

ПОКАЗАНИЯ К РАЗЛИЧНЫМ ВАРИАНТАМ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ СТОПЫ ПРИ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ НЕЙРООСТЕОАРТРОПАТИИ

© П.С. Бардюгов^{1,2,3*}, М.В. Паршиков¹, Г.Р. Галстян², Н.В. Ярыгин¹

¹Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва

²Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва

³Видновская районная клиническая больница, Видное

Диабетическая нейроостеоартропатия (ДНОАП) – одно из самых тяжелых осложнений сахарного диабета, требующее сотрудничества ряда специалистов, в том числе травматологов-ортопедов. Однако отсутствует единый подход в выборе тактики ортопедического лечения данной группы пациентов. С 2015 по 2018 г. включительно наблюдались 35 пациентов с ДНОАП, которые получали консервативное или оперативное ортопедическое лечение. 11 пациентов получали консервативное ортопедическое лечение, хирургическое лечение получили 24 пациента. Всего выполнено 26 оперативных вмешательств. Выполнялось два типа хирургических вмешательств: 1) резекция выступающего фрагмента той или иной кости предплюсны – 12 операций; 2) реконструктивная операция, направленная на коррекцию грубой деформации среднего и/или заднего отдела стопы, – 14 операций. Наряду с общеклиническим обследованием всем пациентам проводилось ортопедическое обследование, определение степени нарушения кровоснабжения. Дифференцированный подход к выбору метода ортопедического лечения представленной группы пациентов позволил восстановить опороспособность конечности, обеспечить стабильность в голеностопном суставе и суставах среднего отдела стопы, создать условия для заживления и предотвращения рецидива язвы. Полученный опыт позволил предложить показания для того или иного метода ортопедического лечения деформаций стоп при ДНОАП в зависимости от стадии патологического процесса, его локализации, степени выраженности деформации и клинического течения данной патологии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: синдром диабетической стопы; стопа Шарко; нейроостеоартропатия; деформации стоп; ортопедическое лечение

INDICATIONS FOR VARIOUS OPTIONS OF FOOT DEFORMITIES ORTHOPEDIC CORRECTION IN DIABETIC NEUROOSTEOARTHROPATHY

© Petr S. Bardyugov^{1,2,3*}, Mihail V. Parshikov¹, Gagik R. Galstyan², Nikolay V. Yarygin¹

¹Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia

²Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

³Vidnoe regional clinical hospital, Vidnoe, Russia

Diabetic osteoarthropathy is one of the most difficult complication of diabetes mellitus, requiring the cooperation of a many of specialitys, including traumatologists – orthopedists. However, there is no single approach to the choice of orthopedic treatment tactics for this group of patients. From 2015 to 2018 inclusive, there were 35 patients with diabetic osteoarthropathy that received conservative or surgical orthopedic treatment. 11 patients received conservative orthopedic treatment; 24 patients received surgical treatment. A total of 26 surgical interventions were performed. Two types of surgical interventions were performed: 1) resection of the protruding fragment of one or another bone of the tarsus – 12 operations 2) reconstructive surgery aimed at correcting gross deformation of the middle and / or hindfoot – 14 operations. Along with general clinical examination, all patients underwent orthopedic examination, determining the degree of blood supply disturbance. A differentiated approach to choosing the method of orthopedic treatment of the presented group of patients allowed to restore limb supportability, ensure stability in the ankle joint and joints of the middle foot, create conditions for healing and prevention of relapse of the ulcer. The experience gained allowed us to offer indications for a particular method of orthopedic treatment of foot deformities in diabetic osteoarthropathy, depending on the stage of the pathological process, its location, the severity of the deformation, and the clinical course of this pathology.

KEYWORDS: diabetic foot; diabetic polyneuropathy; osteoarthropathy; foot deformities; orthopedics; orthopedic surgery

В 2016 г. распространенность синдрома диабетической стопы (СДС) в РФ составила при сахарном диабете (СД1) 4,7% (473,6/10 тыс. взрослого населения), при сахарном диабете 2 типа (СД2) – 1,9% (194,8/10 тыс. взрослого населения). При этом доля диабетической нейроостеоартропатии (ДНОАП, стопа Шарко) из них составляет 7,4% у больных с СД2, 17,9% – с СД1. По данным некоторых зарубежных источников, распространенность ДНОАП среди пациентов, страдающих СД, составляет от 0,1 до 7,5% [1].

ДНОАП – «деструкция кости и сустава неинфекционного характера, вызванная диабетической нейропатией» [International Working Group on the Diabetic Foot, 1999]. При ДНОАП происходят патологические переломы костей стопы и/или голеностопного сустава, что нередко приводит к формированию грубых деформаций, нарушающих опороспособность и способствующих образованию нейропатических язв в зонах повышенного механического воздействия на «высоте деформации». А качество жизни пациента сопоставимо с таковым после перенесенной высокой ампутации нижней конечности. Причем прогноз выживания пациентов с СДС после ампутаций значительно хуже, чем даже у онкологических больных [2].

В комплексе применяемого лечения консервативный подход часто бывает затянут, при этом хирургическое лечение обычно сводится только к лечению гнойно-некротических осложнений.

В литературе отсутствуют публикации, исследующие характерные особенности деформаций при ДНОАП, их связь с выбором того или иного объема и метода лечебного пособия, направленного на их коррекцию и улучшение ортопедического статуса.

По данным клинического исследования, проведенного в рамках диссертационной работы «Ортопедическое лечение деформаций стоп при нейропатической и нейроишемической форме синдрома диабетической стопы» и одобрено межвузовским комитетом по этике (номер протокола 05-18 от 24.05.2018) представлена серия клинических случаев.

В период с 2015 по 2018 гг. под наблюдением авторов находились 35 пациентов с ДНОАП, которые получали консервативное или оперативное ортопедическое лечение. Возраст пациентов – от 24 до 64 лет. Из них женщин – 19, мужчин – 16, СД1 – у 6 пациентов, СД2 – у 29 пациентов. Длительность заболевания у пациентов была от 1 до 18 лет. 11 пациентов с СД2 принимали пероральные сахароснижающие препараты, остальные – препараты инсулина. У 3 пациентов диагностирован СД1 длительностью от 11 до 17 лет. Средний уровень гликированного гемоглобина (HbA_{1c}) не превышал 9%. Уровень глюкозы крови колебался от 3,3 ммоль/л до 17 ммоль/л, при среднем уровне от 5,5 до 10,0 ммоль/л. Отклонений в общем развитии опорно-двигательного аппарата не выявлено.

Основными жалобами являлись длительное время незаживающие / рецидивирующие язвы при деформациях среднего отдела стопы, нарушение опороспособности с наличием рецидивирующих язв при деформациях заднего ее отдела, трудности при ходьбе и подборе обуви. При этом слабовыраженный болевой синдром на высоте деформаций отмечали для себя всего 4 больных. У 2 пациентов был двусторонний характер ДНОАП.

Наличие язвенных дефектов у больных отмечалось от 3 месяцев до 11 лет. Средняя продолжительность 6,5 месяца. Их размер колебался от 0,5×0,5 см до 6×5 см. Дном язв являлась нормотрофичная грануляционная ткань, края гиперкератозные, подрытые, без выраженных признаков инфекционного воспаления. В 27 наблюдениях цвет кожных покровов дистального сегмента конечности был физиологичной окраски и в 8 – со слабыми явлениями перифокальной гиперемии.

Наряду с общеклиническим обследованием всем пациентам проводились рентгенография стоп, голеностопного сустава в двух проекциях лежа и стоя, оценка состояния мягких тканей, посев из язвы (при ее наличии) и определение чувствительности микрофлоры к антибиотикам.

Нарушение локального кровообращения дистальных отделов нижних конечностей для определения возможности и объема предполагаемой операции изучали при помощи разработанного алгоритма дополнительного предоперационного обследования. Он включал:

1. визуальную и тактильную оценку кожных покровов стопы и голени;
2. определение характерных черт деформаций, патологической подвижности/ригидности;
3. изучение транскutánного напряжения кислорода ($tcrO_2$) в тканях стопы (измерялось в положении пациента лежа). При $tcrO_2$ 40 мм рт. ст. и выше в зоне предполагаемого оперативного вмешательства рассчитывали на первичное заживление послеоперационной раны и консолидацию кости. Уровень $tcrO_2$ менее 25 мм рт. ст. являлся показателем критической ишемии в зоне исследования. Диапазон $tcrO_2$ от 40 до 20 мм рт. ст. свидетельствовал о компенсированном, но пограничном уровне ишемии, требовавшей визуализирующих методов исследования [3, 4, 5];
4. оценка разницы температуры кожных покровов с контралатеральной конечностью. Стандартным критерием острой, подострой стадии ДНОАП является разница в 2 °С и более. Однако нам это представляется не всегда объективным и точным критерием, так как локальная гипертермия является неспецифическим симптомом воспалительного процесса. В ряде случаев «посттравматические» изменения в суставах стопы и голеностопном суставе при хронической ДНОАП могут соответствовать тяжелому посттравматическому артрозу (изучаемому в «классической» ортопедии) и неминуемо сопровождаться умеренным хроническим асептическим воспалением;
5. дуплексное сканирование сосудов нижних конечностей.

