

Научная статья

УДК (616.718.7+616.728.48)-007.248-089.881

<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17658>

Результаты выполнения артродеза заднего отдела стопы и голеностопного сустава у пациентов с нейроостеоартропатией Шарко

В.А. Виноградов¹, С.А. Оснач², В.Г. Процко^{1,2}, В.Н. Оболенский^{3,4}, С.К. Тамоев²,
В.В. Кузнецов², Н.В. Загородний¹, Л.Г. Макинян^{1,3}

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», г. Москва, Россия

² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина ДЗМ», г. Москва, Россия

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

⁴ ФГАО ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Поражение заднего отдела стопы и голеностопного сустава при диабетической нейроостеоартропатии Шарко нередко сопровождается формированием субтотальных и тотальных дефектов таранной кости, что приводит к развитию нестабильных многоплоскостных деформаций, а также резкому нарушению опороспособности конечности. На сегодняшний день разработано множество различных техник выполнения артродеза и способов фиксации, однако в большинстве случаев окончательное решение о применении того или иного метода зависит от предпочтений хирурга.

Цель исследования — оценить результаты оперативного лечения пациентов с деформациями заднего отдела стопы и голеностопного сустава при нейроостеоартропатии Шарко, которым был выполнен артродез пораженных суставов с фиксацией различными способами.

Материал и методы. Проведен анализ результатов лечения 96 пациентов (97 стоп) с нейроостеоартропатией Шарко, сопровождающейся поражением заднего отдела стопы, из них с сахарным диабетом 1-го типа — 28 пациентов; 2-го типа — 53 пациента. Средний срок наблюдения после операции составил 21,0±1,0 мес. Артродез с применением чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова выполняли в 86 (88,7%) случаях; фиксацию погружными конструкциями (винтами, скобами, интрамедуллярным штифтом) — в 11 (11,3%).

Результаты. Формирование костного анкилоза и сращение достигнуто в 95 (98,0%) случаях, из них после артродеза методом чрескостного остеосинтеза в 85 (98,8%) из 86 случаев, а при выполнении артродеза внутренними фиксаторами — в 10 (90,9%) из 11 случаев. В связи с нарушением режима разгрузки оперированной конечности выполнение повторного артродеза потребовалось в 9 (9,3%) случаях на различных этапах проводимого лечения и реабилитации. В 20 (20,6%) случаях произошли гнойные осложнения на различных сроках и этапах проводимого лечения.

Заключение. Высокие показатели формирования костного анкилоза достигнуты как при выполнении артродеза методом чрескостного остеосинтеза, так и после использования внутренних фиксаторов. Метод чрескостного остеосинтеза является более надежным способом лечения пациентов с нейроостеоартропатией Шарко с учетом особенностей данной когорты пациентов: плохого состояния кожных покровов, высокого ИМТ, снижения комплаентности пациентов и адекватности соблюдения ими предписанных режимов фиксации и разгрузки конечности.

Ключевые слова: нейроостеоартропатия Шарко, артродез заднего отдела стопы, артродез голеностопного сустава, замещение костных дефектов, костная пластика.

 **Для цитирования:** Виноградов В.А., Оснач С.А., Процко В.Г., Оболенский В.Н., Тамоев С.К., Кузнецов В.В., Загородний Н.В., Макинян Л.Г. Результаты выполнения артродеза заднего отдела стопы и голеностопного сустава у пациентов с нейроостеоартропатией Шарко. *Травматология и ортопедия России*. 2025;31(2):67-76. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17658>.

 **Виноградов Владимир Алексеевич;** e-mail: vovavin15@gmail.com

Рукопись получена: 08.01.2025. Рукопись одобрена: 13.03.2025. Статья опубликована онлайн: 14.04.2025.

© Виноградов В.А., Оснач С.А., Процко В.Г., Оболенский В.Н., Тамоев С.К., Кузнецов В.В., Загородний Н.В., Макинян Л.Г., 2025

Outcomes of Hindfoot and Ankle Arthrodesis in Patients with Charcot Neuroarthropathy

Vladimir A. Vinogradov¹, Stanislav A. Osnach², Victor G. Protsko^{1,2}, Vladimir N. Obolenskiy^{3,4}, Sargon K. Tamoev², Vasiliy V. Kuznetsov², Nikolay V. Zagorodniy¹, Levon G. Makinyan^{1,3}

¹ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

² Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia

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

⁴ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Abstract

Background. Involvement of the hindfoot and ankle in diabetic Charcot neuroarthropathy is often associated with subtotal or total defects of the talus, leading to unstable multiplanar deformities and a significant loss of weight-bearing capacity in the affected limb. Numerous arthrodesis techniques and fixation methods have been developed; however, in most cases, the final choice of surgical treatment depends on the surgeon's preference.

The aim of the study — to evaluate the outcomes of the surgical treatment of patients with hindfoot and ankle deformities due to Charcot neuroarthropathy who underwent arthrodesis using various fixation methods.

Methods. A retrospective analysis was conducted on 96 patients (97 feet) with Charcot neuroarthropathy affecting the hindfoot. Of these, 28 patients had type 1 diabetes, and 53 had type 2 diabetes. The average follow-up period was 21.0±1.0 months. Arthrodesis with the Ilizarov external fixator was performed in 86 (88.7%) cases, and internal fixation using screws, plates, or intramedullary nails was used in 11 (11.3%) cases.

