструкцией костей стопы, осложненных хроническим остеомиелитом (табл. 1).

Среди больных остеонейроартропатией пациенты с нарушением чувствительности в нижних конечностях после повреждения позвоночника (4), после хирургического вмешательства на позвоночнике (3), с болезнью Шарко —

Таблица 1

**Распределение больных с деформациями и деструкцией костей стопы, осложненных хроническим остеомиелитом, в зависимости от этиологии и пола. Пациенты без патологии костей стопы**

Этиология заболевания	Количество больных		Итого
	Мужчины	Женщины	
Нейрогенная артропатия (остеонейроартропатия)	10	2	12
ДОНАП	9	5	14
Хронический остеомиелит	13	5	18
Пациенты без патологии костей стопы	7	8	15
Всего	39	20	59

Мари (5). В группе больных хроническим остеомиелитом у 13 пациентов имела место травма, у двух — огнестрельное ранение, у трех остеомиелит развился после хирургического вмешательства при ортопедической патологии. Нормальные показатели плотности костей стопы изучены у 15 пациентов на здоровой конечности при переломе лодыжек (на второй, третий день после травмы).

При поступлении все больные обследованы методом рентгенографии и МСКТ. Рентгенографию стопы и голени в прямой, боковой и аксиальной проекциях для изучения анатомических особенностей и углов стопы выполняли на цифровом рентгеновском аппарате АРЦ-ОКО и на рентгенологическом комплексе SONIALVISION G4, «Шимадзу Корпорэйшн», Япония. МСКТ проведена на компьютерном томографе «GE Light Speed VCT», США, с использованием специального алгоритма реконструкции «BONE». Изучали аксиальные срезы с последующей мультипланарной реконструкцией (MPR) во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Применяли VRT-реконструкции. Измеряли общую и локальную плотность (единицы

Хаунсфилда — HU) костей стопы с построением гистограмм. Изучали также архитектуру пяточной, таранной, костей среднего отдела стопы, плюсневых костей.

Статистическую обработку проводили в электронных таблицах Microsoft Excel с использованием программы Attestat. Для подтверждения выводов о различиях между полученными результатами в двух группах, учитывая малые выборки, применяли U-критерий Манна — Уитни. Выборочные параметры, приводимые далее в таблицах, имели следующие обозначения:  $M$  — среднее,  $\sigma$  — стандартное средне-квадратичное отклонение,  $Me$  — медиана,  $n$  — количество больных,  $p$  — достигнутый уровень значимости. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05. Исследование выполнено на сертифицированном оборудовании, в соответствии с 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 Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266, одобрено этическим комитетом «НМИЦ травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, протокол № 17 от 28.04.22. Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных, полученных в результате исследований, без идентификации личности.

## Результаты и их обсуждение

Анализ литературы и собственного материала (МСКТ стоп и голеностопного сустава больных нейрогенной артропатией, ДОНАП, осложненных остеомиелитом, и больных посттравматическим и послеоперационным хроническим остеомиелитом) позволил выявить наиболее типичные проявления указанных заболеваний. Необходимость в дифференциальной диагностике связана с тем, что не всегда правильно изложена история болезни пациентов или ограничены данные анамнеза и физикального осмотра, этиология заболевания не подкреплена достаточным количеством обследований, а картина изменений в голеностопном суставе и костях стопы на фоне остеомиелита, особенно при длительном течении воспалительного процесса, достаточно сложна для интерпретации [16]. Лучевой диагностике, в данном случае МСКТ, принадлежит ведущая роль [14].

### Нейрогенная артропатия

Для нейроартропатии характерна дезорганизация суставов, вовлечение в процесс нескольких суставов в одной анатомической области. Коллапс таранной кости, массивные остеофиты, костная резорбция, создающая впечатление хирургической ампутации, заострение концов плюсневых костей, симптом «пестик в ступке», нарушение структуры и изменение плотности губчатых костей,

преимущественно среднего и заднего отделов стопы. Значительно снижена плотность пяточного бугра, таранной и кубовидной костей (рис. 1).

У больного нейрогенной артропатией после перенесенной травмы поясничного отдела позвоночника хронический остеомиелит кубовидной кости, анкилоз голеностопного сустава, выраженный остеопороз костей стопы. Дефект с заострением дистального отдела V плюсневой кости (рис. 2).

Выраженные изменения стопы и голеностопного сустава у больного с нейрогенной артропатией (Шарко — Мари), хронический остеомиелит. Выраженная костная резорбция, впечатление «хирургической ампутации» (рис. 3).

### Диабетическая нейроостеоартропатия

Для ДОНАП характерно начало деструктивных процессов в среднем отделе стопы, с подвывихом во втором предплюсне-плюсневом суставе, распространяющемся латерально. Атрофическая нейропатическая артропатия стопы часто проявлялась сосудистыми кальцификатами (кальцифицирующий склероз Менкеберга). Коллапс костей предплюсны. «Патологическая» опорная линия, увеличение угла Meary, уменьшение угла наклона пяточной кости, «стопа-качалка».

Характерные проявления ДОНАП выявлены у больной 49 лет: выраженные деструктивные изменения среднего отдела стопы, коллапс костей предплюсны с дефектами, фрагментацией, увеличение плотности пяточного бугра, «патологическая» опорная линия, кальцификация сосудов (рис. 4).

Коллапс среднего отдела стопы, увеличение угла Meary, кальцификация артериальных сосудов с увеличением плотности средней оболочки до 500–600 HU у больных ДОНАП (рис. 5).

