

Рашидов Г.Х., Судницын А.С.

**УПРАВЛЯЕМЫЙ ЧРЕСКОСТНЫЙ КОМПРЕССИОННО-ДИСТРАКЦИОННЫЙ
ОСТЕОСИНТЕЗ ПО Г.А. ИЛИЗАРОВУ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ
ОСТЕОМИЕЛИТОМ КОСТЕЙ СТОПЫ**

**ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
имени академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения РФ, 640021, Россия, г. Курган,
ул. М. Ульяновой, 6**

Введение. Лечение больных хроническим остеомиелитом костей стопы является сложной хирургической проблемой. Распространенные, общепринятые методы лечения не решают проблемы восстановления опороспособности и функции конечности, часто приводят к рецидиву гнойного процесса, что в последующем обуславливает формирование еще большего дефекта тканей.

Цель исследования – проанализировать особенности и показания разработанных методик лечения остеомиелита костей стопы, основанных на управляемом чрескостном компрессионно-дистракционном остеосинтезе по Г.А. Илизарову, представленных в литературе.

Материалы и методы. Произведен поиск литературы в различных информационных системах (PubMed, MedLine, eLibrary.ru, ГНТБ, ЦНТБ и др.) с использованием терминов: «osteomyelitis of the foot»; «osteomyelitis of the foot bones»; «the Ilizarov method», «treatment of osteomyelitis of the foot bones» за последние 10 лет.

Результаты. Дифференцированное использование управляемого чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза по Г.А. Илизарову в лечении больных остеомиелитом костей стопы дает ряд преимуществ по сравнению с существующими методами лечения – стойкое купирование остеомиелитического процесса и заживление инфицированной язвы без использования микрохирургической техники, восстановление опороспособности конечности с максимальной возможной функцией стопы.

Заключение. Метод Илизарова позволяет избежать сложных микрохирургических вмешательств и восстанавливает опорную функцию конечности. Дальнейшие исследования помогут оптимизировать подходы и улучшить клинические результаты, что важно для повышения качества жизни пациентов.

Ключевые слова: чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез, метод Илизарова, остеомиелит костей стопы, замещение остеомиелитических дефектов

Rashidov G. Kh., Sudnitsyn A.S.

**CONTROLLED TRANSOSSENE COMPRESSION-DISTRACTION OSTEOSYNTHESIS
ACCORDING TO G.A. ILIZAROV IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH CHRONIC
OSTEOMYELITIS OF THE FOOT BONES**

**Federal State Budgetary Institution «National Ilizarov Medical Research Centre of Traumatology and
Ortopaedics» named after academician G.A. Ilizarov" of the Ministry of Health of the Russian Federation
6 M. Ulyanova st., Kurgan, Russia, 640014**

Introduction: Treatment of patients with chronic osteomyelitis of the foot bones is a complex surgical problem. Common, generally accepted methods of treatment do not solve the problem of restoring the ability to support and function of the limb; they often lead to a relapse of the purulent process, which subsequently causes the formation of an even larger tissue defect. Purpose: To analyze the features and indications of the developed methods for the treatment of osteomyelitis of the foot bones, based on controlled transosseous compression-distraction osteosynthesis according to G.A. Ilizarov presented in the literature.

Materials and methods: A literature search was conducted in various information systems (PubMed, MedLine, eLibrary.ru, State Scientific Library, Central Scientific Library, etc.) using the terms: “osteomyelitis

of the foot”; “osteomyelitis of the foot bones”; “the Ilizarov method”, “treatment of osteomyelitis of the foot bones” over the past 10 years.

Results. *Differentiated use of controlled transosseous compression-distraction osteosynthesis according to G.A. Ilizarov, in the treatment of patients with osteomyelitis of the foot bones, provides a number of advantages compared to existing treatment methods: persistent relief of the osteomyelitic process and healing of an infected ulcer without the use of microsurgical techniques, restoration of the weight-bearing ability of the limb with the maximum possible **function of the foot**.*

Conclusion. *The Ilizarov method allows avoiding complex microsurgical interventions and restores the supporting function of the limb. Further studies will help optimize approaches and improve clinical results, which is important for improving the quality of life of patients.*

Keywords: *transosseous compression-distraction osteosynthesis; Ilizarov method; osteomyelitis of the foot bones, replacement of osteomyelitic defects.*

Введение.

По данным ряда авторов, остеомиелит нижних конечностей диагностируют у 60% пациентов среди всех больных с гнойно-некротическими заболеваниями. Из них примерно 21,3% случаев приходится на остеомиелит стопы, который может быть вызван разнообразными этиологическими факторами [1, 2]. При этом в 8% случаев на фоне прогрессирования гнойного процесса в области стопы и голеностопного сустава прибегают к вынужденной ампутации сегмента. Следует отметить, что остеомиелит стопы обладает важной социальной значимостью, так как в 25–50% случаев приводит к инвалидности [3, 4, 5].

В клиническом течении остеомиелита костей стопы выделяют специфические особенности, отличающие его от гнойных раневых осложнений в других анатомических областях:

1. Остеомиелит стопы может возникать не только вследствие открытых травм или огнестрельных ранений, но также в результате нейрогенно-трофических нарушений, связанных с поражением спинного мозга и региональных нервов. В подобных случаях, при сниженной чувствительности, даже незначительные повреждения, такие как укол, ссадина или потёртость, могут инициировать и способствовать распространению гнойной инфекции.
2. Анатомические особенности строения костей стопы, при которых они получают питание через мелкие артерии, а также наличие плотных фасциальных капсул и слабо развитого мышечного массива, способствуют быстрому развитию гнойного воспаления, деструкции и распаду костной ткани.
3. В силу анатомически обусловленных особенностей стопы (дефицит покровных тканей, осевая нагрузка в виде массы тела, малый калибр сосудистой сети и т. д.) могут возникать затруднения при лечении хронических ран.