Results. Bony ankylosis and fusion were achieved in 95 (98.0%) cases, including 85 (98.8%) out of 86 cases with external fixation and 10 (90.9%) out of 11 cases with internal fixation. Due to noncompliance with weight-bearing protocols, revision arthrodesis was required in 9 (9.3%) cases at different stages of treatment and rehabilitation. Septic complications occurred in 20 (20.6%) cases at various treatment stages.

Conclusions. High rates of bony ankylosis formation were achieved with both external and internal fixation methods. However, external fixation proved to be a more reliable treatment option for patients with Charcot neuroarthropathy, given the typical characteristics of this cohort of patients, including poor skin condition, high BMI, reduced compliance, and challenges in adhering to fixation and weight-bearing regimens.

Keywords: Charcot neuroarthropathy, hindfoot arthrodesis, ankle arthrodesis, bone defect reconstruction, bone grafting.

Cite as: Vinogradov V.A., Osnach S.A., Protsko V.G., Obolenskiy V.N., Tamoev S.K., Kuznetsov V.V., Zagorodniy N.V., Makinyan L.G. Outcomes of Hindfoot and Ankle Arthrodesis in Patients with Charcot Neuroarthropathy. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2025;31(2):67-76. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17658>.

✉ Vladimir A. Vinogradov; e-mail: vovavin15@gmail.com

Submitted: 08.01.2025. Accepted: 13.03.2025. Published online: 14.04.2025.

© Vinogradov V.A., Osnach S.A., Protsko V.G., Obolenskiy V.N., Tamoev S.K., Kuznetsov V.V., Zagorodniy N.V., Makinyan L.G., 2025

ВВЕДЕНИЕ

Нейроостеоартропатия Шарко заключается в прогрессирующем разрушении костей на фоне нейропатии различного генеза (сахарный диабет, сифилис, *spina bifida* и т. д.). На сегодняшний день наиболее частой ее причиной является осложнение сахарного диабета, которое приводит к нарушению опороспособности конечности и нередко сопровождается развитием гнойно-некротических осложнений [1, 2]. При диабетической нейроостеоартропатии Шарко (ДНОАП) частота поражения заднего отдела стопы составляет до 10%, преимущественно поражается средний отдел в области сустава Лисфранка с развитием типичной для данной патологии деформации в виде «стопы-качалки» [3]. Однако поражение заднего отдела стопы, сопровождающееся необратимым разрушением костей, протекает гораздо тяжелее. Нестабильный и многоплоскостной характер деформации в этой области нередко сопровождается формированием субтотальных и тотальных дефектов таранной кости, что приводит к резкому нарушению опороспособности конечности в связи с тем, что на эту область первично приходится нагрузка всего веса тела, которая впоследствии передается на следующие отделы стопы [4]. По рекомендациям международной рабочей группы по диабетической стопе International Working Group on the Diabetic Foot (2023) при ДНОАП с поражением заднего отдела стопы и голеностопного сустава рекомендовано выполнять первичный артродез [5].

Для стабилизации заднего отдела стопы и голеностопного сустава при деформации, вызванной ДНОАП, выполняют артродез одного или нескольких пораженных суставов [6, 7]. Сторонниками применения чрескостного остеосинтеза отмечается множество преимуществ внешней фиксации при лечении пациентов с остеоартропатией Шарко [8, 9, 10, 11, 12]. Другие отдают предпочтение применению погружных конструкций для фиксации выполняемого артродеза, особенно с помощью интрамедуллярного штифта с блокированием [13, 14, 15, 16, 17].

Существует множество различных классификационных систем для характеристики диабетической нейроостеоартропатии Шарко, однако каждая из них по отдельности не отражает полноценной картины. Для описания локализации патологического процесса наиболее распространенной является анатомическая классификация L. Sanders и R. Frykberg [18]. Для описания глубины и распространенности процесса при наличии язвенных дефектов разработаны классификации F.W. Wagner Jr. [19] и Wifl [20], последняя учитывает также степень нарушений кровотока. Для определения стадии ДНОАП с учетом рентгенологической картины предложена патофизиологичес-

кая классификация S.N. Eichenholtz [21], а также основанная на данных MPT классификация E.A. Chantelau и G. Grützner [22].

Реконструктивная хирургия является одним из наиболее перспективных вариантов лечения, позволяющим остановить прогрессирование патологического процесса, восстановить опороспособность конечности и избежать ее ампутации [23, 24]. В литературе представлена неоднозначная информация о способах фиксации у пациентов с ДНОАП при поражении заднего отдела стопы и голеностопного сустава. На сегодняшний день разработано множество различных техник выполнения операции и способов фиксации выполняемого артродеза, однако в большинстве случаев окончательное решение о применении того или иного метода зависит от предпочтений хирурга [25, 26].

Цель исследования — оценить результаты оперативного лечения пациентов с деформациями заднего отдела стопы и голеностопного сустава при нейроостеоартропатии Шарко, которым был выполнен артродез пораженных суставов с фиксацией различными способами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов лечения 96 пациентов (97 стоп) с нейроостеоартропатией Шарко, сопровождающейся поражением заднего отдела стопы, в том числе 37 мужчин и 59 женщин. Пациенты проходили лечение в Центре хирургии стопы и диабетической стопы ГКБ им. С.С. Юдина и филиале № 1 ГКБ им. В.П. Демикова (ранее ГКБ № 13) с 2020 по 2024 г. Медиана возраста пациентов составила 52 года [44–61] (min — 21, max — 79). Медиана индекса массы тела (ИМТ) составила 29 кг/м² [25–35] (min — 17, max — 46). Характеристика исследуемой группы пациентов представлена в таблице 1.