Консервативное лечение

Одиннадцать пациентов получали консервативное ортопедическое лечение. Из них 7 женщин, 5 мужчин. Возраст колебался от 28 до 57 лет, СД1 – у 2 пациентов, СД2 – у 9 пациентов.

Пациенты данной группы до лечения использовали средства дополнительной опоры (костыли/трость/ходунки) без ортопедической обуви, предназначенной для пациентов с СД. Жалобами являлись нарушение опороспособности за счет патологической подвижности в заднем отделе стопы, голеностопном суставе, сложность подбора обуви. Болевой синдром был невыраженным или отсут-

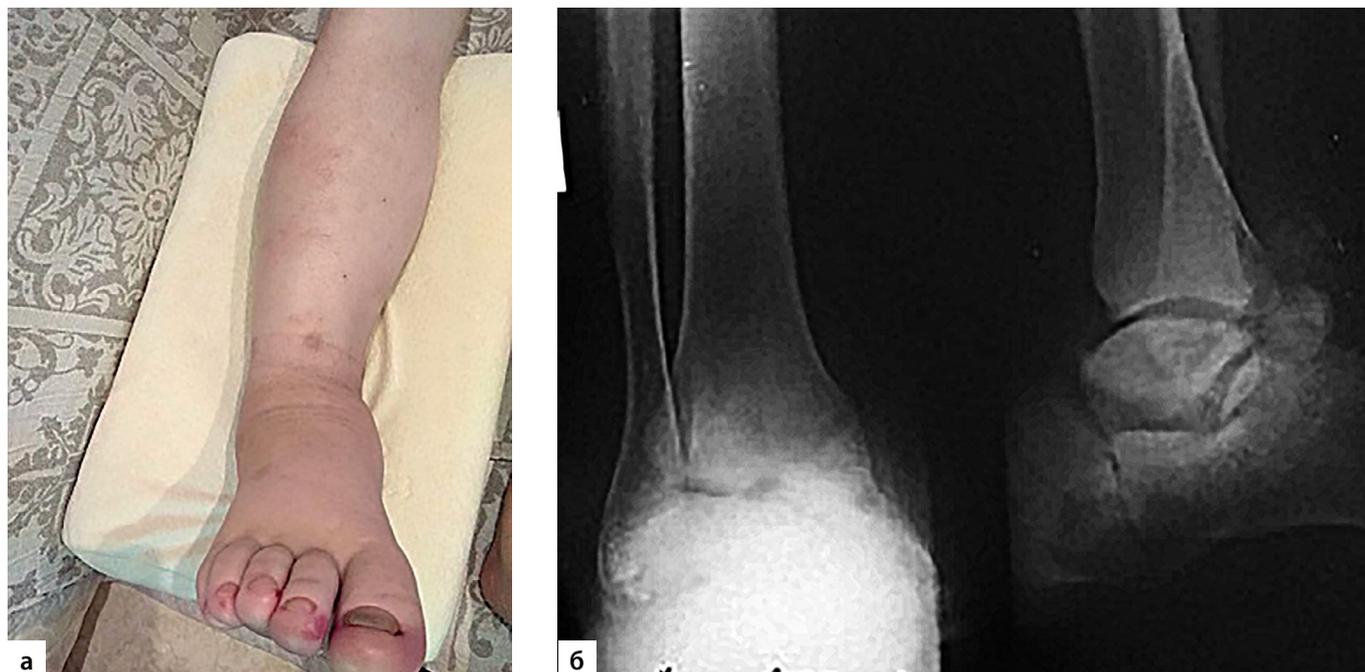


Рис. 1. Пациент В., 38 лет. Диагноз: диабетическая нейроостеоартропатия, асептический некроз таранной кости правой стопы: а – вид дистального сегмента конечности до начала лечения; б – рентгенограмма голеностопного сустава и заднего отдела стопы в прямой и боковой проекциях.

ствовал вовсе из-за дистальной полинейропатии. У трех пациентов, которым проводилось консервативное лечение, отмечались нейропатические язвенные дефекты в области верхушки наружной лодыжки и/или основания V плюсневой кости. При осмотре определялись отек дистального отдела конечности, умеренная гипертермия.

Ортопедический статус: патологическая подвижность в заднем отделе стопы (подтаранном и/или голеностопном суставе), слабовыраженная и безболезненная. Ее объем составлял от 15 до 45 градусов пяточно-тибиального угла от нейтрального положения во фронтальной плоскости. Признаки ригидности икроножной мышцы (отсутствие активного тыльного сгибания в голеностопном суставе, пассивного до 15 градусов) отмечались у всех пациентов.

При транскутанной оксиметрии уровень кислорода составлял более 45 мм рт. ст. в положении лежа. По данным УЗИ сосудов нижних конечностей данных за тромбоз, критически значимый стеноз артерий не было.

Двум пациентам с ДНОАП, у которых не было рентгенологических нарушений, выполнялась МРТ стопы и голеностопного сустава.

Поражение заднего отдела стопы (голеностопный сустав, подтаранный сустав) по классификации Sanders соответствовало типам IV и V [6], «подострой» стадии (1-я стадия по классификации Eichenholtz) с рентгенологическими проявлениями в виде фрагментации и асептического некроза костей [7] (рис. 1).

Критерием для выбора консервативного подхода в лечении являлась патологическая подвижность в заднем отделе стопы и/или голеностопном суставе с возможностью устранения грубой деформации за счет ручной репозиции без значительного механического усилия с учетом возможности постепенно возрастающей нагрузки на пораженную конечность в ортопедическом изделии (индивидуальная разгрузочная повязка, тугор, ортез).

Задачей консервативного лечения являлось создание условий для формирования консолидации переломов костей, костного или фиброзного анкилоза суставов заднего отдела стопы и/или голеностопного сустава в положении возможной умеренной коррекции, сохранение или коррекция опороспособности конечности, создание условий для заживления язвы (при ее наличии), профилактика рецидива язвообразования.

После проведения закрытой ручной репозиции без применения значительного механического воздействия проводилось наложение иммобилизирующей повязки (гипсовая глубокая задняя лонгета от уровня плюсневых суставов до проксимального края брюшка икроножной мышцы или индивидуальная разгрузочная повязка (ИРП) «Total Contact Cast» (ТСС) из полимерного материала) [8, 9, 10] (рис. 2).



Рис. 2. Индивидуальная разгрузочная иммобилизирующая повязка Total Contact Cast.