В научной литературе представлено значительное количество исследований, направленных на лечение пациентов с хроническим остеомиелитом костей стопы и голеностопного сустава [4, 6, 7, 8, 9]. Тем не менее, до настоящего времени не решены ключевые проблемы, связанные с устранением гнойного процесса, восстановлением костной и мягких тканей, а также восстановлением функциональности и биомеханики стопы [5, 10, 11, 12, 13].

Целью нашего исследования является анализ современной литературы для изучения особенностей и определения показаний известных методик лечения остеомиелита костей стопы, на основе управляемого чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза по Г.А. Илизарову.

Материалы и методы. В обзоре рассмотрены публикации, полученные в различных информационных системах (PubMed, MedLine, eLibrary.ru, ГНТБ, ЦНТБ и др.) с использованием терминов: «osteomyelitis of the foot»; «osteomyelitis of the foot bones»; «the Ilizarov method», «treatment of osteomyelitis of the foot bones». Глубина поиска литературных источников – с 2014 по 2024 год.

Результаты и их обсуждение. В хирургическом лечении остеомиелита пяточной кости применяются два основных этапа: секвестрнекрэктомия и последующее замещение сформировавшегося дефекта в костной и мягких тканях пяточной области [14, 15, 16].

Секвестрнекрэктомия представляет собой основную операцию, направленную на санацию гнойного очага при остеомиелите. Выбор объема секвестрнекрэктомии критически важен для определения последующих методик восполнения дефектов как костной, так и мягких тканей в области пятки [17, 18, 19, 20, 21].

Следует отметить, что экономная секвестрнекрэктомия может привести к высокой частоте рецидивов остеомиелитического процесса, достигающей до 60%. При этом риск ампутации в таких случаях может достигать 15%. Применение широкой резекции с удалением гнойно-некротического очага может привести к значительным функциональным нарушениям стопы, в том числе с образованием субтотального или тотального дефекта пяточной кости. Такие случаи требуют длительного и сложного лечения, что подчеркивает необходимость тщательной оценки показаний к операции и выбору оптимального объема вмешательства [17, 18, 19, 20, 21].

Немаловажным вопросом в лечении остеомиелита костей заднего отдела стопы и голеностопного сустава является наличие мягкотканых дефектов (обширные раны, трофические язвы, свищевые ходы), устранение которых нередко требует владения навыками в области транспозиции комплексов тканей (микрохирургии), что в свою очередь повышает планку требований к специалисту, занимающемуся лечением подобной патологии [24].

Кроме того, остаётся недостаточно изученным вопрос функционального восстановления повреждённой конечности. Нередко пациенты, освободившись от гнойного процесса на стопе, сталкиваются с долгосрочными функциональными нарушениями, значительно влияющими на качество их жизни [27]. Нельзя не отметить, что сохраняющиеся функциональные нарушения являются потенциальным триггером рецидива гнойно-некротического процесса на стопе. В этом плане принципиальное значение приобретает вопрос раннего восстановления/улучшения биомеханики стопы и конечности в целом, что по своей сути будет являться одной из мер профилактики рецидива гнойно-воспалительного процесса. Для решения вопроса раннего функционального восстановления конечности больного лечение остеомиелитического процесса важно одновременно сочетать как с ликвидацией мягкотканого и костного дефектов, так и с выбором коррекции ортопедических нарушений. При этом нередко способ ортопедической коррекции биомеханических нарушений сопряжен с необходимостью восполнения, утраченной в результате секвестрнекрэктомии костной ткани. В случаях, когда биомеханические нарушения не выражены, но в результате секвестрнекрэктомии остается полостной костный дефект, наиболее распространенным вариантом лечения является двухэтапный подход, предложенный Masquelet, известный как метод индуцированной мембраны. Этот метод предполагает двухэтапный подход, когда первоначально после резекции остеомиелитического очага в сформировавшийся дефект имплантируется спейсер, импрегнированный антибиотиком, а затем в отсроченном порядке (спустя 2–6 месяцев) выполняется возмещение костной полости трансплантатом [19, 20, 21, 22, 23].

Следует отметить, что подобный метод не применим в случаях тотальных дефектов костей стопы и голеностопного сустава. Кроме того, сохраняется высокий уровень рецидива гнойного процесса уже после первого этапа вмешательства. По мнению ряда авторов причиной этому является отсутствие стабильной фиксации сегмента, так как в подобных случаях чаще всего используются гипсовые лонгеты или их аналоги. Эти устройства не обеспечивают необходимую жёсткость фиксации конечности, что критически важно для создания функционального покоя тканям и как следствие успешного заживления. Кроме того, они не позволяют придать конечности функционально выгодное положение, необходимое для оптимального заживления послеоперационной раны [25, 26].

В 1961 году Г.А. Илизаров представил инновационный метод остеосинтеза, основанный на использовании специализированного аппарата для фиксации костных отломков. Метод чрескостного остеосинтеза предполагает чередование процессов компрессии и дистракции, что делает его эффективным для лечения различных патологий костей конечностей, включая переломы, остеомиелит и опухоли. Кроме того, аппарат Г.А. Илизарова предоставляет возможность создания условий функционального покоя тканям в зоне вмешательства, в том числе за счет временного придания конечности положения вынужденной деформации [26, 27, 29, 30, 31].

При вмешательствах на костях стопы с использованием метода чрескостного остеосинтеза основной целью, наряду с санацией остеомиелитического очага, является восстановление целостности костей, исправление деформаций и замещение дефектов в том числе мягких тканей. Выбор техники остеосинтеза по Г.А. Илизарову определяется этиологией заболевания, клиническими проявлениями и рентгенологической картиной. Для лечения хронического остеомиелита был разработан ряд техник применения чрескостного остеосинтеза (табл. 1), учитывающих эти факторы [32, 33, 34, 35].