В 33 (34,0%) случаях имелось комбинированное поражение заднего и среднего отделов стопы. В 11 (11,3%) случаях по месту жительства проводилось предшествующее оперативное лечение на заднем отделе стопы (выполнение артродеза различными методиками) по поводу деформаций стопы на фоне нейроостеоартропатии Шарко.

Таблица 1

Характеристика пациентов с нейроостеоартропатией Шарко

Показатель	Кол-во пациентов	%
Сахарный диабет 1-го типа	28	29,2
Сахарный диабет 2-го типа	53	55,2
Без сахарного диабета	15	15,6
Средний возраст, лет	52,0±1,3	
Средний ИМТ, кг/м ²	30,0±0,7	

Для описания локализации патологического процесса в области заднего отдела стопы мы применяли анатомическую классификацию L. Sanders и R. Frykberg, для описания глубины и распространенности при наличии язвенных дефектов — классификацию F.W. Wagner Jr., для описания стадии патологического процесса — классификацию S.N. Eichenholtz. Характеристика поражений заднего отдела стопы и голеностопного сустава у пациентов представлена в таблице 2.

Показания к ортопедической реконструкции у пациентов определялись на основании данных физикального осмотра и по результатам выполненной рентгенографии пораженного сегмента конечности. Реконструкция проводилась с целью восстановления опороспособности конечности, остановки прогрессирования патологического процесса и предотвращения ампутации. Пример поражения голеностопного сустава при нейроостеоартропатии Шарко представлен на рисунке 1.

Таблица 2

Характеристика поражений заднего отдела стопы и голеностопного сустава

Классификация	Стадия	Кол-во стоп (n = 97)	
		n	%
Sanders и Frykberg	IV	74	76,3
	IV-V	16	16,5
	V	7	7,2
Wagner	0	66	68,0
	1	3	3,1
	2	19	19,6
	3	9	9,3
Eichenholtz	1	5	5,2
	2	58	59,8
	3	34	35,0

Выбор методики выполнения артродеза и способа его фиксации выполняли с учетом следующих факторов:

- комплаентности пациента, условий его жизни, наличия или отсутствия посторонней помощи;
- наличия или отсутствия острого гнойного процесса с поражением костей, предполагающего применения двухэтапной методики выполнения артродеза;
- состояния кожных покровов, наличия или отсутствия язвенных дефектов в области предстоящей операции;
- стадии патологического процесса по патофизиологической классификации Eichenholtz.

В представленной серии наблюдений предпочтение при выборе фиксации после артродеза отдавалось аппарату Илизарова с учетом возможности проведения поддерживающей компрессии в зоне артродеза в течение всего периода лечения. При необходимости закрытия получаемых раневых дефектов, образующихся при иссечении язвенных дефектов или гнойных ран, использовали кожнопластические лоскуты, что потребовалось в 7 (7,2%) случаях. Артродез с применением чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова выполняли в 86 (88,7%) случаях; фиксация погружными конструкциями (винтами, скобами, интрамедуллярным штифтом) выполнялась в 11 случаях (11,3%). Примеры выполненных оперативных вмешательств представлены на рисунке 2.

Всем пациентам перед операцией выполнялось ультразвуковое исследование артерий и вен нижних конечностей для исключения тромбоза или гемодинамически значимого нарушения кровотока.

Интраоперационно выполняли удаление фрагментов пораженных костей, резекцию суставных поверхностей и синовэктомию. При наличии обширных костных дефектов артродез выполняли с применением ауто- и/или аллогичного костнопластического материала, что потребовалось в 44 (45,4%) случаях.



Рис. 1. Рентгенограммы голеностопного сустава пациента с нейроостеоартропатией Шарко