На рис. 6 представлена диаграмма и схема основных рентгеновских показа-

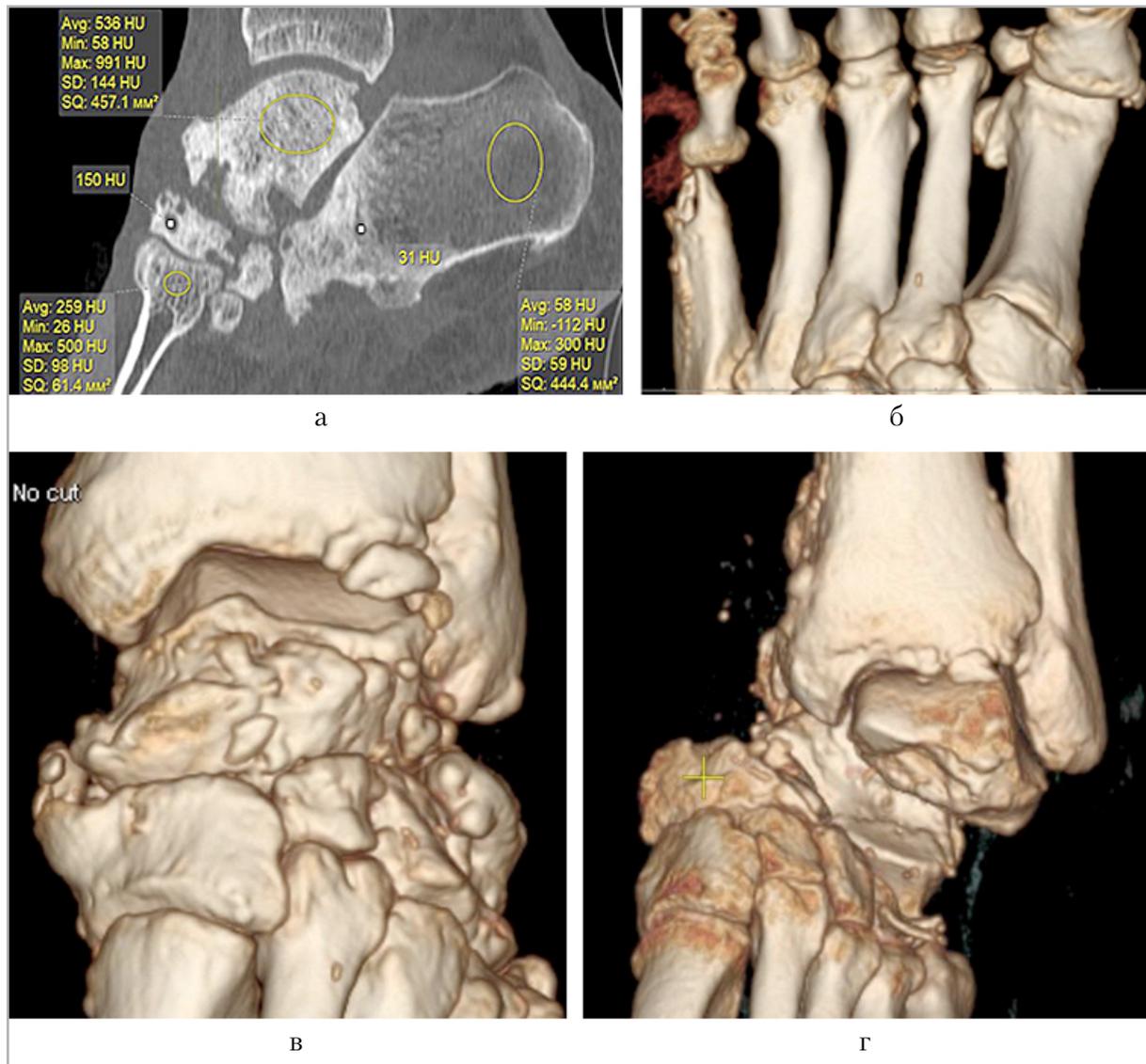


Рис. 1. МСКТ голеностопного сустава и стопы больного А., 34 года. Шарко – Мари. МРР в сагиттальной плоскости (а), VRT (б). МСКТ голеностопного сустава больных остео-нейроартропатией (Шарко – Мари – в; нарушение чувствительности после операции на позвоночнике – г). Массивные остеофиты, дислокация суставов

телей стопы у больных ДОНАП, остео-нейроартропатией, хроническим остеомиелитом (рис. 6).

### **Хронический посттравматический или постоперационный остеомиелит**

Учитывая, что нейроартропатия и ДОНАП часто осложняются хроническим остеомиелитом и больные поступают на лечение, как и при посттравматическом остеомиелите, с выраженными

нарушениями структуры и анатомии голеностопного сустава и стопы, но требуют дополнительного патогенетического лечения, необходимо проводить дифференциальную диагностику на этапе подготовки к хирургическому лечению. К характерным признакам хронического остеомиелита в стадии обострения относятся: изолированное поражение одной или нескольких костей (чаще страдают опорные поверхности пальцев стопы, головки плюсневых костей, пяточная кость, лодыжки), наличие свищевого



Рис. 2. МСКТ голеностопного сустава и стопы больного Б., 60 лет. Нейрогенная артропатия (травма поясничного отдела позвоночника). МРР в сагиттальной плоскости, анкилоз голеностопного сустава, остеопороз костей стопы, изменение формы и уплотнение дистального конца V плюсневой кости (а). VRT, заостренный дистальный конец V плюсневой кости и деструкция кубовидной (б)

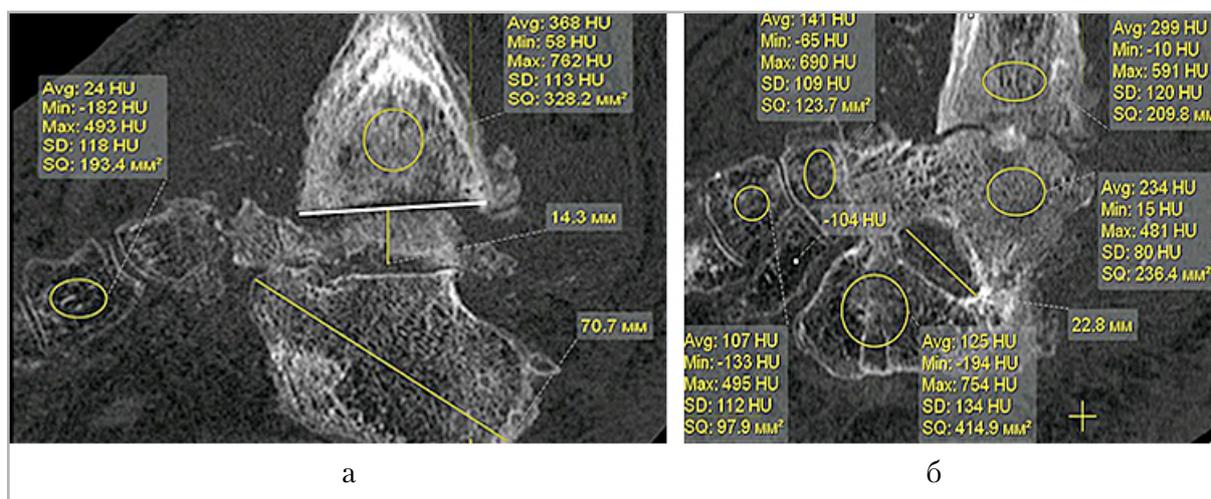


Рис. 3. МСКТ голеностопного сустава и стопы больного А., 41 год. Нейрогенная артропатия. Хронический остеомиелит. МРР в сагиттальной плоскости (а, б). Изменение анатомии и нарушение структуры всех костей стопы, остеопороз. Уменьшение плотности пяточной, кубовидной, таранной костей

хода, дефект корковой пластинки, связь с костной полостью, очаговое нарушение трабекулярного рисунка, трабекуляризация корковой пластинки. Кроме того, имело место снижение плотности прилежащих костей, наличие изолированных очагов склероза. Так, в пяточной кости пациента П., 68 лет, при измерении плотности на аксиальном срезе выявлены зоны с плотностью 70–130 HU,

участки с отрицательной плотностью (-13 HU), в переднем отделе тела пяточной кости — с плотностью до 900 HU. Плотность таранной кости, как правило, не снижалась до критических величин (160–230 HU).

На рис. 7 представлены данные МСКТ стопы больного хроническим послеоперационным остеомиелитом основания I плюсневой кости и I пальца