Таблица 1.

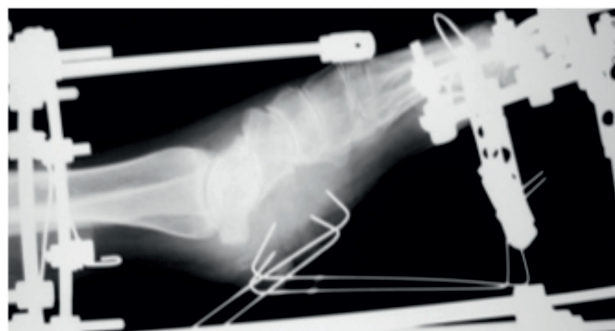
Техники управляемого чрескостного дистракционного остеосинтеза, используемые при лечении больных хроническим остеомиелитом костей стопы

Наименование	Авторы,	Год	Вид публикации
Методика секвестрнекрэктомии пяточной и таранной костей с замещением постоперационного дефекта за счет остеотомии большеберцовой кости	Клюшин Н.М., Бурнашев С.И. Злобин А.В.,	2010	[36]
Методика секвестрнекрэктомии последующей транспозицией стопы относительно большеберцовой кости	Клюшин Н.М., Шляхов В.И., Злобин А.В.,	2011	[37]
Методика секвестрнекрэктомии с наложением аппарата Илизарова в функционально выгодном, для заживления мягкотканного дефекта, положении стопы	Степаненко П.А., Клюшин Н.М.	2012	[38]

Так, при лечении пациентов, страдающих остеомиелитическим поражением, возникшим вследствие травматических повреждений или нейрогенно-трофических расстройств, и локализованным в пределах одной кости, с краевым расположением очага и наличием язвы диаметром от 1 см, а также с отсутствием или минимальной выраженностью рубцовых изменений в тканях, расположенных на опорной поверхности стопы, предложена методика секвестрнекрэктомии с последующим наложением аппарата Илизарова в функционально выгодном для заживления мягкотканного дефекта положении стопы (рис. 1).



а



б

Рисунок 1. Пример функционально выгодного положения стопы для заживления мягкотканного дефекта: а – внешний вид стопы на этапе вынужденного эквинусного положения стопы; б – рентгенограмма стопы на этом этапе

Методика предполагает в ходе хирургического вмешательства после выполненной радикальной секвестрнекрэктомии наложение аппарата Илизарова на голень и стопу, при этом последняя

выводится в функционально выгодное положение (эквинус) для ушивания раны. В последующем, после появления признаков заживления раны (25–30 сутки) стопа дозированно выводится в среднее физиологическое положение и производится демонтаж аппарата. Таким образом, в кратчайшие сроки, без применения специальных навыков микрохирургии полностью ликвидируется раневой дефект покровных тканей. В случаях с тотальным поражением костей заднего отдела стопы остеомиелитическим процессом, с наличием свища или язвы, со слабовыраженными рубцовыми изменениями тканей предложена методика секвестрнекрэктомии с замещением тотального послеоперационного дефекта костей за счет полилокального перемещения большеберцовой кости [39].

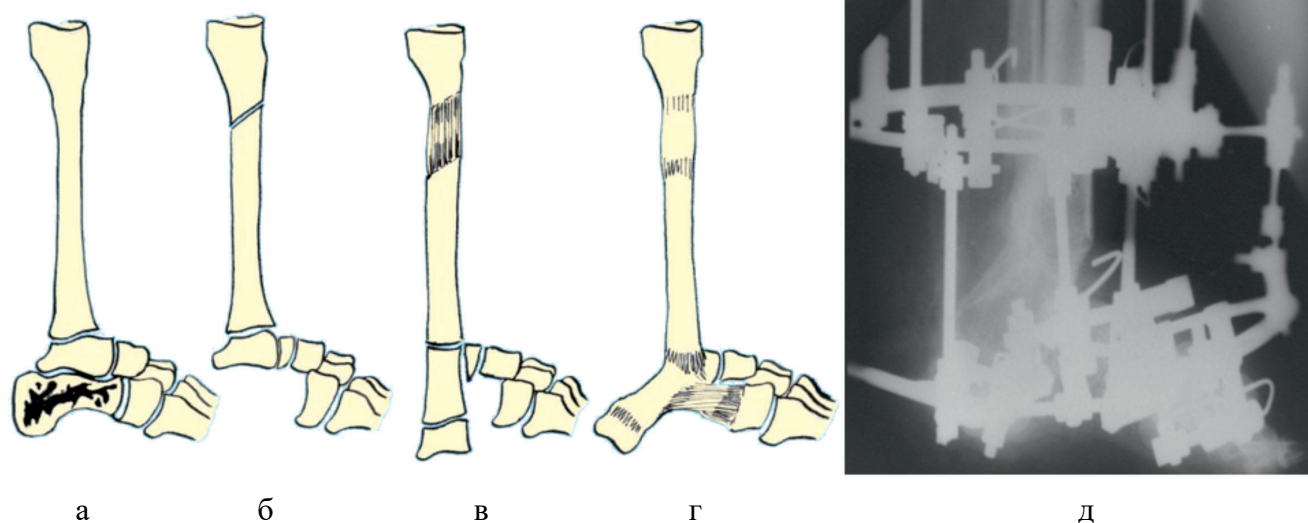


Рисунок 2. Замещение дефекта пяточной кости: а – тотальный дефект пяточной кости; б – состояние после секвестрнекрэктомии; в – этап замещения дефекта пяточной кости; г – результат лечения; д – рентгенограмма стопы в процессе лечения

Методика предполагает двухэтапный подход: 1 этап – ликвидация гнойного процесса с созданием функционального покоя мягким тканям за счет наложения фиксационного варианта аппарата внешней фиксации; 2 этап – восполнение дефекта костей заднего отдела стопы за счет последовательного выполнения остеотомии большеберцовой кости на уровне проксимального метадиафиза с последующим костным транспортом в зону дефекта, а после необходимого по объему костного транспорта осуществление корригирующей остеотомии в проекции дистального метафиза, для формирования анатомически правильных контуров стопы [39].