Figure 1. X-rays of the ankle in a patient with Charcot neuroarthropathy

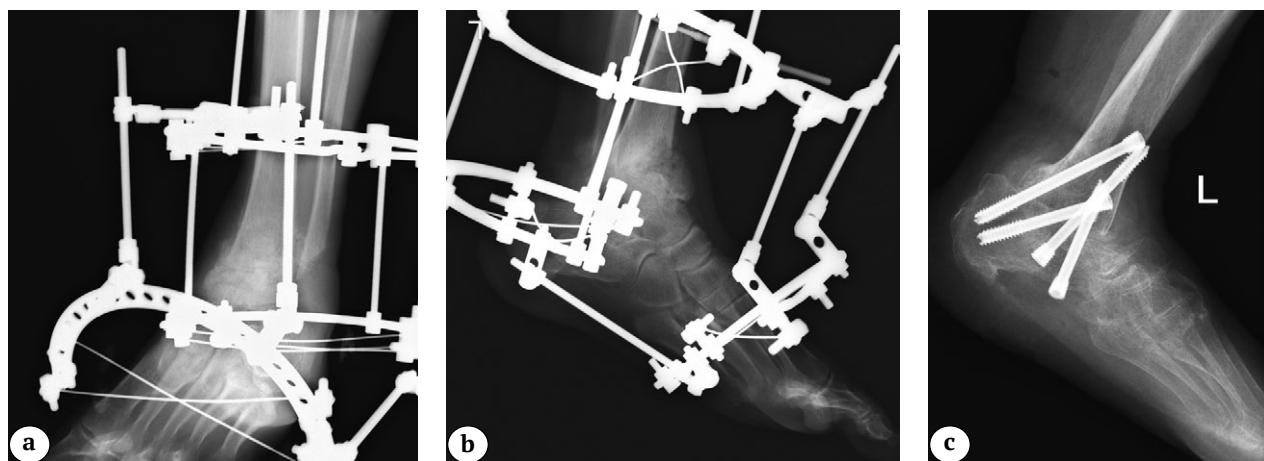


Рис. 2. Рентгенограммы после выполнения артродеза голеностопного сустава методом чрескостного остеосинтеза в прямой (а) и боковой (b) проекциях; пяточно-большеберцового артродеза с использованием внутренних фиксаторов в боковой проекции (с)

Figure 2. X-rays after ankle arthrodesis using external fixation in the AP (a) and lateral (b) views; tibiocalcaneal arthrodesis with internal fixation in the lateral view (c)

В 7 (7,2%) случаях при наличии активного гнойного процесса выполнялось удаление пораженных костей и окружающих тканей с последующей установкой цементного спейсера с антибиотиком для заполнения образовавшегося костного дефекта с фиксацией аппаратом Илизарова. Далее, при купировании гнойно-воспалительного процесса, выполнялось удаление спейсера с проведением артродеза и перемонтажом аппарата Илизарова.

Медиана срока наблюдения после операции составила 21 мес. [14–28], (min — 3, max — 46), средний срок наблюдения составил $21,0 \pm 1,0$ мес. В данном исследовании отслеживались наличие или отсутствие сращения, восстановление опороспособности нижней конечности и остановка патологического процесса, частота и причины развития гнойных осложнений, а также смертность в данной группе пациентов.

Послеоперационный период

В послеоперационном периоде все пациенты осуществляли ходьбу с помощью дополнительных средств опоры (костыли, ходунки, подколennый костыль) без нагрузки на оперированную конечность. Выполняли этапные рентгенографию и МСКТ заднего отдела стопы, коррекцию гликемии, по результатам посева назначали антибактериальную терапию. При наличии рентгенологических признаков консолидации и после осуществления клинической пробы выполнялся демонтаж аппарата Илизарова с последующей фиксацией задней гипсовой лонгетой до заживления ран в местах удаленных фиксирующих элементов.

Через 2–3 нед. проводили замену задней гипсовой лонгеты индивидуальной разгрузочной повязкой (ИРП) и начинали дозированную ходьбу

с помощью дополнительных средств опоры в ИРП с постепенным увеличением нагрузки на прооперированную нижнюю конечность. Осуществляли ежемесячное контрольное рентгенологическое исследование оперированного сегмента. Ходьба в индивидуальной ортопедической обуви начиналась после достижения полной нагрузки на стопу без дополнительных средств опоры.

Статистический анализ

Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2021. С помощью инструмента «Описательная статистика» в Microsoft Office Excel для показателей возраста, ИМТ и срока наблюдения после операции была определена медиана (Me) с указанием межквартильного размаха [Q_1 – Q_3], а также минимального и максимального значения и указанием среднего арифметического со стандартной ошибкой ($M \pm SE$). Относительные цифры были выражены в процентах.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У всех пациентов в данном исследовании по результатам выполнения УЗИ были выявлены изменения стенок артерий нижних конечностей в виде их утолщения и повышения их эхогенности. В 95 (97,9%) случаях имелись гемодинамически незначимые нарушения кровотока в виде невыраженного стеноза артерии с сохранением магистрального или магистрально-измененного кровотока. У 2 (2,1%) пациентов с сахарным диабетом были выявлены гемодинамически значимые нарушения кровотока в ряде артерий нижних конечностей: выраженный стеноз с выраженным

нарушением кровотока, вплоть до его полного отсутствия, в связи с чем им была выполнена КТ-ангиография с болюсным контрастированием сосудов и последующим проведением транслюминальной баллонной ангиопластики и реканализации пораженных артерий. Углубленные исследования степени ишемии, такие как сегментарное измерение давления или измерение транскутанного напряжения кислорода, в данном исследовании не выполняли.

Оперативные вмешательства в области заднего отдела стопы были выполнены на 97 стопах — у одного пациента были поэтапно прооперированы 2 стопы. В 7 (7,2%) случаях было выявлено изолированное поражение в пяточной кости (тип V по классификации Sanders и Frykberg). Из них в 6 (6,2%) случаях выполнялась корригирующая остеотомия с артродезом подтаранного сустава: фиксация погружными фиксаторами в 5 случаях (5,2%) и в одном случае (1,0%) у пациента с активностью патологического процесса в стадии 1 по классификации Eichenholtz — аппаратом Илизарова. В одном (1,0%) случае при изолированной локализации патологического процесса в области бугра пяточной кости была выполнена корригирующая остеотомия пяточной кости с реинсерцией ахиллова сухожилия (табл. 3).

