

Классификация деформаций среднего отдела стопы при остеоартропатии Шарко

С.А. Оснач¹, В.Г. Процко², В.Н. Оболенский³, В.Б. Бреговский⁴, Е.Ю. Комелягина⁵,
А.Б. Далматова⁶, Н.И. Сабанчиева⁵, А.Г. Демина⁴, С.К. Тамоев¹, Д.С. Бобров⁷,
В.В. Кузнецов¹, А.Л. Рыбинская¹, Н.В. Загородний²

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина ДЗМ», г. Москва, Россия

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», г. Москва, Россия

³ Филиал № 1 ГБУЗ «Городская клиническая больница им. В.П. Демикова ДЗМ», г. Москва, Россия

⁴ ГБУЗ «Городской консультативно-диагностический центр № 1», Региональный эндокринологический центр, г. Санкт-Петербург, Россия

⁵ ГБУЗ «Эндокринологический диспансер ДЗМ», г. Москва, Россия

⁶ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

⁷ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет)» Минздрава России, г. Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Поражения среднего отдела стопы составляют 60–70% от всех деформаций при диабетической нейроостеоартропатии Шарко, однако имеющиеся классификации этой патологии немногочисленны и имеют недостатки.

Цель исследования — на основании анализа рентгенограмм изучить характер смещения костно-суставного аппарата среднего отдела стопы при остеоартропатии Шарко и с учетом закономерностей смещения разработать анатомо-рентгенологическую классификацию деформаций среднего отдела стопы.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ рентгенограмм 416 пациентов (436 стоп) с патологией среднего отдела как проявлением нейроостеоартропатии Шарко. Из них 233 рентгенограммы были выполнены в стационарах, а 203 — амбулаторно. Для анализа отбирались рентгенограммы в прямой и боковой проекциях. Оценивали соотношение в суставах стопы, объем деструкций, направление смещения костей.

Результаты. Выделены следующие варианты поражения. 1А — поражение ладьевидной кости и головки таранной кости с сохранением анатомии латеральной колонны. 1Б — одновременное поражение таранно-ладьевидного и пяточно-кубовидного суставов. 1В — подвывих или вывих в таранно-ладьевидном суставе с переходом на латеральные отделы предплюсне-плюсневых суставов с дислокацией кубовидной кости плантарно и сохранением анатомической целостности в пяточно-кубовидном суставе. 1Г — тотальное смещение ладьевидной кости с вывихом в таранно-ладьевидном, ладьевидно-клиновидных и предплюсне-плюсневых суставах. 2 — деформация (подвывих, вывих, перелом-вывих) на уровне ладьевидно-клиновидного сустава с поражением латеральной колонны в кубовидно-плюсневом суставе и уплощением медиальной колонны. 3 — изолированное поражение сустава Лисфранка. 4А — изолированное поражение (подвывих или вывих) первого плюсне-клиновидного сустава при отсутствии видимой деформации в зоне поражения. 4Б — вывих в медиальном ладьевидно-клиновидном и медиальном плюсне-клиновидном суставе со смещением медиальной клиновидной кости относительно остальных костей стопы. 5 — варусная деформация стопы с переломом плюсневых костей.

Заключение. Новая классификация поражений среднего отдела предназначена для определения ключевых направлений реконструктивных оперативных вмешательств при данной патологии.

Ключевые слова: нейроостеоартропатия; стопа Шарко; диабетическая стопа; средний отдел; деформация; классификация.

 **Для цитирования:** Оснач С.А., Процко В.Г., Оболенский В.Н., Бреговский В.Б., Комелягина Е.Ю., Далматова А.Б., Сабанчиева Н.И., Демина А.Г., Тамоев С.К., Бобров Д.С., Кузнецов В.В., Рыбинская А.Л., Загородний Н.В. Классификация деформаций среднего отдела стопы при остеоартропатии Шарко. *Травматология и ортопедия России*. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17689>.

 Оснач Станислав Александрович; e-mail: stas-osnach@yandex.ru

Рукопись получена: 09.03.2025. Рукопись одобрена: 13.07.2025. Статья опубликована онлайн: 15.07.2025.

© Оснач С.А., Процко В.Г., Оболенский В.Н., Бреговский В.Б., Комелягина Е.Ю., Далматова А.Б., Сабанчиева Н.И., Демина А.Г., Тамоев С.К., Бобров Д.С., Кузнецов В.В., Рыбинская А.Л., Загородний Н.В., 2025



Classification of Midfoot Deformities in Charcot Neuroarthropathy

Stanislav A. Osnach¹, Victor G. Protsko², Vladimir N. Obolenskiy³, Vadim B. Bregovsky⁴, Elena Y. Komelyagina⁵, Anna B. Dalmatova⁶, Nuria I. Sabantchieva⁷, Anastasia G. Demina⁴, Sargon K. Tamoev¹, Dmitrii S. Bobrov⁷, Vasiliy V. Kuznetsov¹, Anastasiya L. Rybinskaya¹, Nikolay V. Zagorodniy²

¹ Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

³ Branch No 1 Demikhov City Clinical Hospital, Moscow, Russia

⁴ City Consultative and Diagnostic Center No1, Regional Center of Endocrinology, St. Petersburg, Russia

⁵ Diabetic Foot Department, Endocrinological Dispensary, Moscow, Russia

⁶ Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia

⁷ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Abstract

Background. Midfoot pathology accounts for 60-70% of all deformities in diabetic Charcot neuroarthropathy. However, the available classifications of this pathology are few and have certain disadvantages.

The aim of the study — based on the X-ray analysis, to study the displacement patterns of the midfoot bones and joints in Charcot neuroarthropathy and, taking these patterns into account, to develop an anatomical and radiological classification of the midfoot deformities.

Methods. A retrospective analysis of 416 patients X-rays (436 feet) with midfoot pathology in Charcot neuroarthropathy was carried out. Of these, 233 X-rays were performed in hospitals, and 203 — on an outpatient basis. The X-rays in straight and oblique projections were selected for the analysis. The ratio in the joints of the foot, the volume of destruction, and the direction of bone displacement were evaluated.

Results. The following patterns are identified. 1A — damage to the navicular bone and the talar head with preservation of the anatomy of the lateral column. 1B — simultaneous damage to the talo-navicular and calcaneocuboid joints. 1C — subluxation or dislocation in the talo-navicular joint with transition to the lateral parts of the tarsal-metatarsal joint with plantar dislocation of the cuboid bone and preservation of anatomical integrity in the calcaneocuboid joint. 1D — total displacement of the navicular bone with dislocation in the talo-navicular and navicular-cuneiform joints. 2 — deformation (subluxation, dislocation, fracture-dislocation) at the level of the navicular-cuneiform joint, with damage to the lateral column in the cuboid-metatarsal joint, and flattening of the medial column. 3 — isolated lesion of the Lisfranc joint. 4A — isolated lesion (subluxation or dislocation) of the first metatarsal-cuneiform joint in the absence of visible deformation in the affected area. 4B — dislocation in the medial navicular-cuneiform and medial metatarsal-cuneiform joints with displacement of the medial cuneiform bone relative to the other foot bones. 5 — varus deformity of the foot with fracture of 3-5 metatarsal bones.