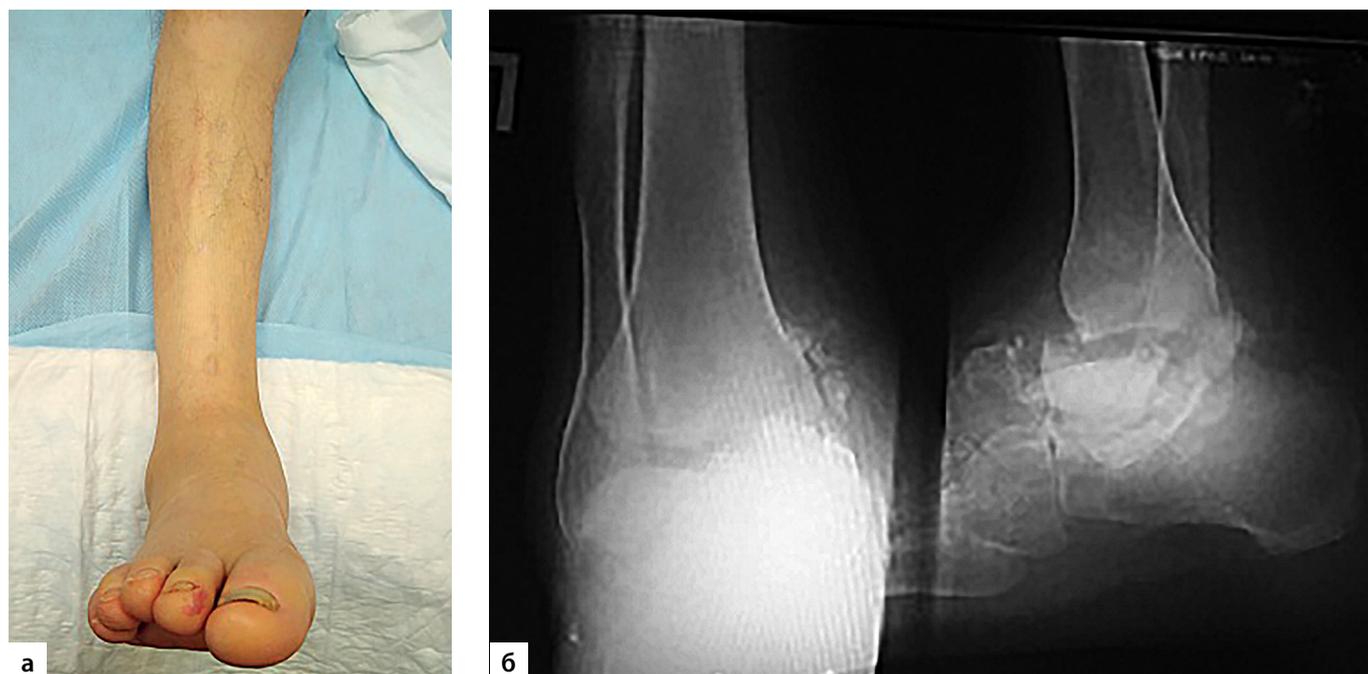


Рис. 3. Пациент В., 38 лет. Диагноз: диабетическая нейроостеоартропатия, асептический некроз таранной кости правой стопы: а – вид дистального сегмента конечности через 4 месяца после начала лечения; б – рентгенограмма голеностопного сустава и стопы в прямой и боковой проекции 4 месяца после начала лечения.

ИРП ТСС имеет ряд преимуществ по сравнению с гипсовой: она легче по весу, менее подвержена воздействию жидкости и механических повреждений, обрабатывается антисептиками, края повязки не жесткие, что уменьшает вероятность повреждения кожи.

Особое внимание уделялось недопущению пальцевых вдавлений в иммобилизирующем материале и наблюдению за состоянием кожных покровов и трофики тканей конечности.

После репозиции *запрещалась нагрузка* на пораженную конечность *от 2 до 3 месяцев*, в зависимости от динамики заболевания. Критерием положительной динамики считали: снижение амплитуды патологической подвижности, уменьшение гипертермии дистального отдела конечности, уменьшение отека, а также уменьшение отека костного мозга по данным МРТ.

Иммобилизирующая повязка менялась на новую по мере уменьшения отека и износа (в среднем 1 раз в месяц). По окончании разгрузочного периода (в течение которого исключалась нагрузка на ногу), *после исчезновения патологической подвижности*, выраженного отека накладывалась ИРП ТСС из полимерного материала и разрешалась постепенно возрастающая нагрузка, доходящая до полной через 2–3 месяца. В течение последнего (3-го) месяца полностью нагружали конечность в ИРП. В течение «нагрузочного» периода повязка при необходимости заменялась на новую: в зависимости от износа и степени уменьшения отека (рис. 3). Минимальный срок лечения, таким образом, продолжался минимум 6 месяцев: при сохранении выраженного отека мягких тканей, локальной гипертермии иммобилизация ТСС продолжалась до 12 месяцев.

Критерием эффективности лечения, положительной динамики в первую очередь являлось отсутствие патологической подвижности в заднем отделе стопы / голеностопном суставе, *то есть функциональная проба*. По мере стихания проявлений патологической подвиж-

ности уменьшалось проявление таких клинических критериев, как отек мягких тканей, гипертермия, а также отек губчатой костной ткани по данным МРТ. Однако последние критерии не учитывались как первостепенные. Так, персистирующий отек губчатой костной ткани, локальный отек мягких тканей и локальная гипертермия могут быть проявлением многих заболеваний или травм опорно-двигательного аппарата (артрозоартрит, посттравматический деформирующий артроз и др.), не требующих ношения ТСС. И рассчитывать на полное отсутствие данных симптомов можно только при наличии полной костной консолидации (сращения) костей.

Эффективность лечения, степень положительной динамики и тактика дальнейшего лечения оценивались в следующие сроки: 1, 3, 6, 12 месяцев после начала лечения.

После снятия ИРП пациенту рекомендовалось использовать *специализированную ортопедическую обувь и стельку, предназначенные для пациентов с СД*.

Хирургическое лечение

Хирургическое лечение получили 24 пациента. Из них 13 женщин, 11 мужчин. Возраст колебался от 26 до 57 лет. Длительность СД от момента постановки диагноза до появления картины ДНОАП – от 1 месяца до 16 лет. СД1 – у 3 пациентов (все женского пола), у остальных – СД2. Выполнено 26 операций.

Основными жалобами являлись: нарушение опороспособности, трудности подбора обуви, наличие длительно незаживающей язвы. Опороспособность конечности у данной группы больных частично компенсировалась за счет формирования ригидной (более функциональной, опороспособной) деформации.

Показания к хирургическому лечению: грубая ригидная деформация стопы и/или голеностопного сустава, которая не корригировалась приемами закрытой репозиции, длительно незаживающие нейропатические

язвы и нарушение опороспособности дистального отдела конечности [6]. Согласно классификации локализации патологического процесса Sanders, типы II, III, IV, V в «хроническую» стадию (2/3-я стадия по классификации Eichenholtz), с рентгенологическими проявлениями в виде некроза костей стопы, срастающихся или сросшихся между собой костных фрагментов в патологическом положении [7].

При осмотре отек мягких тканей отсутствовал или был выражен слабо. Цвет кожных покровов стопы и голени был обычной окраски, кроме пяти больных, у которых выявлялась гиперпигментация вследствие венозной недостаточности. Нейропатические язвы выявлены в 16 случаях (на подошвенной поверхности в проекции выступающего фрагмента костей предплюсны – 13; в проекции верхушки наружной лодыжки и наружной поверхности стопы в проекции основания 5 плюсневой кости – 3). В одном наблюдении на фоне язвенных дефектов диагностирован остеомиелит обеих лодыжек с клиническими и лабораторно подтвержденными данными на фоне перелома лодыжек, подвывиха стопы, перфорации кожи.

Ортопедический статус. У всех пациентов отмечалась ригидность икроножной мышцы с отсутствием как активного, так и пассивного тыльного сгибания в голеностопном суставе. Варусная или вальгусная установка заднего отдела стопы составляла от 30 до 45 градусов пяточно-тибиального угла. Деформация среднего отдела стопы по типу «стопы-качалки» с пролапсом костей предплюсны составляла угол *инфлексии* (образованный тремя точками: место прикрепления плантарной фасции к пяточной кости, головка наименее смещенной к тылу плюсневой кости и подошвенная поверхность наиболее выступающей кости в среднем отделе стопы) более 180 градусов. Патологическая подвижность отсутствовала либо была незначительной: деформация у данной группы пациентов закрытой ручной репозиции не поддавалась, что является отличительной чертой пациентов с хронической стадией ДНОАП, нуждавшихся в хирургическом лечении. При деформации среднего отдела стопы опорная и двигательная функции были ограничены в меньшей степени по сравнению с деформацией заднего отдела.

Уровень tcpO_2 на тыле стопы составлял от 42 мм до 75 мм рт. ст. в положении лежа. Полученные результаты свидетельствовали об удовлетворительном кровоснабжении тканей и позволяли предполагать потенциальные возможности заживления послеоперационных ран и язв.

После обработки физиологическим раствором из язвенных дефектов брался посев на наличие патогенной микрофлоры. В большинстве случаев были высеяны грамположительные микроорганизмы. Антибиотикопрофилактика назначалась на 10 дней начиная со дня операции при наличии язвы и на 7 дней – при ее отсутствии.

Цели оперативного лечения состояли в следующем:

- коррекция деформации суставов среднего и/или заднего отделов стопы;
- создание условий для заживления и профилактики рецидива язвенных дефектов.