Формирование костного анкилоза и сращение достигнуты в 95 (98,0%) случаях, опорный неоартроз — в 1 (1,0%) случае, опорный фиброзный анкилоз — также в 1 (1,0%) случае. В том числе при выполнении артродеза внутренними фиксаторами костного анкилоза и сращения удалось достичь в 10 (90,9%) из 11 случаев, а при фиксации методом чрескостного остеосинтеза — в 85 (98,8%) из 86 случаев. В связи с нарушением режима разгрузки оперированной конечности выполнение повторного артродеза потребовалось в 9 (9,3%) случаях на различных этапах проводимого лечения и реабилитации.

Характеристика результатов лечения пациентов после выполнения артродеза внутренними фиксаторами и методом чрескостного остеосинтеза представлены в таблице 4.

Осложнения

При выполнении артродеза погружными фиксаторами явления периимплантного нагноения выявлены у 2 (18,2%) больных: через 2,5 нед. и через 2,5 мес. после выполнения артродеза. В первом случае потребовалось удаление внутренних фиксаторов и установка цементных бус с антибиотиком и проведением резекционного артродеза аппаратом Илизарова на втором этапе через 2 мес.,

Таблица 3

Выполненные оперативные вмешательства на заднем отделе стопы

Оперативное вмешательство	Кол-во стоп (n = 97)	
	абс. ч.	%
Артродез голеностопного сустава	22	22,7
Артродез голеностопного и подтаранного суставов	12	12,4
Панартродез	33	34,0
Пяточно-большеберцовый артродез	13	13,4
Двухэтапный артродез с применением цементного спейсера	9	9,3
Корригирующая остеотомия пяточной кости с артродезом подтаранного сустава	6	6,2
Корригирующая остеотомия пяточной кости с реинсерцией ахиллова сухожилия	1	1,0

Таблица 4

Характеристика результатов лечения пациентов при выполнении артродеза

Параметр	Кол-во случаев	%
<i>Артродез с фиксацией внутренними фиксаторами</i>		
Общее количество	11	100% (11,3% от общего количества)
Костный анкилоз	10	90,9%
Фиброзный анкилоз	1	9,1%
<i>Артродез методом чрескостного остеосинтеза</i>		
Общее количество	86	100% (88,7% от общего количества)
Костный анкилоз	85	98,8%
Опорный неоартроз	1	1,2%

с пластикой дефекта костным аутотрансплантатом. Во втором случае отмечалось формирование длительно незаживающей послеоперационной раны. После удаления одной скобы явления острого воспаления были купированы.

В одном (1,2%) случае через неделю после выполнения артродеза аппаратом Илизарова отмечали явления параспицевой инфекции и инфицирования послеоперационной раны, что потребовало перепроведения скомпрометированных спиц, хирургической обработки раны и установки цементного спейсера с антибиотиком. После купирования явлений острого воспаления через 2,5 мес. был удален цементный спейсер и выполнен повторный артродез.

В 8 (9,3%) случаях в связи с нарушением пациентами разгрузочного режима в сроки до 5 мес. после выполнения артродеза отмечались явления параспицевой инфекции. В 7 случаях из них потребовалось перепроведение спиц, в одном случае выполнены демонтаж аппарата Илизарова и диафиксация зоны артродеза спицами с иммобилизацией гипсовой лонгетой.

Вследствие нарушения разгрузочного режима и правил ухода за аппаратом внешней фиксации в 3 (3,5%) случаях на сроках от 2 до 3,5 мес. после артродеза аппаратом Илизарова потребовалось выполнить вскрытие абсцесса. В 3 (3,5%) случаях из-за некорректно подобранного ортеза произошло формирование натертостей. Из них в 2 случаях на сроках 1 и 2,5 месяцев после демонтажа аппарата Илизарова произошло формирование абсцесса вследствие их инфицирования, что потребовало

выполнения вскрытия абсцесса. В одном случае проводилось консервативное лечение: перевязка натертостей. В 3 случаях (3,5%) на сроках от 2 до 5,5 мес. после демонтажа аппарата Илизарова произошло формирование абсцесса из-за нарушения правил обработки послеоперационных ран и разгрузочного режима, что потребовало выполнения хирургической обработки гнойно-некротической раны, вскрытия абсцесса. Итого суммарно гнойные осложнения при выполнении артродеза методом чрескостного остеосинтеза произошли в 18 (20,9%) случаях на различных сроках и этапах лечения.

Характеристика видов осложнений при выполнении артродеза методом чрескостного остеосинтеза на различных этапах лечения представлена в таблице 5.

При наблюдении пациентов в течение 4 лет летальный исход произошел в 9 (9,3%) случаях. От заболеваний сердечно-сосудистой системы (инсульт, инфаркт, острая сердечная недостаточность) умерло 2 (2,1%) пациента, а у 4 (4,1%) пациентов причиной смерти были заболевания легких (пневмония, отек легких). У одного (1,0%) пациента через 1,5 года на фоне хронической венозной недостаточности и формирования множественных инфицированных трофических язв обеих голени и стоп произошла генерализация инфекционного процесса с развитием полиорганной недостаточности, септического шока и ТЭЛА, приведшие к летальному исходу. У одного (1,0%) пациента через 1,5 года летальный исход произошел из-за прогрессирования хронической ишемии головного мозга и распространенного пролежневого