Conclusion. A new classification of Charcot midfoot deformities is designed to identify the key areas of reconstructive surgical interventions in this pathology.

Keywords: neuroarthropathy; Charcot foot; diabetic foot; midfoot; deformity; classification.

Cite as: Osnach S.A., Protsko V.G., Obolenskiy V.N., Bregovsky V.B., Komelyagina E.Y., Dalmatova A.B., Sabantchieva N.I., Demina A.G., Tamoev S.K., Bobrov D.S., Kuznetsov V.V., Rybinskaya A.L., Zagorodniy N.V. Classification of Midfoot Deformities in Charcot Neuroarthropathy. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17689>.

✉ Stanislav A. Osnach; e-mail: stas-osnach@yandex.ru

Submitted: 09.03.2025. Accepted: 13.07.2025. Published online: 15.07.2025.

© Osnach S.A., Protsko V.G., Obolenskiy V.N., Bregovsky V.B., Komelyagina E.Y., Dalmatova A.B., Sabantchieva N.I., Demina A.G., Tamoev S.K., Bobrov D.S., Kuznetsov V.V., Rybinskaya A.L., Zagorodniy N.V., 2025

ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет является одним из самых распространенных неинфекционных заболеваний, темпы ежегодного прироста которого носят эпидемический характер. Согласно данным Международной диабетической Федерации (IDF), на 2021 г. в мире зарегистрировано 537 млн человек, страдающих сахарным диабетом, а к 2045 г. прогнозируется увеличение их числа до 783,2 млн [1]. Вместе с ростом заболеваемости увеличивается и количество осложнений сахарного диабета, которые поражают различные органы и системы. Одним из таких осложнений является нейроостеоартропатия Шарко (НОАП). Ее частота колеблется от 0,56% в организациях первичного звена до 10–12% в специализированных медицинских подразделениях [2]. НОАП представляет собой неинфекционную артропатию, поражающую кости и суставы стопы и голеностопного сустава и приводящую к деструкции и нарушению архитектоники костно-суставного аппарата стопы [3].

Самой частой локализацией НОАП является средний отдел стопы, поражение которого встречается в 50–70% случаев, причем частота вовлечения предплюсне-плюсневых суставов составляет 40% поражений, а поражение ладьевидно-клиновидных, таранно-ладьевидного и пяточно-кубовидного суставов встречается в 30% случаев. Кроме того, было отмечено, что образование плантарных язвенных дефектов чаще всего происходит при деформации именно среднего отдела стопы [4–7].

При прогрессировании НОАП и продолжающейся осевой нагрузке на стопу формируются выраженные деформации, которые могут приводить к нарушению опороспособности конечности. Консервативное лечение, включающее в себя разгрузку и иммобилизацию конечности, не всегда может остановить дальнейшее прогрессирование деформации. Кроме того, по данным последнего систематического обзора, артропатия поздно диагностируется в 53,2% случаев, и среднее время задержки диагноза составляет 86,9 дней, поэтому пациенты обращаются за медицинской помощью на стадии выраженных деформаций, при которых консервативное лечение неэффективно, а риск язвообразования и ампутации конечности крайне высок [5, 8, 9]. Очевидно, что выбор тактики лечения должен определяться в первую очередь характером деформаций стопы. В связи с этим встает вопрос об ориентированной на практическое применение классификации поражений среднего отдела стопы при НОАП.

Разработка классификаций НОАП началась за рубежом в 1966 г., и к настоящему времени насчитывается 9 систем, которые подробно разобраны в обзоре В.Б. Бреговского с соавторами [10]. В большинстве из этих классификаций тем или иным об-

разом были стратифицированы виды деформаций и костных деструкций, но они не были увязаны с хирургической тактикой. В двух классификациях определенные типы поражения связывались с неблагоприятным прогнозом для конечности в целом и после оперативной реконструкции стопы: по L. Sanders и R. Frykberg это 3–4-й типы поражения, а по M. Pinzur и A. Schiff — поражения таранно-пяточного сустава и варусная деформация стопы [4, 11].

В отечественной литературе к проблеме классификации обращались две группы авторов. В работе В.Н. Оболенского с соавторами для характеристики состояния стопы было предложено использовать комбинацию классификаций: НОАП по Sanders и Frykberg, рентгенологическую по Eichenholtz, классификацию ран Wagner и вида деформации (вальгусная, варусная, эквинусная деформации и деформация по типу «стопы-качалки» [12, 13]. На основании своей системы авторы обосновали тактику хирургического лечения при артропатии, осложненной гнойно-некротическим процессом. Недостатком этой классификации является ее сложность, а также то, что возможные деформации среднего отдела стопы не ограничиваются представленными вариантами, а являются более сложными и многоплоскостными.

Вторая отечественная классификация деформаций стоп при синдроме диабетической стопы была опубликована М.В. Паршиковым с соавторами [14]. Они предложили выделить в структуре всеобъемлющей классификации вторичных деформаций поражения заднего и среднего отделов стопы при НОАП. Согласно их концепции, патология заднего отдела стопы делится на три степени в зависимости от угла отклонения пяточного бугра, а патология среднего отдела также разделена на три степени в зависимости от наличия выступающего костного фрагмента или формирования деформации в виде «стопы-качалки». Так же, как и предшествующие зарубежные системы, эта классификация является описательной и не дает инструмента для индивидуализации ортопедической реконструкции.

Анализируя данные литературы, мы выявили некоторые общие недостатки в опубликованных классификациях. Во-первых, это смещенные выборки (пациенты гнойно-хирургических и ортопедических отделений стационаров). Очевидно, что госпитализируются наиболее тяжелые пациенты с выраженными деформациями, которые явились закономерным итогом более легких деформаций, выявленных на амбулаторном этапе. Между тем изучение «амбулаторных» случаев позволило бы учесть разнообразие патологии, а также проследить закономерности развития деформаций, что, в свою очередь, может иметь значение для

определения способа ортопедической фиксации и хирургической тактики. Во-вторых, это немногочисленность обследованных групп пациентов или их рентгенограмм. В совокупности со смещением выборок этот недостаток приводит к недооценке частоты разных деформаций и к высокой вероятности пропуска более редких их вариантов. В-третьих, ни одна классификация не учитывает закономерности формирования конкретного типа деформаций стопы, роли сил внешнего воздействия и усилий, оказываемых мышцами и сухожилиями, в формировании определенных деформаций. Наконец, опубликованные классификации носят описательный характер и не взаимосвязаны с определением хирургической тактики.