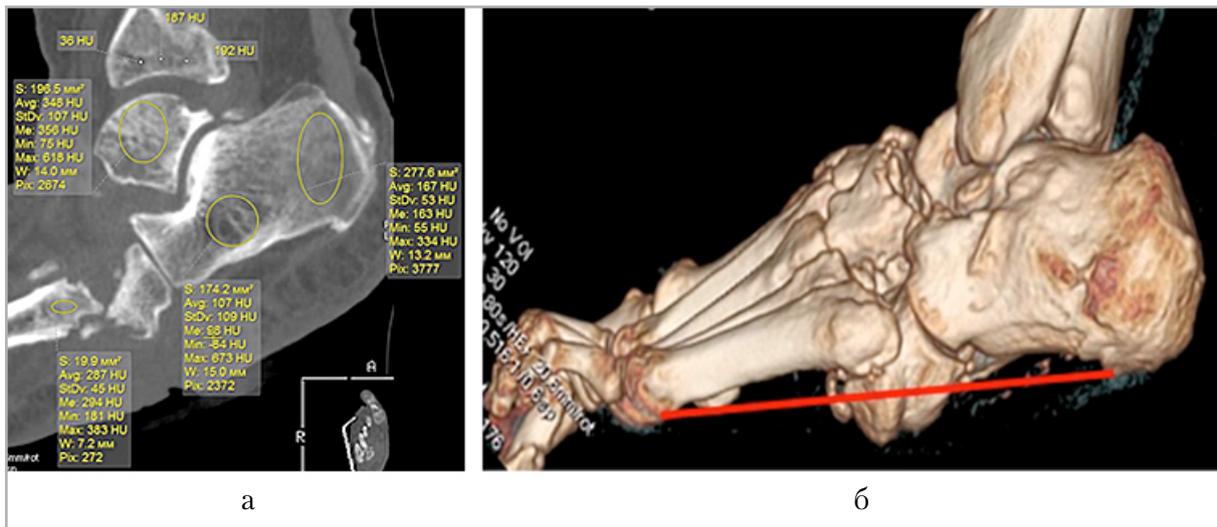


Рис. 4. МСКТ голеностопного сустава и стопы больной И., 59 лет. МРР в сагиттальной плоскости, коллапс и разрушение кубовидной кости, умеренное снижение плотности костей стопы (а), МРР в сагиттальной плоскости, «патологическая» опорная линия, стопа-качалка (б)

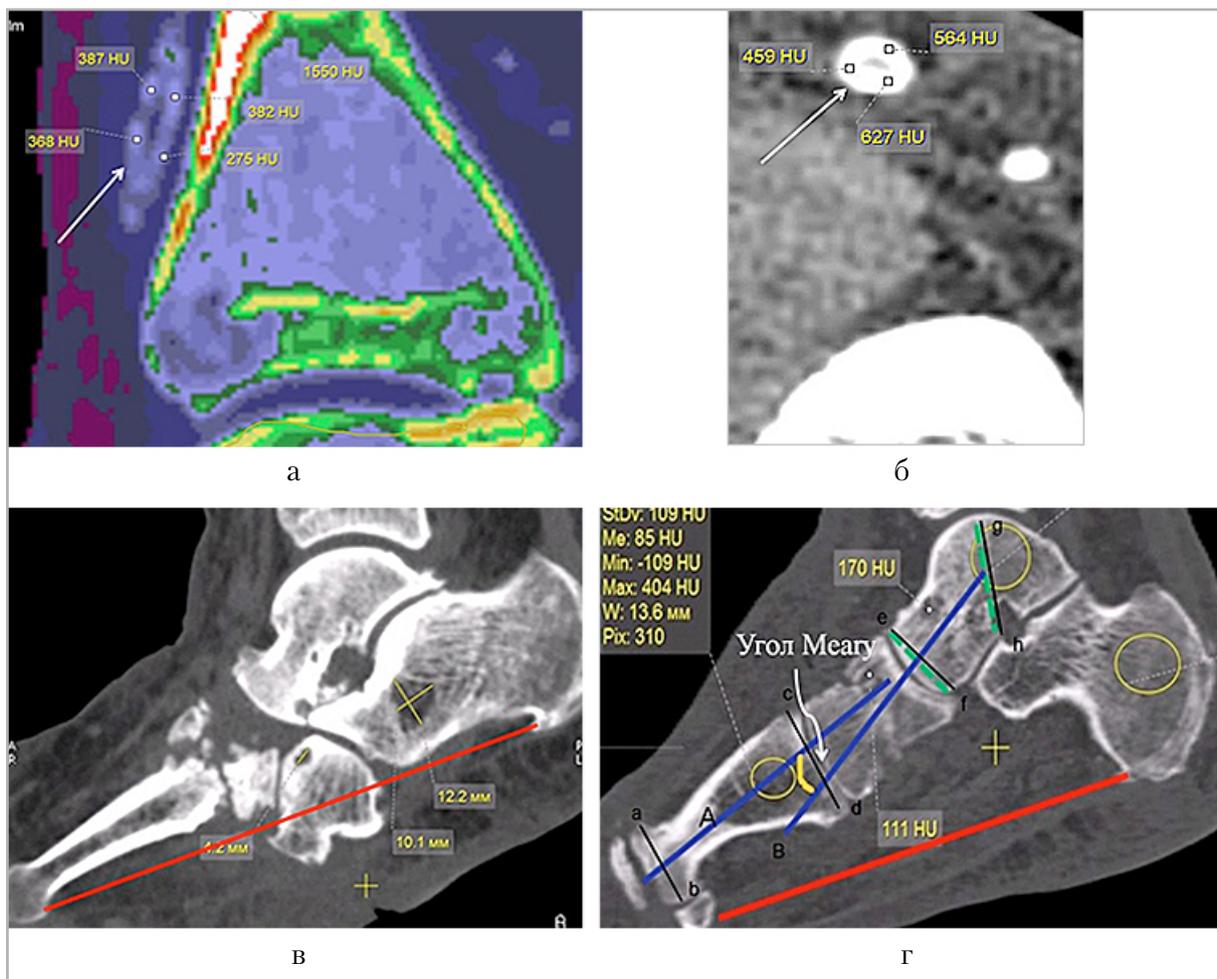


Рис. 5. МСКТ голеностопного сустава и стопы больных ДНОАП. МРР в сагиттальной плоскости (а), аксиальный срез (б). Кальцификация сосудов (артериосклероз Менкеберга), стрелки. МРР в сагиттальной плоскости, патологическая опорная линия, коллапс костей среднего отдела (в), угол Меару, фигурная стрелка (г)