Таблица 5

Причины развития гнойных осложнений и способы их лечения в послеоперационном периоде при выполнении артродеза методом чрескостного остеосинтеза

Причина		Способы решения	Кол-во случаев (n = 18)	%*
Во время фиксации аппаратом Илизарова	Параспицевая инфекция	Демонтаж аппарата Илизарова, диафиксация спицами	1	1,2
		Перемонтаж аппарата Илизарова	8	9,3
	Абсцесс / флегмона области стопы и голеностопного сустава	Вскрытие абсцесса	3	3,5
После демонтажа аппарата Илизарова	Формирование натертостей / абсцесса из-за применения неправильного ортеза	Вскрытие абсцесса	2	2,3
		Консервативное лечение: перевязки натертостей	1	1,2
	Формирование абсцесса из-за нарушения правил обработки послеоперационных ран и разгрузочного режима	Хирургическая обработка гнойно-некротической раны, вскрытие абсцесса	3	3,5

* Указан процент от количества пациентов, которым был выполнен артродез методом чрескостного остеосинтеза.

процесса, приведшие к развитию терминального отека мозга и легких. У одного (1,0%) пациента через 2,5 мес. после начала нагрузки на оперированную конечность летальный исход наступил в результате развития сепсиса и полиорганной недостаточности как осложнения флегмоны стопы и множественных абсцессов брюшной полости и забрюшинного пространства.

ОБСУЖДЕНИЕ

Выбор оптимального метода хирургического лечения и способа фиксации артродеза до сих пор вызывает дискуссии, а само оперативное вмешательство у данной когорты пациентов сопряжено с множеством рисков: послеоперационных гнойных осложнений, тромбоза на фоне длительной иммобилизации, рецидива деформации или несостоятельности выполненного артродеза и, как следствие, повторного оперативного вмешательства.

М.У. Bajuri с соавторами выполнили в 2022 г. метаанализ, в котором были проанализированы данные публикаций о результатах лечения пациентов с нейроостеоартропатией Шарко [27]. Доля сращений при выполнении артродеза заднего отдела стопы и голеностопного сустава с помощью ретроградного интрамедуллярного гвоздя в среднем составила 83,1%, а при применении аппарата Илизарова — 78%. Частота ампутаций среди пациентов, которым артродез выполнялся с помощью внутренней фиксации, составила 7,17%, а с применением циркулярной внешней фиксации — 9,7%. Авторы пришли к выводу о том, что выполнение артродеза с фиксацией ретроградным интрамедуллярным стержнем является предпочтительным методом реконструкции при отсутствии язвенных дефектов.

В противовес этому В. El-Alfy с соавторами при оценке результатов лечения 27 пациентов с нейроостеоартропатией Шарко в области голеностопного сустава отметили большее количество успешных артродезов с применением аппарата Илизарова: 86% против 77%, у которых применялась фиксация интрамедуллярным штифтом. Вместе с тем авторами отмечено, что параспицевая инфекция встречалась более чем в половине случаев [28].

В проведенном нами исследовании формирование костного анкилоза было достигнуто в 98,0% случаев, из них в 85 (98,8%) случаях был выполнен артродез методом чрескостного остеосинтеза, и в 10 (90,9%) случаях артродез выполнялся внутренними фиксаторами, что превосходит данные иностранных источников, представленных ранее, с применением обеих методик. Однако в проведенном нами исследовании группа пациентов, которым артродез был выполнен внутренними фиксаторами, была относительно небольшой.

Поэтому для более объективной оценки данных необходимо проведение дальнейших исследований с большим количеством пациентов. Ампутаций в исследуемой группе пациентов за период наблюдения выполнено не было, что также превосходит данные иностранных источников [27, 28].

Количество гнойных осложнений произошло 20 (20,6%) случаях, из них среди пациентов, которым был выполнен артродез методом чрескостного остеосинтеза, в 20,9% случаев, а среди пациентов, которым был выполнен артродез внутренними фиксаторами, в 18,2% случаев, что также в сравнении с данными, демонстрируемыми в литературе, является достаточно хорошими показателями [27, 28]. Также в проведенном нами исследовании 85,0% гнойных осложнений у пациентов, которым артродез был выполнен методом чрескостного остеосинтеза, произошли в связи с нарушением пациентами правил ухода за аппаратом внешней фиксации, разгрузочного режима и/или применения неправильных ортезов/кастов/обуви, что еще раз демонстрирует важность приверженности пациента лечению, сохранности им когнитивных функций и адекватному соблюдению предписанных режимов фиксации и разгрузки конечности, с последующей постепенной активизацией и реабилитацией.

Вместе с тем в литературе некоторыми авторами были отмечены положительные результаты применения гибридной фиксации [29]. Этот метод может быть рекомендован для реконструкции заднего отдела стопы и голеностопного сустава при наличии язвенных дефектов и сложных деформаций, поскольку обеспечивает более высокую частоту сохранения конечности (до 100% случаев) с меньшей травматизацией мягких тканей.

Ограничения

Ограничением данного ретроспективного исследования является неравномерное распределение пациентов по группам в зависимости от метода выполнения артродеза, в связи с чем они не могут быть сравнены из-за столь разного количества. Вместе с тем общая выборка пациентов и средний срок наблюдения достаточно большие, с учетом относительной редкости данной патологии в области заднего отдела стопы и голеностопного сустава.