Выполнялось два типа хирургических вмешательств:

1) резекция выступающего фрагмента той или иной кости предплюсны – 12 операций. С целью оптимизации условий для заживления нейропатической язвы в проекции

выступающего костного фрагмента на высоте деформации или профилактики ее образования при отсутствии, но высокой вероятности формирования; 2) реконструктивная операция, направленная на коррекцию грубой деформации среднего и/или заднего отдела стопы – 14 операций. Цель: та же, что в первой группе, плюс восстановление опороспособности заднего отдела стопы или голеностопного сустава за счет выполнения артрореза суставов стопы/голеностопного сустава с последующим формированием фиброзного/костного анкилоза.

Распределение реконструктивных операций было следующим: 7 операций – реконструкция среднего отдела стопы (Sanders II, III); 5 операций – реконструкция заднего отдела стопы (голеностопный сустав – Sanders IV, подтаранный сустав – Sanders V); 2 операции – при поражении среднего и заднего отдела стопы (Sanders II, III, IV).

Противопоказаниями для хирургического лечения были: ишемия тканей стопы (ишемическая форма СДС), выраженный инфекционный процесс дистального отдела конечности, генерализованный инфекционный процесс, наличие тромбоза/тромбофлебита нижних конечностей, выраженная почечная недостаточность, декомпенсация СД, деменция.

Операции

Все операции, включающие резекцию выступающего фрагмента той или иной кости предплюсны, выполнялись при деформации среднего отдела стопы (Sanders II, III) при условии индекса массы тела (ИМТ) менее 30 и не более чем на 1/3 ее объема (для сохранения стабильности взаимодействующих между собой костей среднего отдела стопы).

Реконструктивная операция на среднем отделе включала в себя резекционный артрорез суставов Лисфранка и Шопара с восстановлением продольного свода стопы и формированием фиброзного или костного анкилоза. В трех случаях фиксацию осуществляли чрескостным остеосинтезом винтами (в одном случае пластиной и винтами), в четырех – аппаратом внешней фиксации (АВФ) Илизарова (рис. 4, 5, 6).

Выполнение реконструктивной операции на заднем отделе стопы подразумевало артрорезирование голеностопного или подтаранного сустава с целью формирования костного или фиброзного анкилоза. В случае разрушения таранной кости выполнялся пяточно-большеберцовый артрорез после ее удаления. У одного больного фиксацию осуществляли аппаратом Илизарова, у четырех – винтами (рис. 7, 8).

У двух пациентов при поражении среднего и заднего отделов стопы выполнялся резекционный артрорез на этом уровне с удалением пораженной таранной кости и применением внутренней фиксации.

При наличии язвенного дефекта менее 3 см в диаметре он иссекался на этапе формирования хирургического доступа с ушиванием полученной операционной раны наглухо.

Тактику послеоперационной терапии вырабатывали совместно с эндокринологом. У большинства больных в течение первых 24–48 ч после вмешательства отмечалось повышение концентрации глюкозы крови от 9 до 17 ммоль/л, обусловленное тяжестью операционной травмы. Коррекция сахароснижающей терапии

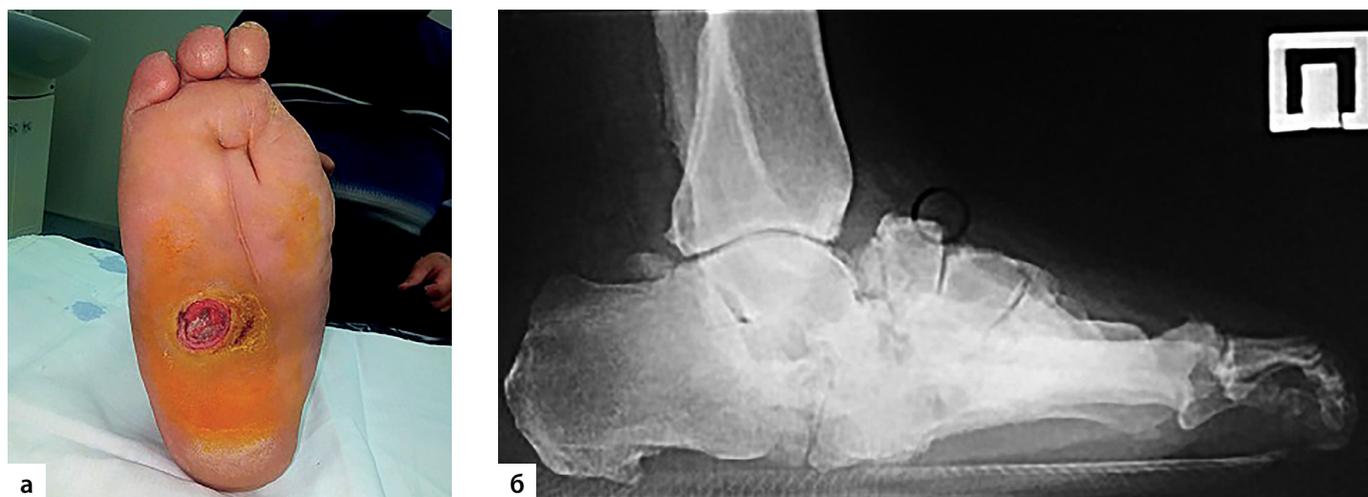


Рис. 4. Пациент С., 56 лет. Диагноз: диабетическая нейроостеоартропатия с патологическими переломами, вывихами, деформацией среднего отдела правой стопы до операции: а – вид стопы; б – рентгенограмма голеностопного сустава и стопы в боковой проекции.

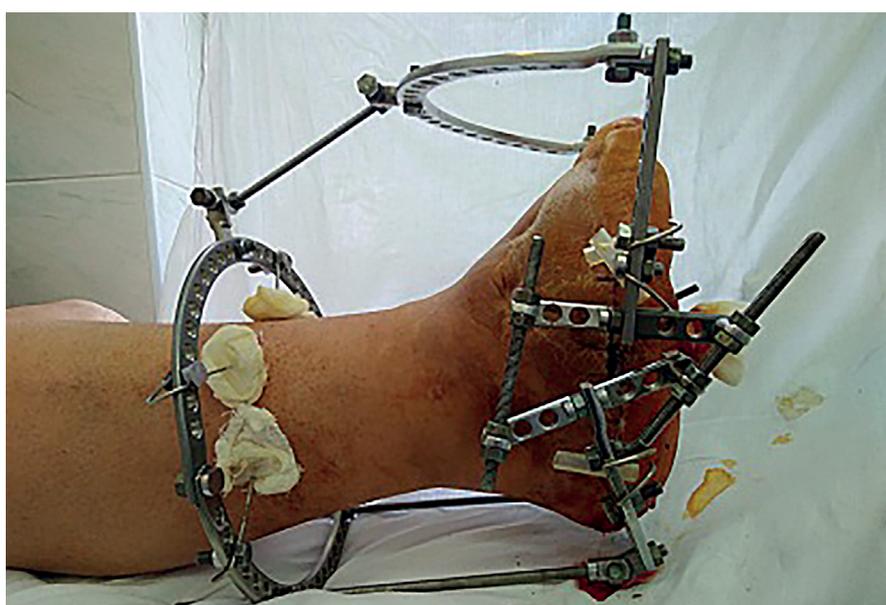


Рис. 5. Пациент С., 56 лет. Вид конечности через 10 дней после операции.