Цель исследования — на основании анализа рентгенограмм амбулаторных и стационарных пациентов изучить характер смещения костно-суставного аппарата среднего отдела стопы при остеоартропатии Шарко и с учетом закономерностей смещения разработать анатомо-рентгенологическую классификацию деформаций среднего отдела стопы, пригодную для определения тактики хирургического лечения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Тип исследования — многоцентровое, ретроспективное.

Проведен ретроспективный анализ рентгенограмм стоп у пациентов с диабетической НОАП среднего отдела стопы (или обеих стоп при билатеральной артропатии).

В исследование не были включены пациенты, перенесшие ранее малые ампутации и реконструктивные вмешательства на костях стопы, так как это меняло биомеханику стопы и характер прогрессирования деформаций.

Так как предметом исследования была только рентгенологическая картина, при оценке первичной рентгенограммы не учитывались такие характеристики пациентов, как тип сахарного диабета и длительность его течения, пол и возраст, состояние артериального кровотока. Также не учитывали целостность кожных покровов, наличие язвенных дефектов или глубокого гнойного процесса на фоне сформированной ранее деформации.

Для анализа отбирались рентгенограммы стоп, выполненные в прямой и боковой проекциях. Рентгенограммы стопы под нагрузкой не оценивали, так как они могут иллюстрировать деформацию стопы при нагрузке, точки избыточного давления, но не дают большей информативности о характере уже дислоцированных костей. Мы оценивали соотношение костей в суставах стопы, объем деструкции, направление смещения костных структур стопы. Анализ деформаций произво-

дился с учетом функциональной анатомии стопы и направлений смещения костных структур при незащищенном перекате под воздействием мышц и связочного аппарата стопы [15].

Стационарными учреждениями (Центр хирургии стопы и диабетической стопы ГКБ им. С.С. Юдина (Москва), Центр гнойной хирургии филиала № 1 ГКБ им. В.П. Демикова (Москва), НМИЦ им. В.А. Алмазова» (Санкт-Петербург) были предоставлены 233 рентгенограммы. Амбулаторными кабинетами «Диабетическая стопа» Регионального эндокринологического центра (Санкт-Петербург) и Эндокринологического диспансера ДЗМ (Москва) были отобраны 203 рентгенограммы. Таким образом, анализу подверглись 436 рентгенограмм у 416 пациентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходя из анализа рентгенограмм, было выделено девять основных вариантов характерных смещений костей среднего отдела стопы, во многом отличавшихся от описанных в литературе классификаций. Нумерация проводилась от 1 до 5, начиная от заднего отдела стопы к переднему. Кроме основной нумерации, два варианта (1 и 4) были разделены на подгруппы в зависимости от особенностей поражения в пределах одного варианта. Ниже представлено описание характера смещения при каждом варианте.

Вариант 1 — деформация (подвывих, вывих, переломовывих) на уровне сустава Шопара. В пределах этого варианта были выделены подварианты.

Вариант 1А — поражение ладьевидной кости и головки таранной кости с сохранением анатомии латеральной колонны. Для этого подварианта характерны:

- наличие дефекта головки таранной и/или ладьевидной костей;
- сохранение интактной латеральной колонны;
- визуальное отсутствие выраженной деформации стопы.

Вариант 1Б — одновременное поражение таранно-ладьевидного и пяточно-кубовидного суставов (вывих или подвывих ладьевидной и кубовидной костей к тылу). Для этого подварианта характерны:

- смещение костей среднего отдела стопы (ладьевидной и кубовидной) в тыльную сторону относительно костей заднего отдела стопы (таранной и пяточной);
- сохранение интактного предплюсне-плюсневого сустава (сустава Лисфранка);
- эквинусная установка пяточной и таранной костей без нарушения взаимоотношений в подтаранном суставе.

Вариант 1В — одновременное поражение таранно-ладьевидного и предплюсне-плюснево-

го суставов (вывих или подвывих ладьевидной и кубовидной костей к тылу). Для данного типа характерны:

- смещение ладьевидной кости совместно с костями среднего и переднего отделов стопы в тыльную сторону;
- дислокация кубовидной кости плантарно в кубовидно-плюсневом суставе;
- эквинусная установка заднего отдела стопы (таранной, пяточной и кубовидной костей).

Вариант 1Г — тотальное смещение ладьевидной кости с вывихом в таранно-ладьевидном и ладьевидно-клиновидных суставах. Для данного типа характерны:

- вывих ладьевидной кости плантарно и/или медиально;
- вывих медиальной клиновидной кости в тыльную сторону;
- смещение плюсневых костей в тыльную сторону и латерально;
- смещение кубовидной кости в плюсне-кубовидном суставе плантарно;
- дислокация промежуточной и латеральной клиновидных костей либо в плантарную сторону вместе с кубовидной костью, либо в тыльную сторону вместе с плюсневыми костями;
- супинационная установка плюсневых костей;
- эквинусная установка заднего отдела стопы.

Вариант 2 — деформация (подвывих, вывих, переломовывих) на уровне ладьевидно-клиновидного сустава с возможным поражением латеральной колонны в кубовидно-плюсневом суставе, с развитием деформации и уплощением медиальной колонны. Для данного типа характерны:

- деструкция в ладьевидно-клиновидном суставе с сохранением анатомических соотношений костей в суставе Шопара;
- возможно поражение латеральной колонны стопы в предплюсне-плюсневом суставе;
- эквинусная установка заднего отдела стопы.

Вариант 3 — деформация (подвывих, вывих, переломовывих) на уровне сустава Лисфранка. Для данного варианта характерны:

- подвывих в суставе Лисфранка плюсневых костей с их вальгусной установкой и отведением;

- пролабирование стопы с ее плантарной установкой;

- возможны явления деструкции в суставе Лисфранка;

- формирование (или усугубление уже имеющейся) вальгусной установки стопы;

- возможная (в зависимости от степени тяжести деструкции) дислокация кубовидной кости плантарно в плюсне-кубовидном суставе.

Вариант 4 — изолированная деформация (подвывих, вывих, переломовывих) на уровне медиальной колонны с вовлечением медиального плюсне-клиновидного сустава. Внутри данного варианта можно выделить два подварианта.

Вариант 4А — изолированное поражение (подвывих или вывих) первого плюсне-клиновидного сустава при отсутствии видимой деформации в зоне поражения. Для такого варианта поражения характерна элевация головки первой плюсневой кости.

Вариант 4Б — вывих в медиальном ладьевидно-клиновидном и медиальном плюсне-клиновидном суставе со смещением медиальной клиновидной кости относительно остальных костей стопы с возможным развитием язвенного дефекта в зоне дислоцированной кости.

Вариант 5 — варусная деформация стопы с переломом оснований плюсневых костей, возможным сминанием костей медиальной колонны. Для него характерны следующие особенности:

- изначально поло-варусная деформация стопы, которая в условиях артропатии может приводить к переломам оснований плюсневых костей в зоне пиковых нагрузок; это приводит к усугублению приведения и супинации переднего отдела, на более поздних стадиях с вовлечением в процесс деструкции костей медиальной колонны;
- формирование язвенных дефектов по наружному краю подошвенной поверхности стопы.