Необходимы дальнейшие исследования, которые позволят оценить перспективы выполнения различных видов артродезов при деформации заднего отдела стопы и голеностопного сустава при нейроостеоартропатии Шарко. Также это позволит разработать алгоритмы применения того или иного способа и фиксации выполняемого артродеза, что более четко обозначит рекомендации по тактике лечения пациентов с данной патологией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокие показатели формирования костного анкилоза достигнуты как при выполнении артродеза методом чрескостного остеосинтеза, так и после использования внутренних фиксаторов. Метод чрескостного остеосинтеза является более надежным способом лечения пациентов

с нейроостеоартропатией Шарко с учетом особенностей данной когорты пациентов: плохого состояния кожных покровов, высокого ИМТ, снижения комплаентности пациентов и адекватности соблюдения ими предписанных режимов фиксации и разгрузки конечности.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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 участие в исследовании и публикацию результатов.

DISCLAIMERS

Author contribution

All authors made equal contributions to the study and the publication.

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. The authors obtained written consent from patients to participate in the study and publish the results.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Rogers L.C., Frykberg R.G., Armstrong D.G., Boulton A.J., Edmonds M., Van G.H. et al. The Charcot foot in diabetes. *Diabetes Care*. 2011;34(9):2123-2129. doi: 10.2337/dc11-0844.
2. Dayton P., Feilmeier M., Thompson M., Whitehouse P., Reimer R.A. Comparison of Complications for Internal and External Fixation for Charcot Reconstruction: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(6):1072-1075. doi: 10.1053/j.jfas.2015.06.003.
3. Sanders L.J., Frykberg R.G. The Charcot foot. In: Bowker J.H., Pfeifer M.A. (eds.) *Levin and O'Neal's The Diabetic Foot*. 7th ed. Mosby; 2008. p. 257-283.
4. Pinzur M.S. Treatment of Ankle and Hindfoot Charcot Arthropathy. *Foot Ankle Clin*. 2020;25(2):293-303. doi: 10.1016/j.fcl.2020.02.010.
5. Schaper N.C., van Netten J.J., Apelqvist J., Bus S.A., Fitridge R., Game F. et al. IWGDF Guidelines on the prevention and management of diabetes-related foot disease. 2023. Available from: <https://iwgdfguidelines.org/wp-content/uploads/2023/07/IWGDF-Guidelines-2023.pdf>.
6. Burns P.R., Dunse A. Tibiotalocalcaneal Arthrodesis for Foot and Ankle Deformities. *Clin Podiatr Med Surg*. 2017;34(3):357-380. doi: 10.1016/j.cpm.2017.02.007.
7. Ettinger S., Stukenborg-Colsman C., Plaass C., Yao D., Claassen L., Berger S. et al. Tibiocalcaneal arthrodesis as a limb salvage procedure for complex hindfoot deformities. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136(4):457-462. doi: 10.1007/s00402-016-2420-1.
8. LaPorta G.A., Begum M., Guzelak S., D'Andelet A. The Use of Hexapod External Fixation in the Management of Charcot Foot and Ankle Deformities. *Clin Podiatr Med Surg*. 2022;39(4):629-642. doi: 10.1016/j.cpm.2022.05.010.
9. Hutchinson B. Circular Fixation in Charcot. *Clin Podiatr Med Surg*. 2022;39(4):643-658. doi: 10.1016/j.cpm.2022.05.008.
10. Richman J., Cota A., Weinfeld S. Intramedullary Nailing and External Ring Fixation for Tibiotalocalcaneal Arthrodesis in Charcot Arthropathy. *Foot Ankle Int*. 2017;38(2):149-152. doi: 10.1177/1071100716671884.
11. Fabrin J., Larsen K., Holstein P.E. Arthrodesis with external fixation in the unstable or misaligned Charcot ankle in patients with diabetes mellitus. *Int J Low Extrem Wounds*. 2007;6(2):102-107. doi: 10.1177/1534734607302379.
12. Wukich D.K., Belczyk R.J., Frykberg R.G. Complications encountered with circular ring fixation in persons with diabetes mellitus. *Foot Ankle Int*. 2008;29(10):994-1000. doi: 10.3113/FAI.2008.0994.
13. Bajuri M.Y., Manas A.M., Zamri K.S. Functional outcomes of tibiotalocalcaneal arthrodesis using a hindfoot arthrodesis nail in treating Charcot's arthropathy deformity. *Front Surg*. 2023;9:862133. doi: 10.3389/fsurg.2022.862133.
14. Franceschi F., Franceschetti E., Torre G., Papalia R., Samuelsson K., Karlsson J. et al. Tibiotalocalcaneal arthrodesis using an intramedullary nail: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(4):1316-1325. doi: 10.1007/s00167-015-3548-1.