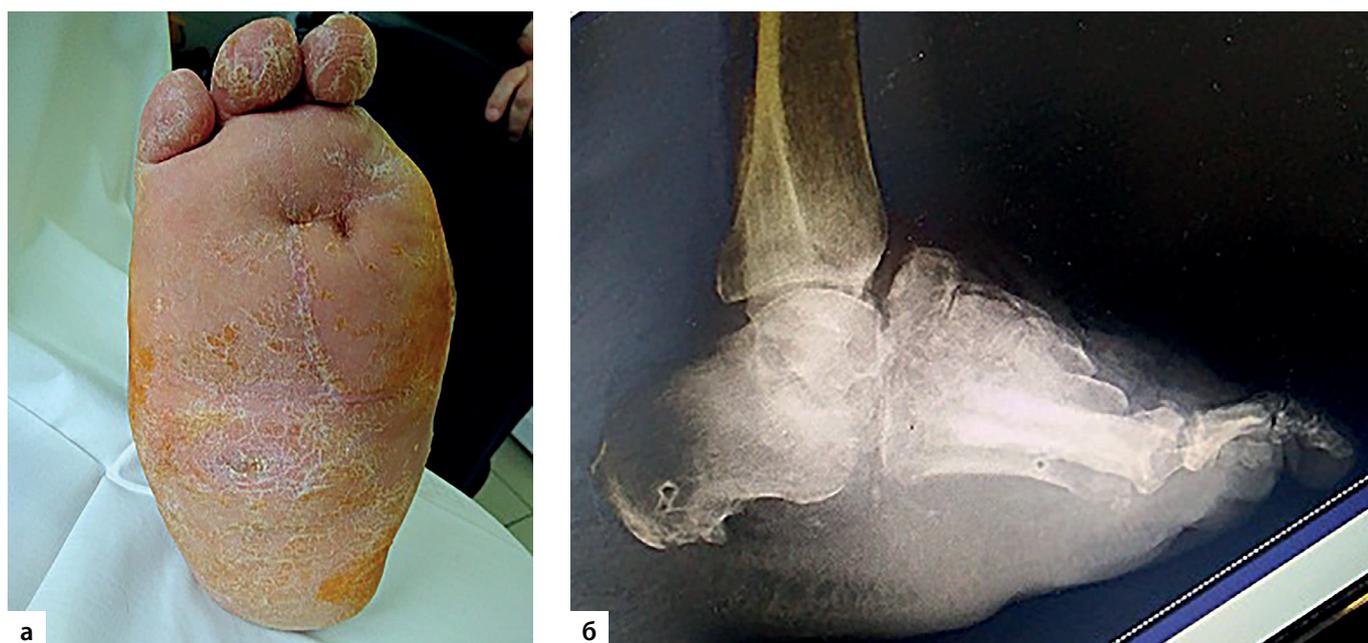


Рис. 6: Пациент С., 56 лет. а – вид стопы через 5 месяцев после операции; б – рентгенограмма голеностопного сустава и стопы в боковой проекции через 5 месяцев после операции.



Рис. 7. Пациентка Я., 56 лет. Диагноз: диабетическая нейроостеоартропатия с частичным асептическим некрозом, подвывихом таранной кости правой стопы: а – вид дистального сегмента конечности пациентки и рентгенограмма до операции; б – рентгенограмма голеностопного сустава и заднего отдела стопы в прямой и боковой проекции до операции.

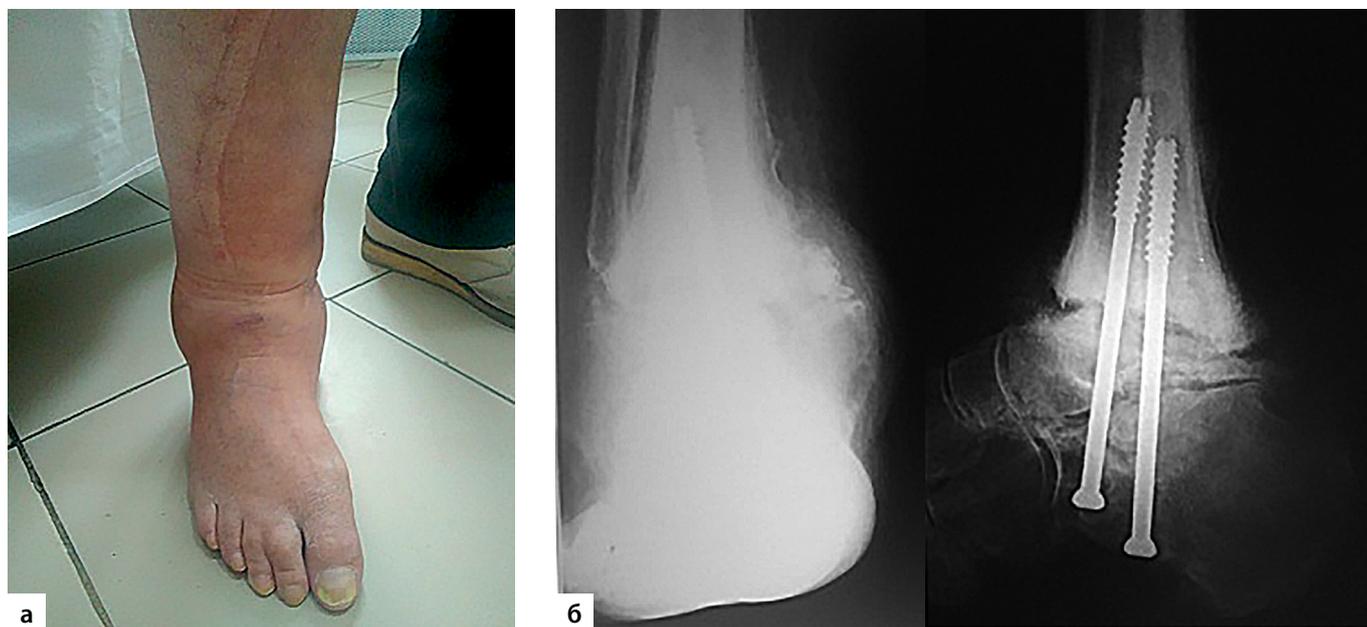


Рис. 8: Пациентка Я., 56 лет. а – вид конечности пациентки через 6 месяцев после операции; б – рентгенограмма голеностопного сустава и заднего отдела стопы в прямой и боковой проекции через 6 месяцев после операции.

осуществлялась с учетом индивидуальных целевых показателей гликемии и особенностей течения заболевания. Также проводилась профилактика тромбозов в течение 5 дней с использованием низкомолекулярных гепаринов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Период наблюдения более 12 месяцев был у 6 пациентов, получавших консервативное лечение после ручной репозиции и фиксации иммобилизирующей повязкой (остальные 5 самостоятельно прекратили лечение до года), и 15 больных после оперативного лечения. Им было выполнено 16 операций (одному – на обеих стопах), в 8 случаях имели место язвенные дефекты до операции.

Консервативное лечение: у всех наблюдаемых пациентов наступило полное заживление язвенных дефектов.

Рецидива деформации и язв не наблюдалось. Рентгенологически и клинически через 6 месяцев от начала лечения определялись признаки фиброзного (в четырех случаях) или костного (в двух случаях) анкилозирования. По окончании лечения объем патологической подвижности значительно уменьшился за счет формирования анкилоза суставов в заднем отделе стопы (до 15 градусов от нейтрального положения пяточно-тибиального угла). Отек дистального отдела конечности не наблюдался или был слабо выражен за счет ранее произошедших необратимых патологических процессов. Во всех случаях наблюдалось абсолютное укорочение конечности от 2 до 4 см, причиной которого был частичный/полный асептический некроз таранной, пяточной костей. Восстановления опороспособности удалось достигнуть во всех 11 случаях. Пациентам, у которых была восстановлена

опороспособность, было рекомендовано ношение терапевтической диабетической обуви, предназначенной для пациентов с СД по готовой или индивидуальной колодке в постоянном режиме.

Осложнения консервативного лечения: у 2 больных в местах давления ИРП на ткани стопы образовались потертости в пределах толщины дермы. В одном наблюдении пациент во время лечения значительно увеличил нагрузку на пораженную конечность, в результате чего значительно усилился отек мягких тканей с появлением в области голеностопного сустава эпидермальных фликтен малого размера, которые в последующем зажили благодаря корректировке нагрузочного режима.

Хирургическое лечение: у 7 пациентов с язвенными дефектами наступило полное их заживление без рецидива в наблюдаемый период. У 1 – полного заживления не наступило, отмечено уменьшение размера до 10% первоначального.

Из 15 пациентов (16 операций), наблюдавшихся более года, распределение результатов было следующим.

У 3 – после реконструкции среднего отдела стопы сформировался фиброзный анкилоз в двух случаях, костный анкилоз в одном.

У 7 (8 операций) – после резекции выступающего фрагмента той или иной кости предплюсны наблюдалось полное заживление язвы без рецидива в наблюдаемый период.

У 4 – после реконструкции заднего отдела стопы: формирование фиброзного анкилоза в трех наблюдениях, костного анкилоза в одном.

И еще у 1 больного после артродеза среднего и заднего отдела сформировался фиброзный анкилоз в обоих отделах.

Клинически и рентгенологически определялось уменьшение объема костной ткани в месте резекции выступающего фрагмента кости; через 6 месяцев после артродезирования суставов среднего или заднего отдела стопы наблюдались признаки фиброзного или костного анкилозирования. После реконструкции продольного свода стопы устранена деформация по типу «стопы-качалки». При артродезировании суставов заднего отдела стопы/голеностопного сустава осуществлена коррекция патологического варусного/вальгусного отклонения пяточно-тибиального угла.

У всех больных с поражением заднего отдела стопы/голеностопного сустава сформировалось абсолютное укорочение конечности от 3 до 5 см за счет интраоперационной резекции костной ткани. После проведенных реконструктивных хирургических вмешательств опороспособность конечности была улучшена за счет выведения из-под нагрузки наружной или внутренней поверхности стопы и голеностопного сустава.