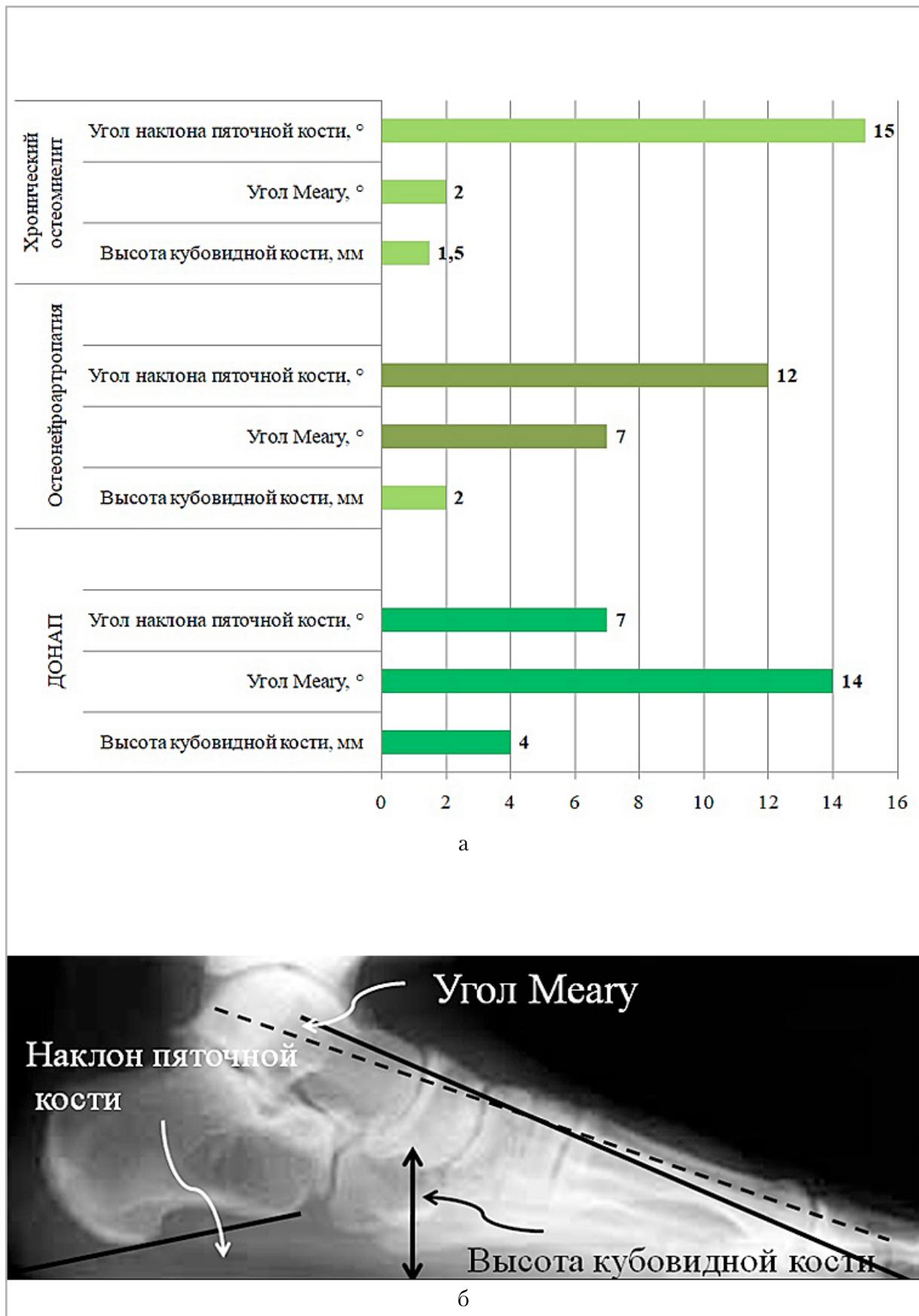


Рис. 6. Средние показатели высоты кубовидной кости, угла Меару, наклона пяточной кости у больных ДНОАП, остеонейроартропатией, хроническим остеомиелитом по данным рентгенографии (а), схема (б)

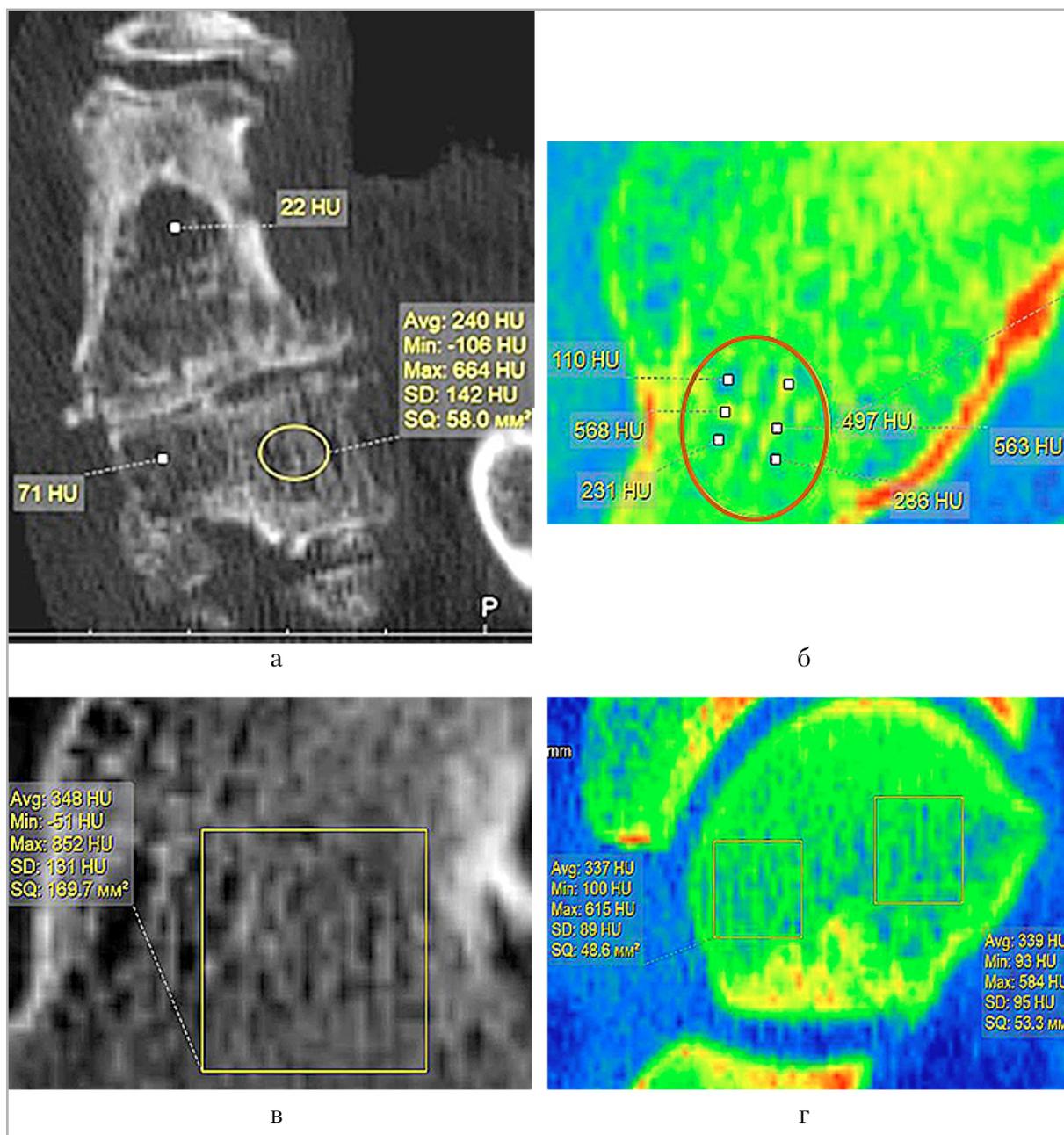


Рис. 7. МСКТ стопы и голеностопного сустава больного П., 68 лет. Хронический остеомиелит I пальца левой стопы, основания I плюсневой кости. Деструкция, остеопороз, периостальная реакция (а). МРР среднего отдела стопы в сагиттальной плоскости, таранная кость. Структура таранной кости. Участки повышенной и пониженной плотности (б, в, г)

левой стопы. Типичная локализация, деструкция, свищ, дефекты корковой пластинки, остеопороз и локальные участки склероза, нарушение трабекулярного рисунка заинтересованных и других костей стопы. В таранной кости, не пораженной остеомиелитическим процессом, перестройка с формированием зон пониженной и повышенной плотности

по типу «решетки» или «QR-кода». Цветовое картирование позволяет лучше визуализировать более плотные группы костных трабекул и зоны с низкой плотностью (рис. 7).