15. von Recum J. Tibiotalocalcaneal corrective arthrodesis in Charcot arthropathy of the ankle with a retrograde nail. *Oper Orthop Traumatol.* 2015;27(2):114-128. (In German). doi: 10.1007/s00064-014-0336-x.
16. Rana B., Patel S. Results of Ankle and Hind foot arthrodesis in Diabetic Charcot Neuroarthropathy — A retrospective analysis of 44 patients. *J Clin Orthop Trauma.* 2021;23:101637. doi:10.1016/j.jcot.2021.101637.
17. Cianni L., Bocchi M.B., Vitiello R., Greco T., De Marco D., Masci G. et al. Arthrodesis in the Charcot foot: a systematic review. *Orthop Rev (Pavia).* 2020;12(Suppl 1):8670. doi: 10.4081/or.2020.8670.
18. Sanders L., Frykberg R. Diabetic neuropathic osteoarthropathy: The Charcot foot. In: Frykberg R.G. (eds.) *The high risk foot in diabetes mellitus.* Edinburgh: Churchill Livingstone; 1991. p. 325-333.
19. Wagner F.W. Jr. The dysvascular foot: a system for diagnosis and treatment. *Foot Ankle.* 1981;2(2):64-122. doi: 10.1177/107110078100200202.
20. Hicks C.W., Canner J.K., Karagozlu H., Mathioudakis N., Sherman R.L., Black J.H. 3rd et al. The Society for Vascular Surgery Wound, Ischemia, and foot Infection (WIFI) classification system correlates with cost of care for diabetic foot ulcers treated in a multidisciplinary setting. *J Vasc Surg.* 2018;67(5):1455-1462. doi: 10.1016/j.jvs.2017.08.090.
21. Eichenholtz S.N. Charcot joints. Springfield: Charles C. Thomas; 1966.
22. Chantelau E.A., Grützner G. Is the Eichenholtz classification still valid for the diabetic Charcot foot? *Swiss Med Wkly.* 2014;144:w13948. doi: 10.4414/smw.2014.13948.
23. Hartig N., Krenn S., Trnka H.J. Surgical treatment of the Charcot foot: long-term results and systematic review. *Orthopade.* 2015;44(1):14-24. (In German). doi: 10.1007/s00132-014-3058-8.
24. Бенсман В.М., Савченко Ю.П., Гуменюк С.Е., Триандафилов К.Г., Васильченко П.П., Пятаков С.Н. и др. Хирургическое лечение диабетической нейроостеоартропатии и его отдаленные результаты. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2017;(6):41-50. doi: 10.17116/hirurgia2017641-50.
25. Bensman V.M., Savchenko Yu.P., Gumenyuk S.E., Triandafilov K.G., Vasil'chenko P.P., Pyatakov S.N. et al. Surgical treatment of diabetic neuroosteoarthropathy (DNOAP) and its long-term results. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2017;(6):41-50. (In Russian). doi: 10.17116/hirurgia2017641-50.
26. Stapleton J.J., Zgonis T. Surgical reconstruction of the diabetic Charcot foot: internal, external or combined fixation? *Clin Podiatr Med Surg.* 2012;29(3):425-433. doi: 10.1016/j.cpm.2012.04.003.
27. Wukich D.K., Liu G.T., Johnson M.J., Van Pelt M.D., Raspovic K.M., Lalli T. et al. A Systematic Review of Intramedullary Fixation in Midfoot Charcot Neuroarthropathy. *J Foot Ankle Surg.* 2022;61(6):1334-1340. doi: 10.1053/j.jfas.2022.04.009.
28. Bajuri M.Y., Ong S.L., Das S., Mohamed I.N. Charcot Neuroarthropathy: Current Surgical Management and Update. A Systematic Review. *Front Surg.* 2022;9:820826. doi: 10.3389/fsurg.2022.820826.
29. ElAlfy B., Ali A.M., Fawzy S.I. Ilizarov External Fixator Versus Retrograde Intramedullary Nailing for Ankle Joint Arthrodesis in Diabetic Charcot Neuroarthropathy. *J Foot Ankle Surg.* 2017;56(2):309-313. doi: 10.1053/j.jfas.2016.10.014.
30. El-Mowafi H., Abulsaad M., Kandil Y., El-Hawary A., Ali S. Hybrid Fixation for Ankle Fusion in Diabetic Charcot Arthropathy. *Foot Ankle Int.* 2018;39(1):93-98. doi: 10.1177/1071100717735074.

Сведения об авторах

✉ Виноградов Владимир Алексеевич

Адрес: Россия, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
<https://orcid.org/0000-0001-5228-5130>
 e-mail: vovavin15@gmail.com

Оснач Станислав Александрович

<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

Оболенский Владимир Николаевич — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0003-1276-5484>
 e-mail: gkb13@mail.ru

Тамоев Саргон Константинович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-8748-0059>
 e-mail: sargonik@mail.ru

Кузнецов Василий Викторович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>
 e-mail: vkuznecovniito@gmail.com

Загородный Николай Васильевич — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>
 e-mail: zagorodny-nv@rudn.ru

Макинян Левон Гагикович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-8813-143X>
 e-mail: dr.makinyan@gmail.com

Authors' information

✉ Vladimir A. Vinogradov

Address: 6, Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russia
<https://orcid.org/0000-0001-5228-5130>
 e-mail: vovavin15@gmail.com

Stanislav A. Osnach

<https://orcid.org/0000-0003-4943-3440>
 e-mail: stas-osnach@yandex.ru

Victor G. Protsko — Dr. 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.ru

Sargon K. Tamoev — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0001-8748-0059>
 e-mail: sargonik@mail.ru

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

<https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>
 e-mail: vkuznecovniito@gmail.com

Nikolay V. Zagorodny — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>
 e-mail: zagorodny-nv@rudn.ru

Levon G. Makinyan — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-8813-143X>
 e-mail: dr.makinyan@gmail.com