Варианты деформации и частота их встречаемости в стационарных и амбулаторных учреждениях представлены в таблице 1.

Схематичное изображение вариантов поражений представлено на рисунке 1. Варианты патологии представлены только в прямой проекции для лучшей визуализации поражений.

Таблица 1

Доля каждого варианта среди всех обследованных пациентов

Вариант деформации	Тип смещения	Стационар, n (%)	Амбулаторно, n (%)	Всего, n (%)
1А	Поражение ладьевидной кости и головки таранной кости с сохранением анатомии латеральной колонны	27 (6,10)	41 (9,50)	68 (15,60)
1Б	Одновременное поражение таранно-ладьевидного и пяточно-кубовидного суставов	1 (0,23)	0	1 (0,23)
1В	Одновременное поражение таранно-ладьевидного и кубовидно-плюсневых суставов	5 (1,15)	0	5 (1,15)

Окончание таблицы 1

Вариант деформации	Тип смещения	Стационар, n (%)	Амбулаторно, n (%)	Всего, n (%)
1Г	Тотальное смещение ладьевидной кости с вывихом в таранно-ладьевидном и ладьевидно-клиновидных суставах	93 (21,34)	59 (13,56)	152 (34,86)
2	Деформация (подвывих, вывих, переломовывих) на уровне ладьевидно-клиновидного сустава с возможным поражением латеральной колонны в кубовидно-плюсневом суставе	14 (3,21)	15 (3,44)	29 (6,65)
3	Деформация (подвывих, вывих, переломовывих) на уровне сустава Лисфранка	75 (17,20)	32 (7,30)	107 (24,54)
4А	Изолированное поражение (подвывих или вывих) первого клино-плюсневых сустава	6 (1,40)	28 (6,40)	34 (7,80)
4Б	Вывих в медиальном ладьевидно-клиновидном и медиальном клино-плюсневом суставе со смещением медиальной клиновидной кости	7 (1,60)	8 (1,80)	15 (3,44)
5	Варусная деформация стопы с переломом оснований плюсневых костей с возможным сминанием костей медиальной колонны	5 (1,10)	20 (4,60)	25 (5,73)
Итого		233 (53,40)	203 (46,60)	436

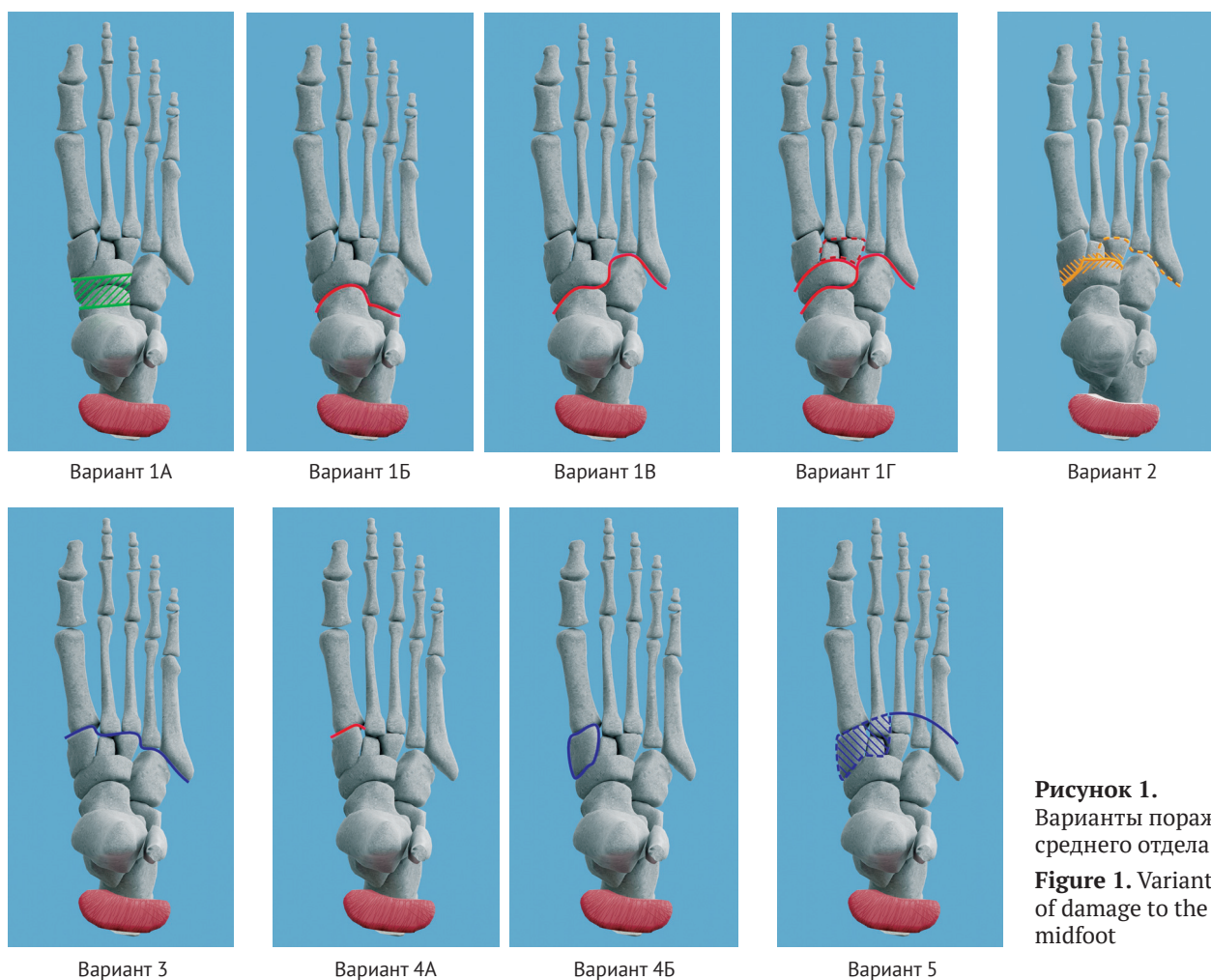
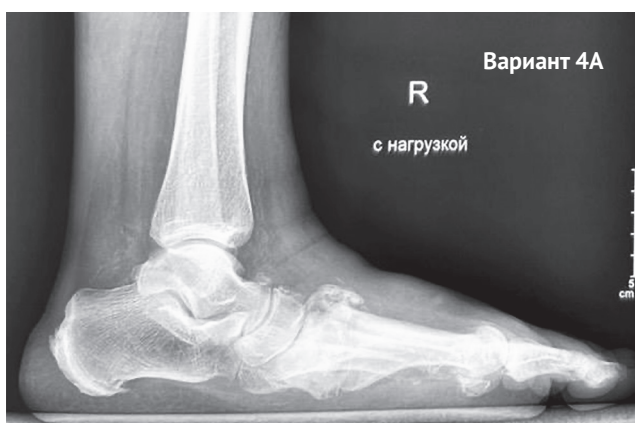