Характерные признаки хронического остеомиелита выявлены у пациента с воспалительным процессом в пяточной кости (изолированное поражение, на-

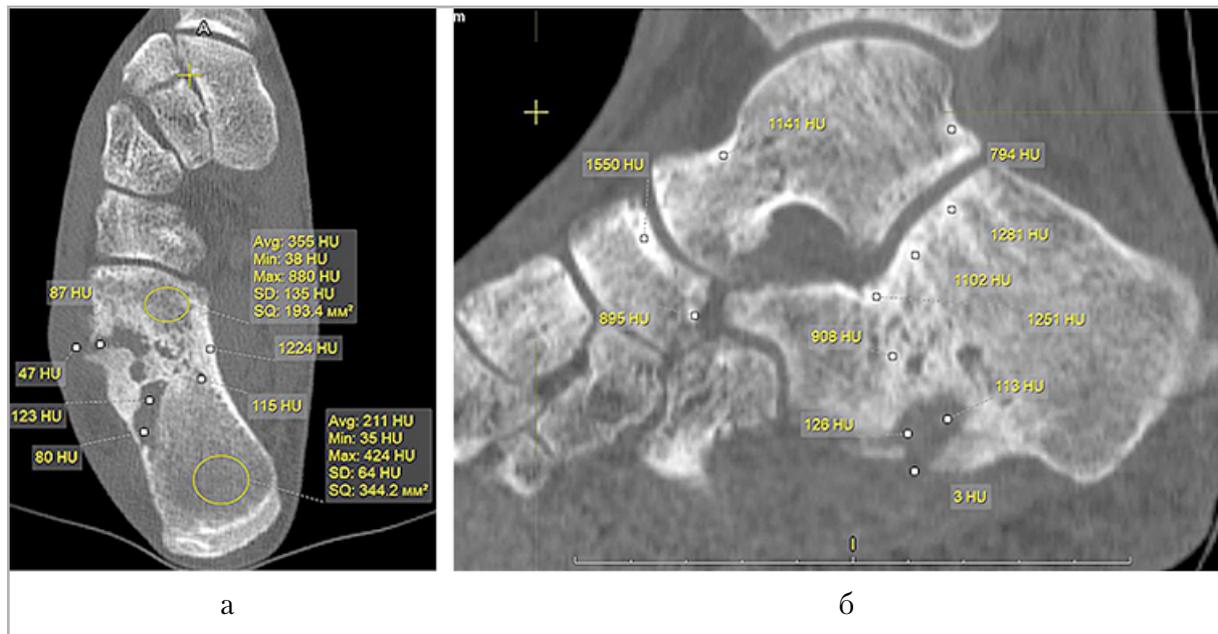


Рис. 8. МСКТ стопы и голеностопного сустава больного К., 32 года. Хронический остеомиелит правой пяточной кости. Аксиальный срез, свищевой ход, полость (а), МРР в сагиттальной плоскости (б). Свищевой ход в пяточной кости. Локальное измерение плотности таранной, пяточной и кубовидной костей

личие свищевых ходов, дефект корковой пластинки, связь с костной полостью, очаговое нарушение трабекулярного рисунка). Кроме того, имело место снижение плотности прилежащих костей, наличие изолированных очагов склероза, выявленных при локальном измерении плотности, отсутствие характерного трабекулярного рисунка таранной кости; дефект, нарушение аркадного строения пяточной кости (рис. 8).

В табл. 2 представлены данные о плотности костей стопы у больных остео-нейропатией, ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом и посттравматическим и послеоперационным хроническим остеомиелитом.

У 9 из 14 больных ДОНАП при сохраненной пяточной кости плотность ее в области пяточного бугра приближалась к нормальным показателям (по нашим данным,  $163,5 \pm 98,7$  HU) и была выше, чем у больных нейроартропатией, осложненной хроническим остеомиелитом и с посттравматическим или послеоперационным хроническим

остеомиелитом, составляя  $193,7 \pm 32,5$ . Плотность тела пяточной кости также была выше, чем у больных двух других групп и в норме (рис. 9).

Плотность губчатой части таранной, кубовидной кости у больных всех трех групп была ниже, чем в норме.

В табл. 3 перечислены основные дифференциально-диагностические отличия остео-нейроартропатии, ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом, и хронического остеомиелита.

### Обсуждение результатов

Анализ литературы показал, что основное количество публикаций по дифференциальной диагностике стопы Шарко и других заболеваний в настоящее время посвящено МРТ. В работах изучены основные проявления острой стадии стопы Шарко и заболеваний, с которыми дифференцируется остео-нейроартропатия (подагра, подошвенный фасциит, ревматоидный артрит, опухоли, венозная недостаточность, переломы, тромбоз глубоких вен, ар-

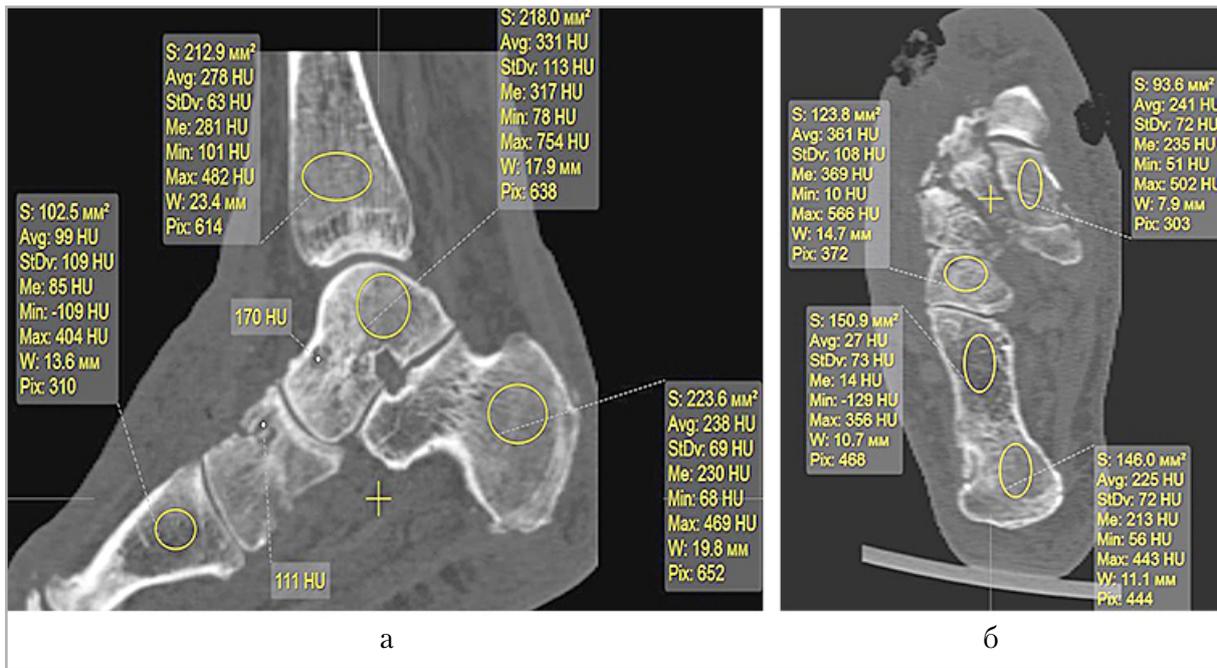


Рис. 9. МСКТ стопы и голеностопного сустава больной Ф., 62 лет. MPR в сагиттальной плоскости (а), аксиальный срез (б). Измерение плотности костей стопы. Плотность пяточного бугра повышена

Таблица 2

**Плотность костей стопы у больных хроническим остеомиелитом, остеонейроартропатией, ДОНАП и нормальные показатели (HU)**

Зона интереса		Общая плотность, HU		
		М	σ	Me
<b>Нормальные показатели (n = 15)</b>				
Пяточная кость	Тело	214,2	56,3	212
	Бугор	163,5	98,7	151,5
Таранная кость		424,5	81,7	423
Кубовидная кость		435,2	111,5	401
<b>Хронический остеомиелит (n = 18)</b>				
Пяточная кость	Тело	147,2	10,4	145
	Бугор	37,8	8,4	38
Таранная кость		315,5	24,7	314,3
Кубовидная кость		122,9	17,4	123
<b>Остеонейроартропатия, осложненная хроническим остеомиелитом (n = 12)</b>				
Пяточная кость	Тело	164,2	12,8	163
	Бугор	44,2	6,1	45
Таранная кость		407,5	24,7	408,1
Кубовидная кость		132,4	22,7	133

Продолжение таблицы 2

Зона интереса		Общая плотность, НУ		
		М	σ	Me
<b>ДОНАП, осложненная хроническим остеомиелитом (n = 14)</b>				
Пяточная кость	Тело <sup>1</sup>	273,2	14,7	274
	Бугор <sup>2</sup>	193,7	32,5	195
Таранная кость <sup>3</sup>		348,3	38,2	350,4
Кубовидная кость		143,3	29,8	142

*Примечание:* <sup>1,2</sup> В случаях сохранения анатомии пяточной кости.