После хирургического лечения пациентам рекомендованы диабетическая обувь и ходьба со средствами дополнительной опоры. Течение СД, показатели сопутствующей соматической патологии за время лечения без отрицательной динамики.

Осложнения хирургического лечения

Ранние осложнения. В двух случаях имело место нагноение операционной раны. 1) После резекции выступающего костного фрагмента кубовидной кости, об-

уславливающего наличие объемной язвы. Последняя была иссечена и ушита наглухо. Швы сняты на 5-й день после операции при появлении признаков инфекционного воспаления. Полное заживление вторичным натяжением наступило в течение года при использовании ТСС. 2) После реконструкции среднего отдела стопы и применения внутренней фиксации (пластина и винты). Признаки инфекционного воспаления появились на 12-й день после операции, швы были сняты на 14-й день. Произведена ревизия, санация раны. Послеоперационная рана зажила вторично. Через 3 месяца после операции – образование свища. Удаление металлоконструкций через 3,5 месяца после операций с первичным заживлением раны и формированием тугоподвижного анкилоза суставов среднего отдела стопы.

В пяти случаях наблюдались некрозы краев операционной раны площадью до 2x2 см, которые иссекались через 14–21 день после реконструкции. Образовавшиеся раны зажили в срок до 3 месяцев.

Поздние осложнения. При формировании костного анкилоза в среднем отделе стопы повышается нагрузка на подошвенную поверхность в ее переднем отделе в связи с отсутствием подвижности в данной зоне. Это обстоятельство у одного пациента в отдаленном послеоперационном периоде привело к формированию глубокой нейропатической язвы подошвенной поверхности в проекции головки I плюсневой кости. При этом необходимо отметить, что больной пренебрегал постоянным ношением диабетической обуви. Ему выполнена резекция головки первой плюсневой кости с одномоментным удалением металлоконструкций, фиксировавших средний отдел (винтов). Послеоперационные раны зажили первично, язва зажила за 2 месяца. При этом сохранилась умеренная гипермобильность I пальца.

Двум пациентам, у которых реконструктивная операция на среднем отделе стопы с внутренней фиксацией винтами завершилась формированием фиброзного анкилоза, понадобилось удалить винты в связи с началом разрушения головки I плюсневой кости (за счет ее подвижности на винте). Перегрузки подошвенной поверхности переднего отдела стопы за счет сохранения подвижности не наступило, но имел место конфликт металлоконструкций и костной ткани. После удаления винтов, проведенных интрамедуллярно через I плюсневую кость, процесс разрушения костной ткани был остановлен.

В одном наблюдении, после артродеза подтаранного сустава (подвывих пяточной кости с формированием грубой деформации заднего отдела стопы), после начала максимальной нагрузки развился асептический некроз таранной кости. Наиболее вероятная причина – совокупность факторов: частичный лизис таранной кости в предоперационном периоде, травматизация костной ткани металлоконструкциями (канюлированные винты), агрессивное течение ДНОАП и высокая нагрузка (молодая трудоспособная пациентка (26 лет), СД1, высокая масса тела). Понадобились удаление внутренних фиксаторов (винтов) и консервативное лечение в ИРП ТСС, которое завершилось формированием фиброзного пяточно-тибиального анкилоза без грубой деформации заднего отдела стопы (табл. 1).

Таблица 1. Осложнения хирургического лечения деформаций стоп при диабетической нейроостеоартропатии

Общее число операций	26 (16 – наблюдение более года)
Нагноение операционной раны	2
Частичное разрушение кости фиксатором	2
Некроз края операционной раны	5
Асептический некроз таранной кости	1

В данной работе результаты лечения оценивались по шкале оценки заднего отдела стопы Kitaoka AOFAS (The American Orthopaedic Foot And Ankle Society) [11], а также по шкале VASFA (Visual Analogue Scale Foot and Ankle) [12]. Однако нам представляется некорректным использовать общепринятые шкалы оценки ортопедического лечения деформаций стоп, так как значительная часть пунктов освещает болевой синдром. В то время как изучаемая группа пациентов отличается тем, что у них значительно снижена чувствительность стоп вплоть до отсутствия болевого синдрома в некоторых случаях, несмотря на выраженную деформацию, ограничение функции и наличие раневых дефектов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основными показаниями для оперативного ортопедического лечения стопы Шарко, по данным литературы, являются грубая деформация, наличие рецидивирующего язвенного дефекта и выраженная нестабильность среднего/заднего отдела стопы или голеностопного сустава [13].

На наш взгляд, целесообразно выделять три основных критерия для выбора показаний к тому или иному методу хирургического лечения ДНОАП: **1) патологическая подвижность, 2) стадия ДНОАП, 3) степень деформации.**

1) Наличие или отсутствие патологической подвижности обуславливает опороспособность конечности и является критерием выбора метода ортопедического лечения, продолжительности внешней фиксации. При сохранении патологической подвижности в стопе и/или голеностопном суставе, при которой приемы *закрытой ручной репозиции без применения значительного механического усилия приводят к устранению грубой деформации*, целесообразно консервативное лечение (описанное выше). Наличие ригидной деформации, на наш взгляд, является показанием для оперативного лечения. Однако (!) необходимо уточнить, что высокая вероятность успешного консервативного лечения при наличии патологической подвижности имеет место при острой/подострой стадии ДНОАП (Eichenhotz I–II). В хроническую (неактивную) стадию Eichenhotz III выраженная патологическая подвижность, как правило, обусловлена массивным дефектом костной ткани, что требует проведения хирургической фиксации костных фрагментов.

2) Все операции проводились в неактивную, хроническую стадию ДНОАП (Eichenhotz II, III). В острый период ДНОАП операции не проводились, т.к., по нашему мнению, выраженный отек мог спровоцировать большую вероятность осложнений в послеоперацион-

ном периоде, а незавершенный процесс разрушения костной ткани – привести к рецидиву деформации и/или нестабильности фиксаторов при реконструктивных операциях. Данный взгляд на выбор сроков операции описан в литературе, и большинство авторов с ним солидарны [13–17].

Однако ряду авторов представляется целесообразным при некоторых ситуациях использовать оперативное лечение и в острый период [15]. Например, проведение винтов интрамедуллярно через плюсневые кости в кости заднего отдела стопы через малые разрезы (проколы кожи) до наступления грубого смещения костей, таким образом, производя «армирование» скелета стопы. Сочетая эту методику с иммобилизацией в ИРП, разгрузкой или наложением АВФ [18–21].

С той же целью возможно применение аппаратов внешней фиксации [22, 23].

3) Нами предложены критерии выбора тактики ортопедического лечения, в том числе в зависимости от степени деформации [24].

Для **заднего отдела стопы (Sanders IV, V)**, где при ДНОАП наступает вальгусная или варусная деформация, целесообразно выделять следующие *степени*.

1 степень. Варусное/вальгусное отклонение пяточно-тибиального угла не более 20 градусов.

Показано консервативное лечение. При сохраняющейся патологической подвижности с профилактической целью может применяться хирургическое лечение.

2 степень. Варусное/вальгусное отклонение пяточно-тибиального угла от 20 до 40 градусов.

Оперативное лечение показано при высокой вероятности прогрессирования деформации (индекс массы тела более 30, сохраняется патологическая подвижность в заднем отделе стопы), наличии нейропатических язв, несмотря на проводимое консервативное лечение. Показана хирургическая коррекция деформации, артродез на уровне заднего отдела стопы/голеностопного сустава.

3 степень. Варусное/вальгусное отклонение пяточно-тибиального угла более 40 градусов.

С целью восстановления опороспособности и заживления язвенных дефектов показана коррекция деформации, артродез на уровне заднего отдела стопы/голеностопного сустава.

Для **среднего отдела (Sanders II, III)**, при пролапсе костей предплюсны, вальгусной или варусной девиации переднего отдела и сохранении удовлетворительной опороспособности выделяем следующие *степени*.

1 степень

1а) *Плоская стопа.*

Рентгенологически значительное снижение продольного свода стопы – угол инфлексии (образованный

тремя точками: место прикрепления плантарной фасции к пяточной кости, головка наименее смещенной к тылу плюсневой кости и подошвенная поверхность наиболее выступающей кости в среднем отделе стопы) от 155 до 180 градусов.

Оперативного лечения не требуется, показана консервативная реабилитация.