Рисунок 1.
Варианты поражения
среднего отдела
Figure 1. Variants
of damage to the
midfoot

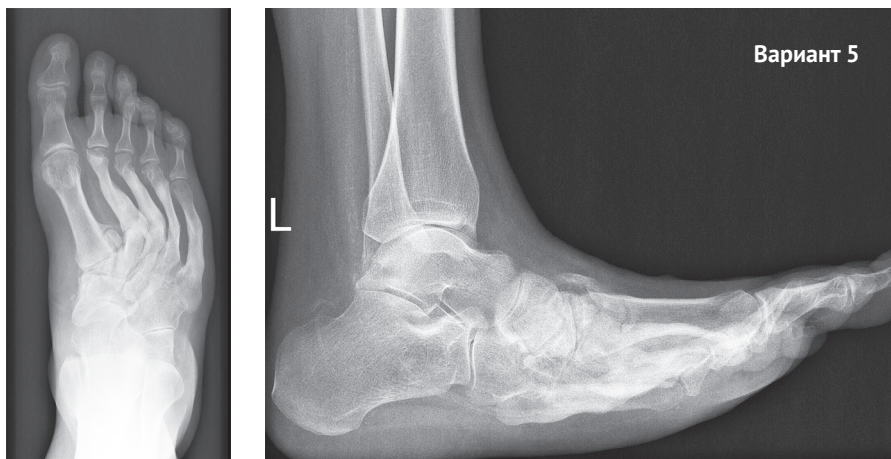
Варианты деформаций проиллюстрированы рентгенограммами (рис. 2).



Рисунок 2. Варианты деформаций
Figure 2. Variants of the midfoot deformities



Вариант 4Б



Принимая во внимание особенности поражения среднего отдела стопы при остеоартропатии Шарко и сопоставляя их с рентгенологической картиной, мы разработали дифференцированный подход к хирургической тактике. При определении показаний к оперативному вмешательству мы не привязывались к измерению углов при различных типах деформаций и смещений, а руководствовались стадией по классификации Eichenholtz, наличием или отсутствием язвенных дефектов и инфекционных осложнений, определением стабильности деформации, возможности ее прогрессирования, а также жалобами пациентов на наличие хромоты и болевого синдрома.

Учитывая сохранение анатомических взаимоотношений в суставах латеральной колонны, при варианте 1А проводили восстановление длины медиальной колонны с пластикой костных дефектов костными трансплантатами. У пациентов с поражениями, соответствующими варианту 1Б, выполняли артродез сустава Шопара. При варианте 1В выполняли артродез таранно-ладьевидного и предплюсне-плюсневых суставов. При варианте 1Г выполняли артродез таранно-ладьевидного, ладьевидно-клиновидного и латерального отделов предплюсне-плюсневых суставов. При варианте 2 выполняли артродез ладьевидно-клиновидного сустава. В случае тыльного вывиха 4–5-й плюсневых костей выполняли артродез латеральных отделов предплюсне-плюсневых суставов. У больных с вариантом поражения 3 выполняли артродез сустава Лисфранка. При изолированных поражениях первого клино-плюсневых сустава (вариант 4А) выполняли артродез 1-го медиального клино-плюсневых суставов. У пациентов с поражениями костей, соответствующими варианту 4Б, выполняли артродез ладьевидно-клиновидного и 1-го медиального клино-плюсневых суставов. Больным с варусной деформацией стопы, соответствующей варианту 5 по нашей классификации, одновременно выполняли артро-

дез в сочетании с клиновидной закрывающейся (закрытоугольной) остеотомией деформированной колонны таким образом, чтобы при смыкании артродезируемых поверхностей произошла коррекция деформации.

ОБСУЖДЕНИЕ

Предложенные ранее варианты рентгенологических классификаций деформаций среднего отдела стопы Шарко можно условно разделить на две группы. Первую группу составляют ранние исследования 1960–1980-х гг., когда частота диагностики артропатии Шарко возросла и, будучи малоизученным осложнением разных заболеваний, привлекала внимание специалистов. Поэтому опубликованные в этот период работы носили исключительно описательный характер. Они отвечали преимущественно на три вопроса: какие встречаются варианты поражения, с какой частотой и, отчасти, какие механизмы могут иметь значение для развития той или иной деформации. Поскольку НОАП — относительно редкая патология, то очевидно, что выборки в этих исследованиях были невелики и часть из них больше похожа на описание клинических случаев. Так, в работе J. Harris, P. Brand оценивались 147 больных без деления на отделы стопы [16]. R. Cofield с соавторами представили 38 пациентов, из них у 18 был поражен сустав Шопара и у 20 поражена медиальная колонна [17]. В работе G. Sammarco, S. Conti оцениваются рентгенограммы 26 больных [18]. Проблема недостаточной репрезентативности выборки на этом этапе была весьма актуальна, и даже в подробной работе L. Schon с соавторами было обследовано 109 больных, из которых только 89 с сахарным диабетом [19]. Кроме того, в другой статье L. Schon с соавторами для иллюстрации деформации паттерна 4 демонстрировались рентгенограммы пациента с периталарным вывихом, что соответствует поражению заднего отдела стопы и не сопровождается деструктивными изменениями в пяточно-кубо-

видном суставе [20]. Исследования первой группы были отражением накопления и систематизации знаний и выполнялись клиницистами (в основном хирургами). Своеобразный итог этому периоду подводит классификация L. Sanders и R. Frykberg, в которой впервые выделены пять типов поражений при НОАП [21]. При этом в рамках данной классификации впервые говорится о неодинаковом прогнозе при различных типах поражения, что знаменует собой поворот от описательных классификаций к клинико-рентгенологическим и исход-ориентированным [12, 22].

В отличие от опубликованных работ, наше исследование имело целью систематизацию рентгенологической картины таким образом, чтобы полученные варианты позволяли выбрать дифференцированный хирургический подход к лечению. Кроме того, мы сосредоточились на изучении самого частого и опасного для сохранности стопы типа поражения — среднего отдела стопы. Для достижения этой цели было необходимо проанализировать значительно большее число рентгенологических снимков, чем в опубликованных работах, поэтому мы спланировали исследование многоцентровым. В нашем исследовании участвовали амбулаторные и стационарные центры, и таким образом мы предполагали увеличить «охват» патологии и выявить более редкие варианты. Кроме того, при планировании работы мы предполагали, что поражения в амбулаторной практике и на госпитальном этапе также будут различаться. Это предположение оправдалось лишь отчасти: деформации типов 4А и 5 встречались несколько чаще в амбулаторной практике, а 1Г и 3 — в стационарах. В отношении остальных вариантов существенных различий мы не нашли.