<sup>3</sup> В случаях сохранения анатомии таранной кости.

Таблица 3

**Дифференциально-диагностические отличия остеонейроартропатии, ДНОАП, осложненных хроническим остеомиелитом, и хронического остеомиелита**

Нозологическая форма	Основные рентгенологические признаки
Остеонейроартропатия, осложненная хроническим остеомиелитом	Деформация и нестабильность сустава. Дезорганизация суставов, вовлечение нескольких суставов в одной суставной области. Вывих в таранно-пяточном сочленении, коллапс таранной кости, атипичные переломы пяточной кости. Костная резорбция, создающая впечатление хирургической ампутации. Заострение концов плюсневых костей, симптом «пестик в ступке». Нарушение структуры и снижение плотности губчатых костей (пяточная, таранная кубовидная). Нечеткие контуры остеофитов на ранних стадиях, на поздних стадиях большое количество остеофитов больших размеров. Незначительное увеличение угла Meary и угла наклона пяточной кости
ДОНАП, осложненная хроническим остеомиелитом	Быстро прогрессирующая деструкция сначала суставов, затем костей в не изъязвленной стопе. Деструктивные изменения среднего отдела стопы (5D). Коллапс костей предплюсны с дефектами. Фрагментация и вывих в голеностопном суставе. Сохранение внутрисуставных тел длительное время. Увеличение плотности пяточной кости, снижение плотности таранной и кубовидной. Кальцифицирующий артериосклероз Менкеберга. «Патологическая» опорная линия, увеличение угла Meary, уменьшение угла наклона пяточной кости, «стопа-качалка». Отрывные переломы бугорка пяточной кости и субхондральный перелом головки II плюсневой кости

Нозологическая форма	Основные рентгенологические признаки
Хронический остеомиелит	<p>Изолированное поражение одной или нескольких костей; наличие свищевого хода, дефект корковой пластинки, связь с костной полостью.</p> <p>Очаговые нарушения трабекулярного рисунка и снижение плотности прилежащих костей, наличие изолированных очагов склероза.</p> <p>Периостальная реакция или утолщение кости. Многослойное строение. Трабекуляризация корковой пластинки.</p> <p>Часто анкилоз голеностопного и таранно-пяточного сустава.</p> <p>Исчезновение внутрисуставных тел в результате рассасывания. Внутрикостный газ.</p> <p>Для пяточной кости характерно нарушение аркадного строения и значительное уменьшение плотности, так же как и для таранной и кубовидной.</p> <p>Нормальная опорная линия, в 95 % нормальный угол Meary и угол наклона пяточной кости (при сохранении формы костей)</p>

триты различной этиологии, остеомиелит) [9, 16]. Нейропатическая артропатия может вызывать изменения мягких тканей и костного мозга, которые имитируют остеомиелит, однако нейропатическая артропатия обычно поражает несколько костей периартикулярно, в то время как при хроническом остеомиелите обычно заинтересованы отдельные кости в областях, несущих нагрузку, таких как I плюснефаланговый сустав и пяточная кость [11]. Выявленное нами увеличение плотности пяточной кости при ДОНАП, по сравнению с остеонейроартропатией, осложненной остеомиелитом и хроническим остеомиелитом, может быть отнесено к отличительному МСКТ-признаку, так же как и кальцифицирующий артериосклероз Менкеберга с количественной оценкой плотности стенки сосудов. Деструктивные изменения среднего отдела стопы, коллапс костей предплюсны с дефектами, фрагментацией, «патологической» опорной линией, увеличением угла Meary, уменьшением угла наклона пяточной кости, «стойкой-качалкой» — несомненное дополнение к дифференциальному диагнозу.

Поскольку визуализация играет ключевую роль в постановке окончательного диагноза и адекватного лечения, заключение рентгенолога имеет важное значение [20]. В представленном нами исследовании изучены анатомические особенности костей стопы (в том числе рентгенометрические), плотность пяточной, таранной, кубовидной костей в сравнении с нормальными показателями, что сделано впервые. По мнению А.Н. Каим и др. (2002), главные задачи рентгеновской диагностики хронического остеомиелита заключаются в определении: 1. Где находится главный очаг инфекции? 2. Есть ли очаги в других участках кости? 3. Какие ткани и прилежащие суставы вовлечены в процесс? 4. Качества и жизнеспособность кости и состояния окружающих тканей? 5. Послеоперационный результат (анатомия и стабильность ортопедических конструкций) [14]. Учитывая, что речь идет о трех этиологически различных заболеваниях, но имеющих признаки хронического остеомиелита, важно ответить на все эти вопросы относительно каждого заболевания.

Более точные дифференциально-диагностические критерии не всегда возможно определить по данным рентгенографии, и только МСКТ, обеспечивая многоплоскостные реконструкции аксиальных изображений с количественной оценкой плотности, позволяет выявлять самые незначительные изменения, визуализируемые для изучаемых заболеваний (секвестры, полости или внутрикостный газ), с чувствительностью 0,67 с доверительным интервалом 95 % (от 0,24 до 0,94) и специфичностью 0,50 (от 0,03 до 0,97) [15]. Выявленные в ранее выполненных нами работах по диагностике хронического остеомиелита симптомы, такие как трабекуляризация корковой пластинки, специфические изменения костей стопы, голеностопного сустава, плотностные показатели, позволили дополнить МСКТ-семиотику хронического остеомиелита [2, 3]. А изучение плотности костей стопы при остеоартропатии, ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом и при хроническом остеомиелите в сравнении с данными о нормальной плотности, дополнили дифференциальную диагностику количественными показателями. Так же, как и при остеомиелите, МСКТ может быть с успехом «использована на более поздних стадиях стопы Шарко для лучшей визуализации костных изменений или для планирования операции и контроля за процессом лечения аппаратом Илизарова» [12].

## Выводы

1. Для нейrogenной артропатии характерна дезорганизация суставов, вовлечение нескольких суставов в одной суставной области, вывих в таранно-пяточном сочленении, коллапс таранной кости, костная резорбция, создающая впечатление хирургической ампутации, заострение концов плюсневых костей, симптом «пестик в ступке», нарушение структуры губчатых костей, остеофиты больших размеров, уменьшение плотности таранной, пяточной и кубовидной костей.
2. Нейропатическая остеоартропатия при диабетической стопе проявляется выраженными деструктивными изменениями среднего отдела стопы, коллапсом костей предплюсны с дефектами, фрагментацией, увеличением плотности пяточного бугра, сосудистыми кальцификатами (кальцифицирующий артериосклероз Менкеберга), «патологической» опорной линией, увеличением угла Meary, уменьшением угла наклона пяточной кости, «стопой-качалкой».
3. Для хронического остеомиелита характерно изолированное поражение одной или нескольких костей: наличие свищевого хода, очаговые нарушения трабекулярного рисунка, снижение плотности прилежащих костей и нарушение их структуры, наличие изолированных очагов склероза, трабекуляризация корковой пластинки, часто анкилоз голеностопного или подтаранного сустава, в 95 % случаев нормальные рентгенометрические показатели.