В случае остеомиелитического поражения пяточной кости и наличия гнойной раны на подошвенной поверхности площадью более 8 см² предложена методика секвестрнекрэктомии с последующей транспозицией стопы относительно большеберцовой кости для изменения точек опоры (рис. 3).

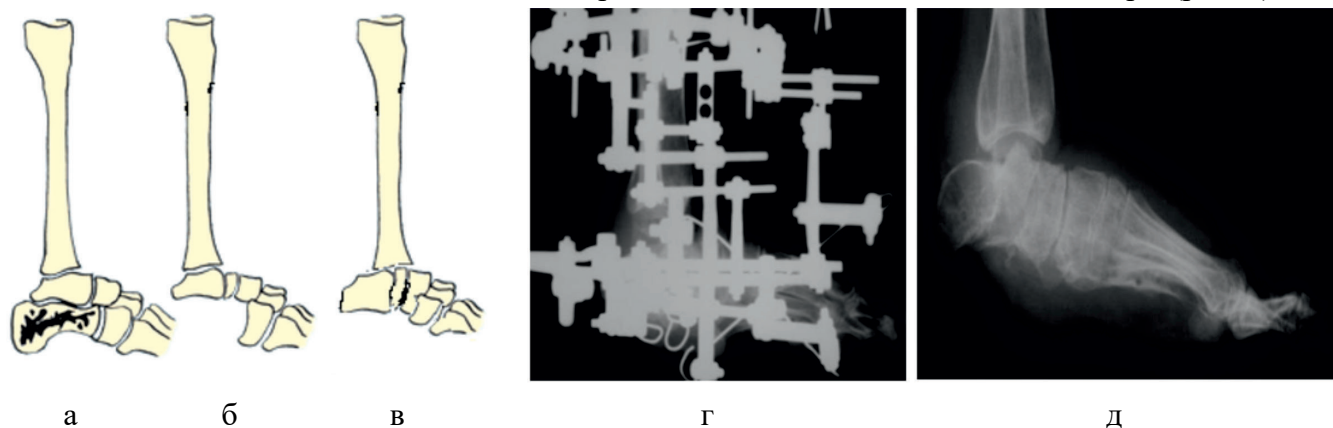


Рисунок 3. Транспозиция стопы в процессе изменения точек опоры на подошвенной поверхности: а – остеомиелитический дефект пяточной кости; б – состояние после секвестрнекрэктомии; в – этап транспозиция стопы; г – рентгенограмма стопы в процессе лечения; д – результат лечения

Целью методики является создание условий пассивной профилактики рецидива раневого процесса на подошвенной поверхности за счет изменения биомеханических точек опоры. Для этого после выполненной секвестрнекрэктомии в дозированном режиме с помощью предварительно наложенного аппарата внешней фиксации производится транспозиция стопы относительно голени кзади до уровня, соответствующего контакту головки таранной и большеберцовой костей. При этом режим транспозиции составляет 5 мм/сутки, одновременно с этим осуществляется контроль капиллярного ответа и динамики неврологического дефицита. После достижения желаемого уровня транспозиции продолжается фиксация в аппарате в течение 25–30 дней для формирования фиброзных связей в зоне измененных взаимоотношений между костями голени и стопы. Далее, после демонтажа аппарата оперированная конечность иммобилизуется гипсовой повязкой или ее аналогом, а после уменьшения отека конечности больному рекомендуется изготовление индивидуальной ортопедической обуви.

Заключение.

Применение метода управляемого чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза, разработанного Г.А. Илизаровым, в лечении пациентов с остеомиелитом костей стопы демонстрирует ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными подходами.

Во-первых, данный метод способствует надёжному купированию остеомиелитического процесса и заживлению инфицированных язв без необходимости применения сложных микрохирургических техник. Это особенно важно для пациентов с противопоказаниями к более инвазивным вмешательствам [3, 5, 28].

Во-вторых, управляемый чрескостный остеосинтез восстанавливает опорную функцию конечности, обеспечивая максимально возможное сохранение функции стопы. В некоторых случаях этот метод может рассматриваться как органосохраняющий, что делает его уникальным способом сохранения целостности конечности.

Кроме того, метод отличается простотой применения, не требует специализированных навыков и высокотехнологичного оборудования, что делает его доступным для использования в травматологических отделениях городских больниц. Это значительно расширяет возможности лечения пациентов с остеомиелитом и улучшает результаты терапии [28, 29, 40, 41, 42].

Таким образом, управляемый чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез по методике Г.А. Илизарова является эффективным и доступным методом, способным значительно улучшить качество жизни пациентов с остеомиелитом костей стопы.

Сведения о вкладе каждого автора в работу.

Судницын Анатолий Сергеевич: концепция и дизайн работы, итоговая переработка статьи окончательное утверждение версии для публикации.

Рашидов Гаджи-Мурад Хабибович: сбор данных, анализ и интерпретация данных, составление статьи.

Сведения о финансировании исследования и о конфликте интересов.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Соответствие статьи научной специальности:

3.1.8. – «Травматология и ортопедия».

Список литературы:

1. Аникин А.И., Деденков О.А., Князев В.В., Самойлова В.О. Опыт лечения хронического огнестрельного остеомиелита пяточной кости с некротической раной пяточной области. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костючёнка. 2022; 9 (4): 32–37.
2. Борисов И.В. Хирургическая обработка при остеомиелите длинных костей. Раны и раневые инфекции. Журнал имени проф. Б.М. Костючёнка. 2023; 10 (1): 30–37.