По-видимому, самой подробной классификацией поражений среднего отдела является система L. Schon с соавторами [19]. Выделенные автором 24 варианта поражения, с одной стороны, отражают многообразие вариантов деструкции и смещения костных структур, но, с другой стороны, нами были обнаружены некоторые варианты, не идентифицированные в указанной статье, что является, скорее всего, следствием недостаточной мощности выборки в исследовании L. Schon с соавторами. Кроме того, такая детализация, на наш взгляд, является препятствием для клинического применения.

Предложенная нами классификация основана на сопоставлении рентгенологической картины на момент первого осмотра пациента и закономерностей смещения костных структур в результате тяги мышц и сухожилий и воздействия внешних усилий при ходьбе [15]. Основные закономерности, учтенные нами при разработке классификации, перечислены ниже.

Латеральная колонна стопы представлена плюсне-кубовидным и пяточно-кубовидным суставами. Пяточно-кубовидный сустав, образованный пяточной и кубовидной костями, является седловидным по форме и укреплен тыльной пяточно-кубовидной связкой, представляющей собой достаточно тонкий тяж, расположенный по наружной поверхности, и плотной подошвенной пяточно-кубовидной связкой, состоящей из двух слоев.

Плюсне-кубовидный сустав образован плоскими по форме суставными поверхностями кубовидной кости и основаниями четвертой и пятой плюсневых костей. Связочный аппарат сустава не настолько выражен и представлен плантарными и тыльными предплюсне-плюсневыми связками. Плюсневые кости дополнительно соединены между собой тыльными и подошвенными межплюсневыми связками. Также к шиловидному отростку основания пятой плюсневой кости и основанию четвертой плюсневой кости крепится сухожилие короткой малоберцовой мышцы, а к проксимальному метадиафизу пятой плюсневой кости прикрепляется сухожилие третьей малоберцовой мышцы.

При анализе рентгенограмм нами был выявлен больший процент вывиха в предплюсне-плюсневом суставе (87,4%), нежели в пяточно-кубовидном суставе (12,6%), что, вероятно, объясняется мощным связочным аппаратом, который стабилизирует пяточно-кубовидный сустав, препятствуя формированию смещения. Наличие переднего отростка пяточной кости также ограничивает смещение кубовидной кости вверх относительно пяточной кости. Подобные изменения объясняются слабо развитым в сравнении с пяточно-кубовидным суставом связочным аппаратом, тягой короткой и третьей малоберцовых мышц и наличием косо ориентированных суставных поверхностей кубовидной и пятой плюсневой костей. Также латеральная клиновидная кость расположена несколько впереди и более тыльно относительно кубовидной кости, что при осевой нагрузке дополнительно оказывает давление на кубовидную кость, способствуя ее смещению в плюсне-кубовидном суставе в плантарном направлении. Вместе с этим продолжающаяся тяга ахиллова сухожилия обеспечивает эквинусную установку комплексу пяточной, таранной и кубовидной костей, еще больше увеличивая давление на связочный аппарат предплюсне-плюсневых суставов и смещая кубовидную кость плантарно.

Анатомия медиальной колонны более сложна за счет множества структур и представлена таранно-ладьевидным, ладьевидно-клиновидным и плюсне-клиновидными суставами.

Таранно-ладьевидный сустав образован головкой таранной кости и вогнутой суставной поверхностью ладьевидной кости, укреплен тыльной таранно-ладьевидной связкой, которая в норме препятствует смещению ладьевидной кости в плантарную и медиальную стороны, и пяточно-ладьевидной связкой. По подошвенной поверхности к бугристости ладьевидной кости прикрепляется сухожилие задней большеберцовой мышцы, которое также имеет дополнительные точки крепления на трех клиновидных костях и основании четвертой плюсневой кости.

Клиновидно-ладьевидный сустав плоский по форме, образован ладьевидной костью и клиновидными костями, стабилизирован подошвенными и тыльными ладьевидно-клиновидными и межклиновидными связками. По подошвенной поверхности медиальной клиновидной связки прикрепляется сухожилие передней большеберцовой мышцы.

Плюсне-клиновидные суставы — три изолированных сустава, образованные суставными поверхностями оснований первой, второй и третьей плюсневых костей и медиальной, промежуточной и латеральной клиновидными костями соответственно. Расположение клиновидных костей формирует углубление, подобное пазу для основания второй плюсневой кости. Каждый из суставов с подошвенной и тыльной стороны укреплен связками, идущими от основания плюсневой кости к соответствующей клиновидной кости. Дополнительно суставы стабилизированы мощным связочным аппаратом: медиально — связкой, идущей от наружной поверхности медиальной клиновидной кости к основанию второй плюсневой кости, которая является ключевой для стабилизации сустава Лисфранка, латерально — крестообразными связками, идущими от основания второй плюсневой кости к наружной клиновидной кости и от основания третьей плюсневой кости к промежуточной клиновидной кости.

При поражении таранно-ладьевидного сустава происходит смещение ладьевидной кости медиально и плантарно за счет тяги сухожилия задней большеберцовой мышцы несмотря на то, что сухожилие имеет несколько точек крепления. При этом степень смещения ладьевидной кости может варьироваться от небольшого подвывиха до полного вывиха, а также может сопровождаться переломом. По-видимому, это связано с изначально разной формой стопы и ее биомеханикой. За счет тяги сухожилия передней большеберцовой мышцы происходит смещение переднего и среднего отделов стопы кзади с «наползанием» клиновидных костей поверх смещенной ладьевидной кости. Учитывая, что у пациентов зачастую резко снижена чувствительность, продолжающаяся осевая на-

грузка при имеющихся переломах вывихах с сохранением «качательных» движений в пораженном суставе способствует «стиранию» проксимального края клиновидных костей, что ведет к образованию костных дефектов различного размера.

При поражении сустава Лисфранка происходят изменения, подобные таковым при поражении таранно-ладьевидного сустава. За счет тяги сухожилия задней большеберцовой мышцы происходит смещение медиальной клиновидной и ладьевидной костей медиально и плантарно, а плюсневые кости в результате сокращения передней большеберцовой мышцы дислоцируются к тылу и кзади, а за счет тяги длинной малоберцовой мышцы — еще и латерально. При этом мы отметили два варианта смещения промежуточной и латеральной клиновидных костей: в первом случае все три клиновидные кости смещались единым блоком медиально и плантарно, в другом — только медиальная клиновидная и плюсневые кости дислоцировались к тылу, а промежуточная и латеральная клиновидные кости пролабировали в подошвенную сторону, локально повышая давление на мягкие ткани с возможностью развития язвенных дефектов.

Подобную деформацию зачастую в литературе описывают как деформацию по типу «пресс-папье» или «стопа-качалка» [23]. Но подобное название не совсем корректно, поскольку деформация происходит не только в сагиттальной, но и в горизонтальной плоскости за счет отведения переднего отдела стопы.