## Список литературы

1. Дедов И. И., Шестакова М. В., Майоров А. Ю. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. 9-й выпуск // Сахарный диабет. 2019;22(1S1):1–144. DOI: 10.14341/DM221S1
2. Дьячкова Г. В., Дьячков К. А., Ключин Н. М., Ларионова Т. А., Шастов А. Л. «Многоликий» хронический остеомиелит: лучевая диагностика // Гений ортопедии. 2020;26(3):385–391.
3. Дьячкова Г. В., Ключин Н. М., Дьячков К. А., Шастов А. Л., Ларионова Т. А. Трабекуляризация корковой пластинки при хроническом остеомиелите // Гений ортопедии. 2022;28(2):204–210. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-204-210

4. Дьячкова Г. В., Судницын А. С., Клошин Н. М., Дьячков К. А., Ларионова Т. А., Хиева Е. В. МСКТ-семиотика диабетической остеоартропатии, осложненной хроническим остеомиелитом // Гений ортопедии. 2022;28(3):378–385.
5. Ступина Т. А., Мезенцев И. Н., Щудло М. М., Мигалкин Н. С., Судницын А. С. Современные аспекты патоморфологии тканей стопы при синдроме диабетической нейроостеоартропатии, в том числе осложненной остеомиелитом (обзор литературы и результаты собственных исследований) // Гений ортопедии. 2022;28(2):282–288. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-282-28
6. Токмакова А. Ю., Егорова Д. Н., Доронина Л. П. Поражения нижних конечностей при сахарном диабете // Ожирение и метаболизм. 2017;14(1):41–47. <https://doi.org/10.14341/omet2017141-47>
7. Berli M. C., Higashigaito K., Götschi T., Pfirrmann C. W. A., Sutter R., Roskopf A. B. The «Balgrist Score» for evaluation of Charcot foot: a predictive value for duration of off-loading treatment. *Skeletal Radiol.* 2021;50(2):311–320. DOI: 10.1007/s00256-020-03541-6
8. Buse A. M., Mihai D. A., Lupu L., Salmen T., Stegaru D., Radulian G. The Charcot Neuroarthropathy as Onset of Type 2 Diabetes – a Diagnostic Challenge. *Maedica (Bucur).* 2020;15(1):122–125. DOI: 10.26574/maedica.2020.15.1.122
9. Chan R. L. S., Chan C. H., Chan H. F., Pan N. Y. The many facets of neuropathic arthropathy. *BJR Open.* 2019;1(1):20180039. DOI: 10.1259/bjro.20180039
10. Dardari D. An overview of Charcot's neuroarthropathy. *J. Clin. Transl. Endocrinol.* 2020;22:100239. DOI: 10.1016/j.jcte.2020.100239
11. Donovan A., Schweitzer M. E. Use of MR imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis. *Radiographics.* 2010;30(3):723–736. DOI: 10.1148/rg.303095111
12. Ergen F. B., Sanverdi S. E., Oznur A. Charcot foot in diabetes and an update on imaging. *Diabet. Foot Ankle.* 2013;4. DOI: 10.3402/dfa.v4i0.21884
13. Goldsmith L., Barlow M., Evans P. J., Srinivas-Shankar U. Acute hot foot: Charcot neuroarthropathy or osteomyelitis? Untangling a diagnostic web. *BMJ Case Rep.* 2019;12(5):e228597. DOI: 10.1136/bcr-2018-229597
14. Kaim A. H., Gross T., von Schulthess G. K. Imaging of chronic posttraumatic osteomyelitis. *Eur Radiol.* 2002;12(5):1193–202. DOI: 10.1007/s00330-001-1141-0
15. Lim W., Barras C. D., Zadow S. Radiologic Mimics of Osteomyelitis and Septic Arthritis: A Pictorial Essay. *Radiol. Res. Pract.* 2021;2021:9912257. DOI: 10.1155/2021/9912257
16. Marmolejo V. S., Arnold J. F., Ponticello M., Anderson C. A. Charcot Foot: Clinical Clues, Diagnostic Strategies, and Treatment Principles. *Am. Fam. Physician.* 2018;97(9):594–599.
17. Metsemakers W. J., Morgenstern M., McNally M. A., Moriarty T. F., McFadyen I., Scarborough M. et al. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group. *Injury.* 2018;49(3):505–510. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.040. Epub 2017 Aug 24.
18. Panteli M., Giannoudis P. V. Chronic osteomyelitis: what the surgeon needs to know. *EFORT Open Rev.* 2017 Mar 13;1(5):128–135. DOI: 10.1302/2058-5241.1.000017
19. 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;23(2):80–89. DOI: 10.1055/s-0029-1214160
20. Roskopf A. B., Loupatatzis C., Pfirrmann C. W. A., Böni T., Berli M. C. The Charcot foot: a pictorial review. *Insights Imaging.* 2019;10(1):77. DOI: 10.1186/s13244-019-0768-9