3. Абдурасулов Э.М., Сагымбаев Э.А., Буларкиева М.К. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения больных с посттравматическим хроническим остеомиелитом трубчатых костей на фоне использования традиционных технологий. *Здравоохранение Кыргызстана*. 2021; (4): 62–68.
4. Кривенко С.Н., Попов С.В. Особенности металлоостеосинтеза при замещении костных дефектов у больных с травматическим остеомиелитом длинных костей. *Вестник неотложной и восстановительной хирургии*. 2020; 5 (2): 138–145.
5. Сергеев С.В. Ампутации нижних конечностей и протезирование. *Практическая медицина*. 2021; 19 (3): 126–128.
6. Искусов П.В., Брагина С.В., Совершаев А.Е., Соболев Е.И., Зворыкин А.С., и соавт. Частичная травматическая ампутация заднего отдела правой стопы с повреждением задней большеберцовой артерии. *Гений ортопедии*. 2023; 29 (4): 419–424.
7. Панков И.Ю., Емелин А.Л., Сиразитдинов С.Д., Чрескостный остеосинтез при лечении импрессионнокомпрессионных переломов пяточной кости. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2023; 110: 29–33.
8. Судницын А.С., Гребенюк Л.А. Клиническая и патофизиологическая оценка тканей при оперативном лечении больных с нейроостеоартропатией стопы, осложненной хроническим остеомиелитом. *Вестник новых медицинских технологий*. 2021; 15 (2): 52–59.
9. Римашевский Д.В., Ахтямов И.Ф., Федулечев П.Н. Междисциплинарный подход к диагностике и лечению остеомиелита. *Практическая медицина*. 2021; 19 (1): 54–61.
10. Бадалов В.И., Самохвалов И.М., Коскин В.С., Петров А.Н., Рудь А.А., и соавт. Хирургическое лечение обширных дефектов мягких тканей конечностей и таза. *Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко*. 2022; 4 (10): 16–23.
11. Оболенский В.Н., Реконструкция среднего отдела инфицированной стопы Шарко. *Хирург*. 2020; 9 (10): 52–61.
12. Кубанов А.А., Мураховская Е.К., Комаров Р.Н., Дзюндзя А.Н., Винокуров И.А. Факторы риска замедленного течения репаративных процессов после деструктивного вмешательства на покровных тканях стопы. *Лечащий Врач*. 2021; 8 (24): 57–61.
13. Корейба К.А., Минабутдинов А.Р., Корейба Д.К., Гаджимурадов Р.У., Гатина Л.Н. Современный взгляд на проблему: комплексное лечение раневых дефектов при деструктивной форме нейроостеоартропатии синдрома диабетической стопы. *Инфекции в хирургии*. 2023; 21 (2): 39–41.
14. Подкосов О.Д., Паршиков М.В., Казахмедов Р.М., Говоров М.В., Алиев М.М. Перспективы хирургических технологий в лечение посттравматического остеомиелита длинных костей конечностей с крупными сегментарными дефектами. *Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе*. 2021; (S2): 62.
15. Лечение остеомиелита пяточной кости с применением аутомиело-фибринозно-тромбоцитарного сгустка. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2022; 21 (3): 102–107.
16. Самодай В., Лакатош К.О., Кузнецова В.П. Современные возможности хирургического лечения пациентов с тяжелыми открытыми переломами костей голени, сопровождающимися дефектами перифрактурных тканей. *VIII Пироговский форум травматологов-ортопедов: Сборник материалов*, 2023; 274.
17. Bury D.C., Rogers T.S., Dickman M.M. Osteomyelitis: Diagnosis and Treatment. *Am Fam Physician*. 2021; 104 (4): 395–402.
18. Pinder R., Barlow G. Osteomyelitis of the hand. *J Hand Surg Eur*. 2016; 41 (4): 431–40. doi: 10.1177/1753193415612373.
19. Jha Y., Chaudhary K. Diagnosis and Treatment Modalities for Osteomyelitis. *Cureus*. 2022; 14 (10): e30713. doi: 10.7759/cureus.30713.
20. Lipsky B.A., Berendt A.R., Deery H.G., et al. Infectious Diseases Society of America. Diagnosis and treatment of diabetic foot infections. *Plast Reconstr Surg*. 2006; 117 (7): 212–238. doi: 10.1097/01.prs.0000222737.09322.77.