При анализе рентгенограмм нами были выявлены случаи, при которых повреждение медиальной колонны в виде разрушения головки таранной, ладьевидной и медиальной клиновидной костей при сохраненной латеральной колонне сопровождалось развитием приводящей контрактуры. Наличие приведения переднего отдела стопы биомеханически необоснованно, что заставило нас дополнительно проанализировать рентгенограммы. При сравнении снимков с контралатеральной здоровой стопой мы выявили, что пациенты с данной деформацией изначально имели пологую деформацию с достаточно выраженным продольным сводом и приведением переднего отдела стопы. При развитии артропатии происходило поражение связочного аппарата медиальной колонны, что приводило к «сминанию» таранной, ладьевидной и медиальной клиновидной костей и формированию приводящей контрактуры. При этом возникали патологические переломы в проекции вершины деформации — в области оснований третьей, четвертой и пятой плюсневых костей, что приводило к развитию нестабильности латеральной колонны и еще большему приведению и супинации стопы.

Совместный учет перечисленных изменений позволил нам разработать дифференцированную тактику оперативного вмешательства согласно варианту деформации. Разработанная нами система является первой попыткой связать классификацию с рабочим лечебным алгоритмом при НОАП среднего отдела, аналогов которому пока не опубликовано. Очевидно, что предложенный нами алгоритм нуждается в длительной верификации на практике и, возможно, будет скорректирован по мере накопления данных и проспективного наблюдения за пациентами. В первую очередь, это относится к редко встречающимся вариантам.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Оснач С.А. — концепция исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи.

Процко В.Г. — анализ и интерпретация данных, редактирование текста рукописи.

Оболеский В.Н. — сбор, анализ и интерпретация данных, редактирование текста рукописи.

Бреговский В.Б. — сбор данных, концепция исследования, написание текста рукописи.

Комелягина Е.Ю. — сбор данных, концепция исследования.

Далматова А.Б. — сбор данных, редактирование текста рукописи.

Сабанчиева Н.И. — сбор данных, редактирование текста рукописи.

Демина А.Г. — сбор данных, редактирование текста рукописи.

Тамоев С.К. — сбор данных, редактирование текста рукописи.

Бобров Д.С. — концепция исследования, редактирование текста рукописи.

Кузнецов В.В. — сбор данных, редактирование текста рукописи.

Рыбинская А.Л. — сбор данных, редактирование текста рукописи.

Загородний Н.В. — анализ и интерпретация данных, редактирование текста рукописи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Возможный конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных и изображений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате систематизации рентгенограмм стоп с артропатией Шарко среднего отдела и с учетом механики формирования дислокаций нами предложена новая классификация поражений среднего отдела. Она состоит из пяти основных вариантов, причем варианты 1 и 4 имеют подварианты. Предложенная классификация предназначена для определения ключевых направлений реконструктивных оперативных вмешательств при данной патологии.

DISCLAIMERS

Author contribution

Osnach S.A. — study concept, data acquisition, analysis and interpretation, drafting the manuscript.

Protsko V.G. — data analysis and interpretation, editing the manuscript.

Obolenskiy V.N. — data acquisition, analysis and interpretation, editing the manuscript.

Bregovsky V.B. — data acquisition, study concept, drafting the manuscript.

Komelyagina E.Y. — data acquisition, study concept.

Dalmatova A.B. — data acquisition, editing the manuscript.

Sabantchieva N.I. — data acquisition, editing the manuscript.

Demina A.G. — data acquisition, editing the manuscript.

Tamoev S.K. — data acquisition, editing the manuscript.

Bobrov D.S. — study concept, editing the manuscript.

Kuznetsov V.V. — data acquisition, editing the manuscript.

Rybinskaya A.L. — data acquisition, editing the manuscript.