## References

1. Dedov I. I., Shestakova M. V., Maiorov A. Yu. Algorithms of specialized medical care for

- patients with diabetes mellitus. Issue 9. Diabetes mellitus. 2019;22(1S1):1–144 (in Russian). DOI: 10.14341/DM221S1
2. *Dyachkova G. V., Dyachkov K. A., Klyushin N. M., Larionova T. A., Shastov A. L.* A multifaceted osteomyelitis: radiological diagnosis. *Genius of Orthopedics*. 2020;26(3):385–391 (in Russian). DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-385-391
  3. *Dyachkova G. V., Klyushin N. M., Dyachkov K. A., Shastov A. L., Larionova T. A.* Trabecularization of the cortical plate in chronic osteomyelitis. *Genius of Orthopedics*. 2022;28(2):204–210 (in Russian). DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-204-210
  4. *Dyachkova G. V., Sudnitsyn A. S., Klyushin N. M., Dyachkov K. A., Larionova T. A., Khieva E. V.* MSCT semiotics of diabetic osteoarthropathy complicated by chronic osteomyelitis. *Genius of Orthopedics*. 2022;28(3):378–385 (in Russian). DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-3
  5. *Stupina T. A., Mezentsev I. N., Shchudlo M. M., Migalkin N. S., Sudnitsyn A. S.* Modern aspects of pathomorphology of foot tissues in diabetic neuroosteoarthropathy syndrome, including that complicated by osteomyelitis (literature review and results of own research). *Genius of Orthopedics*. 2022;28(2):282–288 (in Russian). DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-282-28
  6. *Tokmakova A. Yu., Egorova D. N., Doronina L. P.* Lower limb disorders in diabetes mellitus. *Obesity and metabolism*. 2017;14(1):41–47 (in Russian). DOI: 10.14341/omet2017141-47
  7. *Berli M. C., Higashigaito K., Götschi T., Pfirrmann C. W. A., Sutter R., Roskopf A. B.* The «Balgrist Score» for evaluation of Charcot foot: a predictive value for duration of off-loading treatment. *Skeletal Radiol*. 2021;50(2):311–320. DOI: 10.1007/s00256-020-03541-6
  8. *Buse A. M., Mihai D. A., Lupu L., Salmen T., Stegaru D., Radulian G.* The Charcot Neuroarthropathy as Onset of Type 2 Diabetes – a Diagnostic Challenge. *Maedica (Bucur)*. 2020;15(1):122–125. DOI: 10.26574/maedica.2020.15.1.122
  9. *Chan R. L. S., Chan C. H., Chan H. F., Pan N. Y.* The many facets of neuropathic arthropathy. *BJR Open*. 2019;1(1):20180039. DOI: 10.1259/bjro.20180039
  10. *Dardari D.* An overview of Charcot's neuroarthropathy. *J. Clin. Transl. Endocrinol*. 2020;22:100239. DOI: 10.1016/j.jcte.2020.100239
  11. *Donovan A., Schweitzer M. E.* Use of MR imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis. *Radiographics*. 2010;30(3):723–736. DOI: 10.1148/rg.303095111
  12. *Ergen F. B., Sanverdi S. E., Oznur A.* Charcot foot in diabetes and an update on imaging. *Diabet. Foot Ankle*. 2013;4. DOI: 10.3402/dfa.v4i0.21884
  13. *Goldsmith L., Barlow M., Evans P. J., Srinivas-Shankar U.* Acute hot foot: Charcot neuroarthropathy or osteomyelitis? Untangling a diagnostic web. *BMJ Case Rep*. 2019;12(5):e228597. DOI: 10.1136/bcr-2018-229597
  14. *Kaim A. H., Gross T., von Schulthess G. K.* Imaging of chronic posttraumatic osteomyelitis. *Eur Radiol*. 2002;12(5):1193–202. DOI: 10.1007/s00330-001-1141-0
  15. *Lim W., Barras C. D., Zadow S.* Radiologic Mimics of Osteomyelitis and Septic Arthritis: A Pictorial Essay. *Radiol. Res. Pract.* 2021;2021:9912257. DOI: 10.1155/2021/9912257
  16. *Marmolejo V. S., Arnold J. F., Ponticello M., Anderson C. A.* Charcot Foot: Clinical Clues, Diagnostic Strategies, and Treatment Principles. *Am. Fam. Physician*. 2018;97(9):594–599.
  17. *Metsemakers W. J., Morgenstern M., McNally M. A., Moriarty T. F., McFadyen I., Scarborough M. et al.* Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group. *Injury*. 2018;49(3):505–510. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.040. Epub 2017 Aug 24.
  18. *Panteli M., Giannoudis P. V.* Chronic osteomyelitis: what the surgeon needs to know. *EFORT Open Rev*. 2017 Mar

- 13;1(5):128–135. DOI: 10.1302/2058-5241.1.000017
19. *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;23(2):80–89. DOI: 10.1055/s-0029-1214160
20. *Roskopf A. B., Loupatatzis C., Pfirrmann C. W. A., Böni T., Berli M. C.* The Charcot foot: a pictorial review. *Insights Imaging.* 2019;10(1):77. DOI:10.1186/s13244-019-0768-9

---

## Сведения об авторах / Information about authors

**Дьячкова Галина Викторовна**, доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, заведующая лабораторией рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики, г. Курган.

Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.

Телефон: +7 (909) 174-57-94. Электронная почта: [dgv2003@list.ru](mailto:dgv2003@list.ru)

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

Вклад автора: разработка дизайна исследования, анализ данных, написание статьи, утверждение окончательного варианта публикации – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

**Galina V. Diachkova**, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Laboratory, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.

Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.

Phone number: +7 (909) 174-57-94. E-mail: [dgv2003@list.ru](mailto:dgv2003@list.ru)

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

Author contribution: the idea and design of the study, processing of data, writing the draft, approval of the final version of the publication – taking responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version.

**Судницын Анатолий Сергеевич**, кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, заведующий научной лабораторией клиники гнойной остеологии, доцент кафедры травматологии, ортопедии и смежных дисциплин, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.

Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.

Телефон: +7 (906) 883-51-74. Электронная почта: [anatol\\_anatol@mail.ru](mailto:anatol_anatol@mail.ru)

ORCID.org/0000-0002-2602-2457

Вклад автора: разработка дизайна исследования, сбор данных, работа с различными изображениями и подрисуночными подписями.

**Anatoliy S. Sudnitsyn**, Ph. D. Med, Traumatologist-Orthopedist, Head of the Scientific Laboratory of the Clinic of Purulent Osteology, Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Related Disciplines National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.

Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.

Phone number: +7 (906) 883-51-74. E-mail: [anatol\\_anatol@mail.ru](mailto:anatol_anatol@mail.ru)

ORCID.org/0000-0002-2602-2457

Author contribution: the idea and design of the study, data collection, work with various images and captions.

**Клюшин Николай Михайлович**, доктор медицинских наук, консультант лаборатории гнойной остеологии и замещения дефектов, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.

Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.

Телефон +7 (8912) 832-54-09. Электронная почта: [klyushin\\_nikolay@mail.ru](mailto:klyushin_nikolay@mail.ru)

Вклад автора: формирование заключения и выводов по материалу, редактирование статьи.

**Nikolai M. Klyushin**, M.D., Ph.D., Consultant of the Clinic of Purulent Osteology National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.

Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.  
Phone number: +7 (8912) 832-54-09. E-mail: klyushin\_nikolay@mail.ru  
Author contribution: formation of conclusions and conclusions on the material, text editing.

**Бурцев Александр Владимирович**, доктор медицинских наук, директор ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.  
Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.  
Телефон : +7 (3522) 45-45-47. Электронная почта: bav31rus@mail.ru  
ORCID.org/0000-0001-8968-6528.  
Вклад автора: формирование заключения и выводов по материалу, редактирование статьи.

**Aleksander V. Burtsev**, doctor of medical sciences, Director National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.  
Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.  
Phone number: +7 (3522) 45-45-47. E-mail: bav31rus@mail.ru  
ORCID.org/0000-0001-8968-6528.  
Author contribution: formation of conclusions and conclusions on the material, text editing.

**Дьячков Константин Александрович**, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики, заведующий отделением лучевой диагностики, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.  
Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.  
Телефон: +7 (919) 590-08-77. Электронная почта: dka\_doc@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-8490-3052  
Вклад автора: участие в сборе материала, в обработке материала и обсчете статистических показателей, работа с различными изображениями и подрисовочными подписями.

**Konstantin A. Diachkov**, Dr. Med. Sc., Leading Researcher, Head of Radiology Department, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.  
Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.  
Phone number: +7(919) 590-08-77. E-mail: dka\_doc@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-8490-3052  
Author contribution: participation in the processing of the material and calculation of statistical indicators, work with various images and captions.

**Хиева Екатерина Викторовна**, младший научный сотрудник лаборатории гнойной остеологии и замещения дефектов, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.  
Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.  
Телефон: +7 (8908) 006-24-05. Электронная почта: khieva@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-0355-3554  
Вклад автора: поиск публикаций по теме, анализ литературы, редактирование статьи.

**Ekaterina V. Khieva**, junior researcher of the Scientific Laboratory of the Clinic of Purulent Osteology National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.  
Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.  
Phone number: +7 (8908) 006-24-05. E-mail: khieva@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-0355-3554  
Author contribution: searching for publications on the topic, analyzing the literature, text editing.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 05.12.2022 г.  
Дата одобрения после рецензирования: 28.01.2023 г.  
Дата принятия статьи к публикации: 01.02.2023 г.