16) *Наличие выступающего костного фрагмента в области суставов Лисфранка и Шопара.*

Рентгенологически продольный свод стопы снижен незначительно – угол инфлексии менее 155 градусов.

Показана консервативная коррекция. Оперативное лечение возможно в качестве профилактики язвообразования.

2 степень

2а) *Плоская стопа и выступающий костный фрагмент.*

Рентгенологически значительное снижение/отсутствие продольного свода стопы (угол инфлексии от 155 до 180 градусов); наличие патологически выступающей части кости/костей, образующих суставы Шопара, Лисфранка.

Показана резекция выступающего костного фрагмента не более чем на 1/3 объема кости для профилактики образования язвенного дефекта или с целью создания условий для его заживления.

2б) *«Стопа-качалка».*

Рентгенологически высота свода стопы имеет отрицательное значение: угол инфлексии более 180 градусов.

Показана реконструкция стопы с восстановлением продольного свода.

3 степень

«Стопа-качалка» и выступающий костный фрагмент.

Рентгенологически: высота продольного свода стопы имеет отрицательное значение (угол инфлексии более 180 градусов); наличие патологически выступающей части кости/костей, образующих суставы Шопара, Лисфранка.

Показана реконструкция стопы с восстановлением продольного свода.

На наш взгляд, целесообразность реконструктивного характера оперативного вмешательства максимально актуальна при высокой массе тела пациента (а она чаще всего такой и бывает у этой категории больных). Чем вес выше, тем больше вероятность прогрессирования деформации, низкой эффективности консервативного лечения и парциальной резекции выступающих костных фрагментов.

Мы солидарны с рекомендациями в том, что предпочтительно любую коррекцию деформации среднего отдела стопы Шарко дополнять удлиняющей ахиллотомией [25].

Это позволяет уменьшить нагрузку на подошвенную поверхность переднего отдела, а также исправить угловую деформацию в проекции суставов Лисфранка и Шопара при ходьбе.

Формирование костного анкилоза в среднем отделе стопы оказалось сложнее, чем в заднем. Это объясняется «срезающим» направлением воздействия механических сил при нагрузке на передний отдел стопы, которое параллельно поверхности сопоставленных

костных фрагментов. Кроме того, использование компрессионных винтов для фиксации среднего отдела, проведенных интрамедуллярно через плюсневые кости в задний отдел практически перпендикулярно направлению воздействия механических сил при ходьбе, способствовало разрушению плюсневых костей во время нагрузки за счет сохранившейся подвижности. Фиксация же заднего отдела стопы винтами оказалась более рациональной и стабильной. Расположение винтов соответствовало направлению воздействия механических сил при ходьбе. Причем эффект усиливалось то, что площадь контакта обработанных поверхностей костей перпендикулярна направлению нагрузки.

Формирование тугоподвижного фиброзного анкилоза в среднем отделе как результат реконструктивной операции представляется более функциональным: упругий характер регенерата в данной зоне ведет к увеличению нагрузки на подошвенную поверхность переднего отдела стопы.

В своей работе мы использовали как внутреннюю фиксацию, так и АВФ Илизарова для выполнения реконструктивных операций. Внутренняя фиксация (винты, пластины для остеосинтеза) применялась при следующих условиях: отсутствие признаков остеомиелита; размер язвенного дефекта (диаметр до 3 см) должен был обеспечивать возможность его иссечения и превращения в резаную операционную рану при формировании операционного доступа; возможность одномоментной интраоперационной репозиции фрагментов в положении коррекции. В иных случаях был использован АВФ Илизарова.

В литературе отсутствует единое мнение по поводу метода фиксации в комплексе реконструктивной хирургии ДНОАП. У того и другого метода есть свои объективные преимущества и недостатки, кроме того, выбор метода фиксации зачастую продиктован навыками и субъективными предпочтениями хирурга [23, 26, 27, 28].

В некоторых случаях применялся как внутренний, так и внешний остеосинтез одновременно [21, 29].

При этом нельзя упускать из внимания вопрос удаления металлофиксаторов. Он особенно актуален для реконструктивных операций на среднем отделе стопы: при формировании фиброзного анкилоза сохраняющаяся подвижность при нагрузке на оперированную ногу неминуемо приведет к осложнениям, связанным с наличием внутренних металлофиксаторов (поломка и миграция имплантов, резорбция костной ткани, воспаление области хирургического вмешательства). Наш опыт в этом сообщается с опытом зарубежных коллег [30, 31].

Поэтому считаем целесообразным раннее удаление внутренних фиксаторов после начала нагрузки на оперированную конечность (через 3–6 месяцев после вмешательства) даже при отсутствии рентгенологических признаков костного сращения в зоне вмешательства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя результаты реконструктивных оперативных вмешательств, мы пришли к заключению, что формирование анкилозов (в том числе фиброзного ха-

рактера) позволяет, наряду с оптимальной коррекцией, восстановить опороспособность конечности, обеспечить стабильность в голеностопном суставе и суставах среднего отдела стопы, создать условия для заживления и предотвращения рецидива язвы.

Консервативный метод формирования анкилоза суставов заднего отдела стопы, голеностопного сустава представляется менее стабильным и предсказуемым, чем хирургический. Однако, учитывая техническую простоту, отсутствие операционных рисков, необходимым для использования в лечении ДНОАП.

Опыт работы иностранных и отечественных коллег в данном направлении, а также наш опыт позволяют сформировать цели, задачи, предложить показания, противопоказания к тому или иному методу лечения стопы Шарко. А возрастающий интерес представителей отечественной ортопедии к данной проблеме служит основанием для возрастающих перспектив и развития методик лечения ДНОАП.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. У данной работы отсутствует финансирование. Обследование и лечение пациентов проводилось за счет ФОМС.

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

Участие авторов. Бардюгов П.С. – сбор и обработка материалов, анализ полученных данных, написание текста; Паршиков М.В. – концепция и дизайн исследования, написание текста; Галстян Г.Р. – анализ полученных данных, написание текста; Ярыгин Н.В. – анализ полученных данных, написание текста.