Zagorodniy N.V. — data analysis and interpretation, editing the manuscript.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Disclosure competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. International Diabetes Federation. Режим доступа: <https://idf.org/about-diabetes/diabetes-facts-figures/>.
2. Renwick N., Pallin J., Bo Jansen R., Gooday C., Tardáguila-García A., Sanz-Corbalán I. et al. Review and Evaluation of European National Clinical Practice Guidelines for the Treatment and Management of Active Charcot Neuro-Osteoarthropathy in Diabetes Using the AGREE-II Tool Identifies an Absence of Evidence-Based Recommendations. *J Diabetes Res.* 2024;2024:7533891. <https://doi.org/10.1155/2024/7533891>.
3. Guidelines of International Working Group on Diabetic Foot: Charcot's neuro-osteo-arthropathy (2023 update). Available from: <https://iwgdfguidelines.org/charcot-2023>.
4. Sanders L.J., Frykberg R.G. Diabetic neuropathic osteoarthropathy: The Charcot foot. In: R.G. Frykberg (ed.). *The high risk foot in diabetes mellitus*. New York: Churchill Livingstone; 1991. p. 297-338.
5. Gratwohl V., Jentzsch T., Schöni M., Kaiser D., Berli M.C., Böni T. et al. Long-term follow-up of conservative treatment of Charcot feet. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;142(10):2553-2566. <https://doi.org/10.1007/s00402-021-03881-5>.
6. Brodsky J.W. The diabetic foot. In: Coughlin M.J., Mann R.A. (eds). *Surgery of the foot and Ankle*. 7th edition. St Louis (MO): Mosby; 1999. p. 895-969.
7. Wukich D.K., Sung W. Charcot arthropathy of the foot and ankle: modern concepts and management review. *J Diabetes Complications.* 2009;23(6):409-426. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2008.09.004>.
8. Korst G., Ratliff H., Torian J., Jimoh R., Jupiter D. Delayed Diagnosis of Charcot Foot: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg.* 2022;61:1109-1113. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2022.01.008>.
9. Waibel F., Berli M., Gratwohl V., Sairanen K., Kaiser D., Shin L. et al. Midterm Fate of the Contralateral Foot in Charcot Arthropathy. *Foot Ankle Int.* 2020;41(10):1181-1189. <https://doi.org/10.1177/1071100720937654>.
10. Бреговский В.Б., Оснач С.А., Оболенский В.Н., Демина А.Г., Рыбинская А.Л., Процко В.Г. Классификация нейроостеоартропатии Шарко: эволюция взглядов и нерешенные проблемы. *Сахарный диабет*. 2024;27(4):384-394. <https://doi.org/10.14341/DM13118>.
Bregovskiy V.B., Osnach S.A., Obolenskiy V.N., Demina A.G., Rybinskaya A.L., Protsko V.G. Classification of the Charcot neuroosteoarthropathy: evolution of views and unsolved problems. *Diabetes mellitus*. 2024;27(4):384-394. (In Russian). <https://doi.org/10.14341/DM13118>.
11. Pinzur M., Schiff A. Deformity and clinical outcomes following operative correction of Charcot foot: A new classification with implications for treatment. *Foot Ankle Int.* 2018;39:265-270. <https://doi.org/10.1177/1071100717742371>.
12. Obolenskiy V.N., Protsko V.G., Komelyagina E.Y. Classification of diabetic foot, revisited. *Wound Medicine.* 2017;8:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.wndm.2017.06.001>.
13. Оснач С.А., Оболенский В.Н., Процко В.Г., Борзунов Д.Ю., Загородный Н.В., Тамоев С.К. Метод двухэтапного лечения пациентов с тотальными и субтотальными дефектами стопы при нейроостеоартропатии Шарко. *Гений ортопедии*. 2022;28(4):523-531. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-4-523-531>.
- Osnach S.A., Obolenskiy V.N., Protsko V.G., Borzunov D.Yu., Zagorodniy N.V., Tamoev S.K. Method of two-stage treatment of total and subtotal defects of the foot in Charcot neuroosteoarthropathy. *Genij Ortopedii.* 2022;28(4):523-531. (In Russian). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-4-523-531>.
14. Паршиков М.В., Бардюгов П.С., Ярыгин Н.В. Ортопедические аспекты классификаций синдрома диабетической стопы. *Гений ортопедии*. 2020;26(2):173-178. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-2-173-178>.
Parshikov M.V., Bardiugov P.S., Yarygin N.V. Orthopaedic aspects of diabetic foot syndrome classifications. *Genij Ortopedii.* 2020;26(2):173-178. (In Russian). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-2-173-178>.
15. Капанджи А.И. Нижняя конечность. Функциональная анатомия. Москва: Эксмо; 2018. с. 206-227.
Kapandzhi A.I. Lower limb. Functional anatomy. Moscow: Eksmo; 2018. p. 206-227. (In Russian).
16. Harris J., Brand P. Patterns of disintegration of the tarsus in the anaesthetic foot. *J Bone Joint Surg.* 1966;48(1):4-16.
17. Cofield R., Morrison M., Beabout J. Diabetic neuroarthropathy in the foot: patient characteristics and patterns of radiographic change. *Foot Ankle.* 1983;4(1):15-22. <https://doi.org/10.1177/107110078300400104>.
18. Sammarco G., Conti S. Surgical treatment of neuropathic foot deformity. *Foot Ankle Int.* 1998;19(2):102-109. <https://doi.org/10.1177/107110079801900209>.
19. Schon L., Easley M., Weinfeld S. Charcot neuroarthropathy of the foot and ankle. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;(349):116-131. <https://doi.org/10.1097/00003086-199804000-00015>.
20. Schon L., Easley M., Cohen I., Lam P., Badekas A., Anderson C. The acquired midtarsus deformity classification system – interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *Foot Ankle Int.* 2002;23(1):30-36. <https://doi.org/10.1177/107110070202300106>.
21. Sanders L., Frykberg R. The Charcot foot (Pied de Charcot). In: *Levin and O'Neal's the diabetic foot*. J.H. Bowker, M.A. Pfeifer (eds.). Philadelphia: Mosby Elsevier; 2007. p. 257-283.
22. López-Moral M., Molines-Barroso R.J., Sanz-Corbalán I., Tardáguila-García A., García-Madrid M., Lázaro-Martínez J.L. Predictive radiographic values for foot ulceration in persons with Charcot Foot divided by lateral or medial midfoot deformity. *J Clin Med.* 2022;11(3):474. <https://doi.org/10.3390/jcm11030474>.
23. Павлюченко С.В., Жданов А.И., Орлова И.В. Современные подходы к хирургическому лечению нейроостеоартропатии Шарко (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(2):114-123.
Pavlyuchenko S.V., Zhdanov A.I., Orlova I.V. Modern approaches to surgical treatment of Charcot neuroarthropathy (review). *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2016;22(2):114-123. (In Russian).

Сведения об авторах

✉ Оснач Станислав Александрович
Адрес: 115446, Россия, г. Москва, Коломенский проезд,
д. 4

<https://orcid.org/0000-0003-4943-3440>

e-mail: stas-osnach@yandex.ru

Процко Виктор Геннадьевич — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-5077-2186>

e-mail: 89035586679@mail.ru

Оболеньский Владимир Николаевич — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0003-1276-5484>

e-mail: gkb13@mail.ru

Бреговский Вадим Борисович — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-5285-8303>

e-mail: dfoot.tdc@gmail.com

Комелягина Елена Юрьевна — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0003-0798-0139>

e-mail: komelelena@yandex.ru

Далматова Анна Борисовна — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-8393-6805>

e-mail: dalmatova.anna@mail.ru

Сабанчиева Нурия Исмаиловна

<https://orcid.org/0009-0004-4470-1850>

e-mail: sni_doc@mail.ru

Демина Анастасия Геннадьевна — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-8126-8452>

e-mail: ans.dem@bk.ru

Тамоев Саргон Константинович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-8748-0059>

e-mail: sargonik@mail.ru

Бобров Дмитрий Сергеевич — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-1190-7498>

e-mail: dr.bobroff@gmail.com

Кузнецов Василий Викторович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>

e-mail: vkuznecovniito@gmail.com

Рыбинская Анастасия Леонидовна

<https://orcid.org/0000-0002-5547-4524>

e-mail: arybinskay@mail.ru

Загородний Николай Васильевич — д-р мед. наук,
профессор, академик РАН

<https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>

e-mail: zagorodniy51@mail.ru

Authors' information

✉ Stanislav A. Osnach

Address: 4, Kolomenskiy proezd, Moscow, 115446, Russia

<https://orcid.org/0000-0003-4943-3440>

e-mail: stas-osnach@yandex.ru

Victor G. Protsko — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-5077-2186>

e-mail: 89035586679@mail.ru

Vladimir N. Obolenskiy — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0003-1276-5484>

e-mail: gkb13@mail

Vadim B. Bregovsky — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-5285-8303>

e-mail: dfoot.tdc@gmail.com

Elena Y. Komelyagina — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0003-0798-0139>

e-mail: komelelena@yandex.ru

Anna B. Dalmatova — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0001-8393-6805>

e-mail: dalmatova.anna@mail.ru

Nuria I. Sabantchieva

<https://orcid.org/0009-0004-4470-1850>

e-mail: sni_doc@mail.ru

Anastasia G. Demina — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0001-8126-8452>

e-mail: ans.dem@bk.ru

Sargon K. Tamoev — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0001-8748-0059>

e-mail: sargonik@mail.ru

Dmitrii S. Bobrov — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-1190-7498>

e-mail: dr.bobroff@gmail.com

Vasiliy V. Kuznetsov — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>

e-mail: vkuznecovniito@gmail.com

Anastasiya L. Rybinskaya

<https://orcid.org/0000-0002-5547-4524>

e-mail: arybinskay@mail.ru

Nikolay V Zagorodniy — Dr. Sci. (Med.), Professor,
Full Member of the RAS

<https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>

e-mail: zagorodniy51@mail.ru