21. Mooney M.L., Haidet K., Liu J., et al. Hematogenous Calcaneal Osteomyelitis in Children. *Foot Ankle Spec.* 2017; 10 (1): 63–68. doi: 10.1177/1938640016679704.
22. Баранов С.В., Зайцев А.Б. Современный взгляд на реконструктивное хирургическое лечение больных остеомиелитом дистальных отделов нижних конечностей (обзор литературы). *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки.* 2020; 4 (56): 17–27.
23. Morelli I., Drago L., George D.A. et al. Masquelet technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis. *Injury.* 2016; 47 (6): 68–76. doi: 10.1016/S0020-1383(16)30842-7.
24. Ганиев Р.Р., Неведров А.В., Валиева Р.И., Заднепровский Н.Н., Иванов П.А., и соавт. Аутотрансплантация лоскутов при лечении периимплантной инфекции после на костного остеосинтеза (анализ клинических наблюдений). *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь».* 2021; 10 (3): 575–581.
25. Зайцев А.Б., Баранов С.В., Толмосов Ю.В. Комплексный подход к лечению больных хроническим остеомиелитом. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки.* 2019; 4 (52): 40–49.
26. Артемьев А.А., Загородний Н.В., Ивашкин А.Н., Абакиров М.Д., Плетнев В.В. внешний остеосинтез по Илизарову как метод окончательной фиксации сложных переломов голеностопного сустава. *Клиническая практика.* 2015; 6 (1): 10–16.
27. Оснач С., Оболенский В., Процко В., Борзунов Д., Загородний Н., и соавт. Метод двухэтапного лечения пациентов с тотальными и субтотальными дефектами стопы при нейроостеоартропатии Шарко. *Гений ортопедии.* 2022; 28 (4): 523–531.
28. Мамакеев К.М., Уметалиев Ю.К., Абдышев Э.А., Ниязов Б.С., Ниязова С.Б., и соавт. Современные принципы лечения гнойных ран мягких тканей (обзор литературы). *Бюллетень науки и практики.* 2024; 10 (4): 333–344.
29. Способ сращения костей при переломах и аппарат для осуществления этого способа: а.с. 98471 СССР. № 102/17- 762/4179/417962 ; заявл. 9.06.52 ; опубл. 17.08.54, Бюл. № 6.
30. Илизаров Г.А. Остеосинтез перекрещивающимися спицами. *Сборник научных работ.* 1954; 1: 136–146.
31. Илизаров Г. А. Новый принцип остеосинтеза с применением перекрещивающихся спиц и колец. *Сборник научных работ.* 1954; 1: 146–160.
32. Kliushin N.M., Sudnitsyn A.S., Subramanyam K.N., et al. Management of Neurologic Deformity of the Ankle and Foot With Concurrent Osteomyelitis With the Ilizarov Method. *Foot Ankle Int.* 2018; 39 (2): 226–235. doi: 10.1177/1071100717739396.
33. Zhang L., Chen Y., Wang X., et al. Simultaneous treatment of traumatic calcaneal osteomyelitis and defect deformity with near-arc bone transport by Ilizarov technique. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2021; 35 (3): 323–329. doi: 10.7507/1002-1892.202010064.
34. Osman W., Alaya Z., Kaziz H., et al. Treatment of high-energy pilon fractures using the ILIZAROV treatment. *Pan Afr Med J.* 2017; (27): 199. doi: 10.11604/pamj.2017.27.199.11066.
35. Alammam Y., Sudnitsyn A., Neretin A., et al. Closed arthrodesis in infected neuropathic ankles using Ilizarov ring fixation. *Bone Joint J.* 2020; (4): 470–477. doi: 10.1302/0301-620X.102B4.BJJ-2019-1158.R1.
36. Патент № 2381760 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ реконструкции заднего отдела стопы после удаления остеомиелитически пораженной пяточной кости: № 2008152551/14: заявл. 29.12.2008: опубл. 20.02.2010 / Н.М. Ключин, А.Ю. Злобин, С.И. Бурнашов; заявитель Федеральное государственное учреждение Российский научный центр Восстановительная травматология и ортопедия имени академика Г.А. Илизарова Федерального агентства по высокотехнологичной медицинской помощи.
37. Патент № 2457804 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. способ реконструкции заднего отдела стопы при отсутствии пяточной кости : № 2011120144/14 : заявл. 19.05.2011 : опубл. 10.08.2012 / Н.М. Ключин, В.И. Шляхов, А.В. Злобин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное учреждение Российский научный центр Восстановительная травматология и

ортопедия имени академика Г.А. Илизарова Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

38. Патент № 2506918 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ реконструкции заднего отдела стопы при дефекте покровных тканей его подошвенной поверхности и отсутствии пяточной кости : № 2012135208/14 : заявл. 16.08.2012 : опубл. 20.02.2014 / П.А. Степаненко, Н.М. Ключин; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение Российский научный центр Восстановительная травматология и ортопедия имени академика Г.А. Илизарова Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации.
39. Судницын А., Ключин Н., Щурова Е. Органосохраняющая методика лечения больных с хроническим остеомиелитом костей голеностопного сустава и заднего отдела стопы (случай из практики). Гений ортопедии. 2016; (2): 94–96.
40. Osaki T., Hasegawa Y., Tamura R., et al. Combined treatment using cross-leg free flap and the Masquelet technique: a report of two cases. Case Reports Plast Surg Hand Surg. 2022; 9 (1): 99–104. doi: 10.1080/23320885.2022.2039667
41. Колмогоров Ю.Н., Успенский И.В., Маслов А.Н., Новиков А.Е., Тарасов Д.А., и соавт. Костнозамещающие имплантаты из материала «рекост-м» на основе 3d-моделирования для закрытия посттравматических дефектов черепа: доклинические и клинические исследования. Современные технологии в медицине. 2018; 10 (3): 95–103.
42. Ларионова Т., Бегимбетова Н., Судницын А., Александров С. Клинико-статистическая и рентгенологическая характеристика больных хроническим остеомиелитом длинных трубчатых костей, лечившихся в Центре гнойной остеологии ФГБУ «РНЦ «ВТО» им акад. Г.А. Илизарова». Гений ортопедии. 2016; (2): 46–50.

References:

1. Anikin A. I., Dedenkov O. A., Knyazev V. V., et al. Management of chronic calcaneus gunshot osteomyelitis with a necrotic wound in the calcaneal region. Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2022; 9 (4): 32-37 (in Russian)] DOI: 10.25199/2408-9613-2022-9-4-32-37.
2. Borisov I. V. Surgical debridement in long bones osteomyelitis. Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2023; 10 (1): 30-37 (In Russian)] DOI 10.25199/2408-9613-2023-10-1-30-37.
3. Abdurasulov M.G., Sagymbaev E.M., Bularkieva E.A. Immediate and long-term results of surgical treatment of patients with post-traumatic chronic osteomyelitis of tubular bones against the background of the use of traditional technologies . Healthcare of Ky 2021;(4):62-68. (In Russian)] DOI 10.51350/zdravkg2021124762.
4. Krivenko S. N., Popov S.V. Replacement of osteal defects at the patients with a traumatic osteomyelitis of long bones. Bulletin of emergency and recovery surgery. 2020;5(2):138-145. (In Russian).
5. Sergeev S.V. Amputations of lower extremities and prosthetics. Practical medicine. 2021;19(3):126-128. (In Russian)] DOI: 10.32000/2072-1757-2021-3-126-128.
6. Iskusov P.V., Bragina S.V., Sovershaev A.E., et al. Traumatic partial hindfoot amputation with injury to the posterior tibial artery. Genij Ortopedii. 2023;29(4):419-424. (In Russian) org/10.18019/1028-4427-2023-29-3-419-424.
7. Pankov I. Yu., Emelin A. L., Sirazitdinov S. D. Transosseous osteosynthesis for impressed-compression calcaneous fractures. Norwegian Journal of Development of the International Science. 2023;110:29-33 (In Russian) doi.org/10.5281/zenodo.8037154.
8. Sudnitsyn A.S., Grebenyuk L.A. Clinical and pathophysiological evaluation of the tissues in the surgical treatment of patients with neuroosteoarthropathy foot complicated by chronic osteomyelitis. Journal of New Medical Technologies. 2021;15(2):52-59. (In Russian) DOI24412/2075-4094-2021-2-1-8.
9. Rimashevskiy D.V., Akhtyamov I.F., Fedulichev P.N. Interdisciplinary approach to diagnostics and treatment osteomyelitis. Practical medicine. 2021;19(1):54-61. (In Russian) DOI: 10.32000/2072-1757-2021-1-54-61

10. Badalov V.I., Samokhvalov I.M., Koskin V.S., et al. Surgical tactics in cases with large wounds of soft tissue of limbs and pelvis. Medical bulletin of the main military clinical hospital named after n.n. burdenko. 2022;4(10):16-23. (In Russian) DOI 10.53652/2782-1730-2022-3-4-16-23.
11. Obolensky V. N., Reconstruction of the middle section of Charcot's infected foot. The Surgeon. 2020;9(10):52-61.
12. Kubanov A. A., Murakhovskaya E. K., Komarov R. N., et al. Risk factors for a delayed course of reparative processes after destructive intervention on the integumentary tissues of the foot. Lechaschy Vrach. 2021;8(24):57-61 (In Russian) DOI: 10.51793/OS.2021.24.8.010
13. Koreiba K. A., Minabutdinov A. R., Koreiba D. K., et al. Modern view of the problem: complex treatment of wound defects in the destructive form of neuroosteoarthropathy diabetic foot syndrome. Infections in surgery. 2023;21(2):39-41 (In Russian).
14. Podkosov O. D., Parshikov M. V., Kazakhmedov R. M., et al. Emergency surgery named after I.I. Dzhanelidze. 2021;(S2):62. (In Russian).
15. Bulavkin V.P., Fedzianin S.D., Matusevich E.A., et al. The treatment of osteomyelitis of the calcaneus with the use of automyelo-fibrinous-platelet clot. Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University . 2022;21(3):102-107 (In Russian) DOI 10.22263/2312-4156.2022.3.102.
16. Samodai V., Lakatos K. O., Kuznetsova V. P. Modern possibilities of surgical treatment of patients with severe open fractures of the shin bones accompanied by defects of the perifractural tissues. VIII Pirogov Forum of Orthopedic Traumatologists: Collection of materials, 2023;274.
17. Bury DC, Rogers TS, Dickman MM. Osteomyelitis: Diagnosis and Treatment. Am Fam Physician. 2021;104(4):395-402.
18. Pinder R, Barlow G. Osteomyelitis of the hand. J Hand Surg Eur. 2016;41(4):431-40. doi: 10.1177/1753193415612373.
19. Jha Y, Chaudhary K. Diagnosis and Treatment Modalities for Osteomyelitis. Cureus. 2022;14(10):e30713. doi: 10.7759/cureus.30713.
20. Lipsky BA, Berendt AR, Deery HG et al. Infectious Diseases Society of America. Diagnosis and treatment of diabetic foot infections. Plast Reconstr Surg. 2006;117(7):212-238. doi: 10.1097/01.prs.0000222737.09322.77.
21. Mooney ML, Haidet K, Liu J, et al. Hematogenous Calcaneal Osteomyelitis in Children. Foot Ankle Spec. 2017;10(1):63-68. doi: 10.1177/1938640016679704.
22. Baranov S. V., Zaytsev A. B. A modern view on reconstructive surgical treatment of osteomyelitis of distal ends of inferior limbs (literature review). University proceedings. Volga region. Medical sciences. 2020;4(56):17-27 107 (In Russian) DOI 10.21685/2072-3032-2020-4-2.
23. Morelli I, Drago L, George DA et al. Masquelet technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis. Injury. 2016;47(6):68-76. doi: 10.1016/S0020-1383(16)30842-7.
24. Ganiyev R.R., Nevedrov A.V., Valiyeva R.I., et al. Autotransplantation of Flaps in the Treatment of Peri-Implant Infection After Osteosynthesis (Analysis of Clinical Observations). Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care. 2021;10(3):575-581. (In Russian) org/10.23934/2223-9022-2021-10-3-575-581.
25. Zaytsev A. B., Baranov S. V., Tolmosov Yu. V. Integrated approach to treatment of patients with chronic osteomyelitis. University proceedings. Volga region. Medical sciences. 2019;4(52):40-49. (In Russian) DOI 10.21685/2072-3032-2019-4-4.
26. Artem'ev A.A., Zagorodnij N.V., Ivashkin A.N., et al. Ilizarov frame for final treatment of severe ankle fractures. Journal of Clinical Practice. 2015;6(1):10-16. (In Russian) doi: 10.17816/clinpract6110-16.
27. Osnach S., Obolensky V., Protsko V., et al. Method of two-stage treatment of total and subtotal defects of the foot in Charcot neuroosteoarthropathy. Genij Ortopedii. 2022;28(4):523-531 (In Russian) DOI 10.18019/1028-4427-2022-28-4-523-531.
28. Mamakeev, K., Umetaliev, Y., Abdyshev, E., et al. (2024). Modern Principles of Treatment of Purulent Wounds of Soft Tissue (Literature Review). Bulletin of Science and Practice. 2024;10(4):333-344. (in Russian) DOI 10.33619/2414-2948/101/37.