Благодарности. Все авторы внесли существенный вклад в подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Коллектив авторов выносит особую благодарность коллективу отделения диабетической стопы ГБУЗ «Эндокринологический диспансер» ДЗМ, организационному комитету Российского общества хирургов стопы и голеностопного сустава (RUSFAS), коллективу отделения травматологии и ортопедии ГБУЗ МО ВРКБ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Галстян Г.Р., Викулова О.К., Исаков М.А., и др. Эпидемиология синдрома диабетической стопы и ампутаций нижних конечностей в Российской Федерации по данным Федерального регистра больных сахарным диабетом (2013–2016 гг.) // Сахарный диабет. — 2018. — Т. 21. — №3. — С. 170–177. [Galstyan GR, Vikulova OK, Isakov MA, et al. Trends in the epidemiology of diabetic foot and lower limb amputations in Russian Federation according to the Federal diabetes register (2013-2016). *Diabetes mellitus*. 2018;21(3):170–177. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/DM9688>
2. Sanders LJ, Frykberg RG. The Charcot foot (Pied de Charcot). *Levin and O'Neal's The Diabetic Foot*. 2008;257–283. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-04145-4.50019-3>
3. Ступин В.А., Аникин А.И., Алиев С.Р. Транскутанная оксиметрия в клинической практике (методические рекомендации). — М., 2010. — С. 28–36. [Stupin VA, Anikin AI, Aliev SR. *Tranuskutannaya oksimetriya v klinicheskoy praktike (metodicheskiye rekomendatsii)*. Moscow; 2010. P. 28–36. (In Russ.)]
4. Бондаренко О.Н., Аюбова Н.Л., Галстян Г.Р., Дедов И.И. Транскутанная оксиметрия в динамическом наблюдении за пациентами с сахарным диабетом и критической ишемией нижних конечностей // Сахарный диабет. — 2013. — Т. 16. — №1. — С. 33–42. [Bondarenko ON, Ayubova NL, Galstyan GR, Dedov II. *Transcutaneous oximetry monitoring in patients with type 2 diabetes mellitus and critical limb ischemia*. *Diabetes mellitus*. 2013;16(1):33–42. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/2072-0351-3594>
5. Rooke T. TcpO2 in non-invasive vascular medicine. *Blood Gas News*. 1998;7(2):21–23.
6. Sanders LJ, Frykberg RG. Diabetic neuropathic neuroarthropathy: Charcot foot. In: Frykberg RG, ed. *The high risk foot in diabetes mellitus*. NY, Churchill Livingstone; 1991. P. 297–338.
7. Eichenholtz SN. Charcot joints. Springfield, IL, USA: Charles C. Thomas; 1966. 233 p.
8. Pinzur MS, Lio T, Posner M. Treatment of Eichenholtz Stage I Charcot foot arthropathy with a weightbearing total contact cast. *Foot Ankle Int*. 2006;27(5):324–329. doi: <https://doi.org/10.1177/107110070602700503>
9. De Souza LJ. Charcot arthropathy and immobilization in a weight-bearing total contact cast. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(4):754–759. doi: <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01523>
10. Галстян Г.Р., Страхова Г.Ю. Современные технологии разгрузки нижней конечности в комплексном лечении нейропатической формы синдрома диабетической стопы // Эндокринная хирургия. — 2007. — Т. 1. — №1. — С. 29–32. [Galstyan GR, Strakhova GYu. *Sovremennyye tekhnologii razgruzki nizhney konechnosti v kompleksnom lechenii neyropaticheskoy formy sindroma diabeticheskoy stopy*. *Endocrine surgery*. 2007;1(1):29–32. (In Russ.)]
11. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, et al. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*. 1994;15(7):349–353. doi: <https://doi.org/10.1177/107110079401500701>
12. Richter M, Zech S, Geerling J, et al. A new foot and ankle outcome score: Questionnaire based, subjective, Visual-Analogue-Scale, validated and computerized. *Foot Ankle Sur*. 2006;12(4):191–199. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fas.2006.04.001>
13. Lee CR, Frykberg RG, Armstrong DG, et al. The Charcot foot in diabetes. *Diabetes Care*. 2011;34(9):2123–2129. doi: <https://doi.org/10.2337/dc11-0844>
14. Митиш В.А., Галстян Г.Р., Доронина Л.П., и др. Хирургическое лечение стопы Шарко, осложненной гнойной инфекцией // Сахарный диабет. — 2009. — №1. — С. 59–63. [Mitish VA, Galstyan GR, Doronina LP, et al. *Surgical treatment of Charcot foot with purulent infection*. *Diabetes mellitus*. 2009;(1):59–63. (In Russ.)]
15. Johnson T. Charcot's osteoarthropathy: An increased awareness of this condition may help in enabling an earlier diagnosis, instituting appropriate treatment, and preventing severe deformity and disability. *Cont Med Educ*. 2010;28(4):171–175.
16. Lowery NJ, Woods JB, Armstrong DG, Wukich DK. Surgical management of Charcot neuroarthropathy of the foot and ankle: a systematic review. *Foot Ankle Int*. 2012;33(2):113–121. doi: <https://doi.org/10.3113/FAI.2012.0113>
17. Дмитриенко А.А., Аничкин В.В., Третьяков А.А., и др. Хирургическая коррекция деформации стопы при остеоартропатии Шарко // Новости хирургии. — 2017. — Т. 25. — №5. — С. 535–542. [Dmitrienko AA, Anichkin VV, Tretyakov AA, et al. *Surgical correction of foot deformity in Charcot osteoarthropathy*. *Novosti khirurgii*. 2017;25(5):535–542. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2017.5.535>
18. Pappalardo J, Fitzgerald R. Utilization of advanced modalities in the management of diabetic Charcot neuroarthropathy. *J Diabetes Sci Technol*. 2010;4(5):1114–1120. doi: <https://doi.org/10.1177/193229681000400509>
19. Stapleton JJ, Zgonis T. Surgical reconstruction of the diabetic Charcot foot. *Clin Podiatr Med Surg*. 2012;29(3):425–433. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2012.04.003>
20. Jolly GP, Zgonis T, Polyzois V. External fixation in the management of Charcot neuroarthropathy. *Clin Podiatr Med Surg*. 2003;20(4):741–756. doi: [https://doi.org/10.1016/s0891-8422\(03\)00071-5](https://doi.org/10.1016/s0891-8422(03)00071-5)
21. Capobianco CM, Ramanujam CL, Zgonis T. Charcot foot reconstruction with combined internal and external fixation: case report. *J Orthop Surg Res*. 2010;5(1):7. doi: <https://doi.org/10.1186/1749-799x-5-7>
22. Roukis TS, Zgonis T. The management of acute Charcot fracture-dislocations with the Taylor's spatial external fixation system. *Clin Podiatr Med Surg*. 2006;23(2):467–483. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2006.01.008>
23. Wukich DK, Belczyk RJ, Burns PR, Frykberg RG. Complications encountered with circular ring fixation in persons with diabetes mellitus. *Foot Ankle Int*. 2008;29(10):994–1000. doi: <https://doi.org/10.3113/fai.2008.0994>

24. Паршиков М.В., Бардюгов П.С., Ярыгин Н.В. Ортопедические аспекты классификаций синдрома диабетической стопы // *Гений ортопедии*. — 2020. — Т. 26. — №2. — С. 173–178. [Parshikov MV, Bardyugov PS, Yarygin NV. Orthopedic aspects of diabetic foot syndrome classifications. *Genii ortopedii*. 2020;26(2):173–178. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-2-173-178>
25. Koller A, Springfield R, Engels G, et al. German-Austrian consensus on operative treatment of Charcot neuroarthropathy: a perspective by the Charcot task force of the German Association for Foot Surgery. *Diabet Foot Ankle*. 2011;2(1):10207. doi: <https://doi.org/10.3402/dfa.v2i0.10207>
26. Belczyk RJ, Rogers LC, Andros G, et al. External fixation techniques for plastic and reconstructive surgery of the diabetic foot. *Clin Podiatr Med Surg*. 2011;28(4):649–660. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2011.07.001>
27. Wiewiorski M, Yasui T, Miska M, et al. Solid bolt fixation of the medial column in Charcot midfoot arthropathy. *J Foot Ankle Surg*. 2013;52(1):88–94. doi: <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2012.05.017>
28. Sammarco VJ. Superconstructs in the treatment of Charcot foot deformity: plantar plating, locked plating, and axial screw fixation. *Foot Ankle Clin*. 2009;14(3):393–407. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2009.04.004>
29. Stapleton JJ, Zgonis T. Surgical reconstruction of the diabetic Charcot foot: internal, external or combined fixation? *Clin Podiatr Med Surg*. 2012;29(3):425–433. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2012.04.003>
30. Sammarco VJ, Sammarco GJ, Walker EW, Guiao RP. Midtarsal arthrodesis in the treatment of Charcot midfoot arthropathy. *Fuß & Sprunggelenk*. 2009;7(3):204. <https://doi.org/10.1016/j.fuspru.2009.05.010>
31. Grant WP, Garcia-Lavin S, Sabo R. Beaming the columns for Charcot diabetic foot reconstruction: a retrospective analysis. *J Foot Ankle Surg*. 2011;50(2):182–189. doi: <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2010.12.002>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Бардюгов Петр Сергеевич [Petr S. Bardiugov]**; адрес: Россия, 117036 Москва, ул. Дм. Ульянова, д. 11 [address: 11, Dm. Ulyanova street, 117036 Moscow, Russian Federation]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5771-0973>; eLibrary SPIN: 7590-0446; e-mail: petrbardiugov@gmail.com

Паршиков Михаил Викторович, д.м.н., профессор [Mihail V. Parshikov, MD, PhD, Professor];
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4201-4577>; eLibrary SPIN: 5838-4366; e-mail: parshikovmikhail@gmail.com

Галстян Гагик Радикович, д.м.н., профессор [Gagik R. Galstyan, MD, PhD, Professor];
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6581-4521>; eLibrary SPIN: 9815-7509; e-mail: galstyangagik964@gmail.com

Ярыгин Николай Владимирович, д.м.н., профессор, чл. корр. РАН [Nikolay V. Yarygin, MD, PhD, Professor];
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4322-6985>; eLibrary SPIN: 3258-4436; e-mail: dom1971@yandex.ru

ЦИТИРОВАТЬ:

Бардюгов П.С., Паршиков М.В., Галстян Г.Р., Ярыгин Н.В. Показания к различным вариантам ортопедической коррекции деформаций стопы при диабетической нейроостеоартропатии // *Сахарный диабет*. — 2020. — Т. 23. — №4. — С. 374–385. doi: <https://doi.org/10.14341/DM12271>

TO CITE THIS ARTICLE:

Bardiugov PS, Parshikov MV, Galstyan GR, Yarygin NV. Indications for various options of foot deformities orthopedic correction in diabetic neuroosteoarthropathy. *Diabetes Mellitus*. 2020;23(4):374–385. doi: <https://doi.org/10.14341/DM12271>