29. The method of bone fusion in fractures and the apparatus for carrying out this method: A.S. 98471 USSR. No. 102/17- 762/4179/417962 ; application No. 9.06.52 ; publ. 17.08.54, Bul. No. 6.
30. Ilizarov G. A. Osteosynthesis with crossed spokes. Collection of scientific papers.1954;1:136-146.
31. Ilizarov G. A. A new principle of osteosynthesis using intersecting spokes and rings. Collection of scientific papers. 1954;1:146-16.
32. Kliushin NM, Sudnitsyn AS, Subramanyam KN, George J. Management of Neurologic Deformity of the Ankle and Foot With Concurrent Osteomyelitis With the Ilizarov Method. *Foot Ankle Int.* 2018;39(2):226-235. doi: 10.1177/1071100717739396.
33. Zhang L, Chen Y, Wang X, et al. Simultaneous treatment of traumatic calcaneal osteomyelitis and defect deformity with near-arc bone transport by Ilizarov technique. *Zhongguo Xiu Fu, Chong Jian Wai, Ke Za Zhi.* 2021;35(3):323-329. doi: 10.7507/1002-1892.202010064.
34. Osman W, Alaya Z, Kaziz H, et al. Treatment of high-energy pilon fractures using the ILIZAROV treatment. *Pan Afr Med J.* 2017;(27):199. doi: 10.11604/pamj.2017.27.199.11066.
35. Alammr Y, Sudnitsyn A, Neretin A, et al. Closed arthrodesis in infected neuropathic ankles using Ilizarov ring fixation. *Bone Joint J.* 2020;(4):470-477. doi: 10.1302/0301-620X.102B4.BJJ-2019-1158.R1.
36. Patent No. 2381760 C1 Russian Federation, IPC A61B 17/56. Method of reconstruction of the posterior part of the foot after removal of the osteomyelitic calcaneus : No. 2008152551/14 : application. 29.12.2008 : published. 20.02.2010 / N. M. Klyushin, A. Y. Zlobin, S. I. Burnashov; applicant Federal State Institution Russian Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics named after Academician G.A. Ilizarova of the Federal Agency for High-Tech Medical Care.
37. Patent No. 2457804 C1 Russian Federation, IPC A61B 17/56. method of reconstruction of the posterior part of the foot in the absence of the calcaneus: No. 2011120144/14: application 19.05.2011 : published 10.08.2012 / N. M. Klyushin, V. I. Shlyakhov, A.V. Zlobin et al. ; applicant Federal State Institution Russian Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics named after Academician G.A. Ilizarov of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation.
38. Patent No. 2506918 C1 Russian Federation, IPC A61B 17/56. A method for reconstructing the posterior part of the foot in case of a defect in the integumentary tissues of its plantar surface and the absence of a calcaneus : No. 2012135208/14 : application 08/16/2012 : published 02/20/2014 / P. A. Stepanenko, N. M. Klyushin ; applicant Federal State Budgetary Institution Russian Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics named after Academician G.A. Ilizarov of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation.
39. Sudnitsyn A., Kliushin N., Shchurova E. The technique of organ-saving when treating patients with chronic osteomyelitis of the ankle and hindfoot bones (a case report). *Genij Ortopedii.* 2016;(2):94-96. (In Russian.) doi.org/10.18019/1028-4427-2016-2-94-96
40. Osaki T, Hasegawa Y, Tamura R, et al. Combined treatment using cross-leg free flap and the Masquelet technique: a report of two cases. *Case Reports Plast Surg Hand Surg.* 2022;9(1):99-104. doi: 10.1080/23320885.2022.2039667
41. Kolmogorov Yu.N., Uspensky I.V., Maslov A.N., et al. Rekost-M bone replacement implants based on 3D modeling for closing postcraniotomy skull defects: pre-clinical and clinical studies. *Sovremennye tehnologii v medicine.* 2018;10(3):95–103. (in Russian) doi.org/10.17691/stm2018.10.3.11
42. Larionova T., Begimbetova N., Sudnitsyn A., et al. Clinical-statistical and radiological characteristic of the patients with chronic long tubular bone osteomyelitis who treated in pyogenic osteology departments of FSBI RISC “RTO”. *Genij Ortopedii.* 2016;(2):46-50. (In Russian) org/10.18019/1028-4427-2016-2-46-50

Информация об авторах:

1. Рашидов Гаджи-Мурад Хабибович, аспирант 2 года, Врач-травматолог-ортопед, e-mail: Rashidovg@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0006-2513-1199.
2. Судницын Анатолий Сергеевич, к.м.н., заведующий научной лабораторией Клиники гнойной остеологии, врач-травматолог-ортопед, e-mail: anatol_anatol@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2602-2457, Author ID Scopus: 57195315430.

Author information

1. Rashidov G-M Kh., 2nd year graduate student of the Clinic of Purulent Osteology. Traumatologist-orthopedist, e-mail: Rashidovg@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0006-2513-1199.
2. Sudnitsyn A.S., Candidate of Medical Sciences, Head of the Scientific Laboratory of the Clinic of Purulent Osteology, Traumatologist-orthopedist, e-mail: anatol_anatol@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2602-2457, Author ID Scopus: 57195315430.

Информация.

Дата опубликования – 30.04.2025