

Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 4. С. 523-531.
Genij Ortopedii. 2022. Vol. 28, no. 4. P. 523-531.

Научная статья

УДК 616.379-008.64:617.586-007.248-001.5-089.227.84
<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-4-523-531>



Метод двухэтапного лечения пациентов с тотальными и субтотальными дефектами стопы при нейроостеоартропатии Шарко

С.А. Оснач^{1✉}, В.Н. Оболенский^{2,3}, В.Г. Процко^{1,4}, Д.Ю. Борзунов^{5,6}, Н.В. Загородний⁴, С.К. Тамоев¹

¹ Городская клиническая больница имени С.С. Юдина, Москва, Россия

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

³ Городская клиническая больница № 13, Москва, Россия

⁴ Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

⁵ Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

⁶ Центральная городская клиническая больница № 23, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Станислав Александрович Оснач, stas-osnach@yandex.ru

Аннотация

Введение. Одним из осложнений сахарного диабета является остеоартропатия Шарко с развитием ангионевропатических и метаболических нарушений стоп, потерей опороспособности конечностей. Присоединение гнойной инфекции не только ухудшает качество жизни пациентов, но и создает угрозу жизни. По данным литературы, мы имеем весьма противоречивую информацию о выборе технологий реконструкции и способах фиксации стоп. Отсутствие единых подходов и общепризнанных протоколов свидетельствует о неудовлетворенности ортопедов достигнутыми результатами и о несовершенстве применяемых технологий. **Цель.** Оценить эффективность комбинированного применения технологии Masquelet и чрескостного остеосинтеза по Илизарову при остеоартропатии Шарко в условиях гнойной инфекции. **Материалы и методы.** Авторы представляют оригинальный подход при реконструкции стопы у 8 пациентов, основанный на комбинированном применении технологии Masquelet и чрескостного остеосинтеза по Илизарову. Период наблюдения составил от 1 до 11 месяцев с момента первичной операции. **Результаты.** У всех пациентов, пролеченных по данной методике, восстановлена опороспособность конечности, формирования несращения, потери коррекции и поздних гнойно-воспалительных осложнений не выявлено. **Обсуждение.** Комбинированное применение чрескостного остеосинтеза позволяет дискретно выполнить коррекцию многокомпонентных деформаций стоп без создания дополнительных ангиотрофических расстройств, а применение костной пластики по Masquelet – санировать патологически измененные ткани с формированием индуцированной мембраны, продуцирующей факторы роста и обладающей антимикробной активностью. При выборе тактики лечения и сохранения стопы, как органа, у пациентов с тяжелыми поражениями стоп при остеоартропатии Шарко метод двухэтапного оперативного лечения является оправданным и позволяет сохранять длину сегментов, опороспособность конечности даже в тех случаях, когда, на первый взгляд, ампутация имеет относительные показания. **Заключение.** Дифференцированное применение технологий Илизарова и Masquelet эффективно и оправдано в условиях артропатии Шарко.

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, стопа Шарко, аппарат Илизарова, антибактериальный спейсер, Rimmer Irrigator Aspirator Synthes

Для цитирования: Метод двухэтапного лечения пациентов с тотальными и субтотальными дефектами стопы при нейроостеоартропатии Шарко / С.А. Оснач, В.Н. Оболенский, В.Г. Процко, Д.Ю. Борзунов, Н.В. Загородний, С.К. Тамоев // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 4. С. 523-531. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-4-523-531. EDN LIPZEG.

Original article

Method of two-stage treatment of total and subtotal defects of the foot in Charcot neuroosteoarthropathy

S.A. Osnach^{1✉}, V.N. Obolensky^{2,3}, V.G. Protsko^{1,4}, D.Yu. Borzunov^{5,6}, N.V. Zagorodniy⁴, S.K. Tamoev¹

¹ City clinical hospital named after S.S. Yudin, Moscow, Russian Federation

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

³ City clinical hospital 13, Moscow, Russian Federation

⁴ Russian University of Friendship of Peoples, Moscow, Russian Federation

⁵ Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation

⁶ Central City Clinical Hospital № 23, Ekaterinburg, Russian Federation

Corresponding author: Stanislav A. Osnach, stas-osnach@yandex.ru

Abstract

Introduction One of the complications of diabetes mellitus is Charcot's osteoarthropathy, associated with the development of angio-neuropathic and metabolic disorders in the foot and loss of limb weight-bearing. Its association with purulent infection not only worsens the quality of life of patients, but also poses a threat to life. The literature reports very conflicting information about the choice of reconstruction technologies and methods of foot fixation. The lack of unified approaches and generally recognized protocols indicates the dissatisfaction of orthopedists with the results achieved and the imperfection of the technologies used. **The aim of the work** is to evaluate the effectiveness of the combined use of the Masquelet technology and Ilizarov transosseous osteosynthesis in Charcot osteoarthropathy in conditions of purulent infection. **Material and methods** The authors present an original approach to foot reconstruction in 8 patients, based on the combined use of the Masquelet technology and Ilizarov transosseous osteosynthesis. The follow-up period ranged from 1 to 11 months from the date of the primary operation. **Results** In all patients treated by this technique, the limb support was restored. Nonunion, loss of correction, and late infection complications were not detected. **Discussion** The combined use of transosseous osteosynthesis allows discrete correction of multicomponent foot deformities without creating additional angiostrophic disorders, and the use of Masquelet bone grafting to sanitize pathologically altered tissues with the formation of an induced membrane that produces growth factors and has antimicrobial activity. Choosing the tactics of treatment for preservation of the foot as an organ in patients with severe condition of the feet with Charcot osteoarthropathy, the method of two-stage surgical treatment is justified and provides length compensation of the segments, limb support even in cases where, at first glance, amputation has relative indications. **Conclusion** Differentiated application of the Ilizarov and Masquelet technologies is effective and justified in conditions of Charcot's arthropathy.

Keywords: diabetic foot syndrome, Charcot foot, Ilizarov apparatus, antibacterial spacer, Rimmer Irrigator Aspirator Synthes

For citation: Osnach S.A., Obolensky V.N., Protsko V.G., Borzunov D.Yu., Zagorodniy N.V., Tamoev S.K. Method of two-stage treatment of total and subtotal defects of the foot in Charcot neuroosteoarthropathy. *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no 4, pp. 523-531. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-4-523-531.

ВВЕДЕНИЕ

Диабетическая остеоартропатия Шарко — это осложнение сахарного диабета в виде сенсомоторной и автономной невропатии, травмы и метаболических нарушений кости [1]. Наличие субтотальных и тотальных дефектов стопы при остеоартропатии Шарко приводит к нарушению опорной функции. Нестабильный характер деформации препятствует успешному использованию лечебной обуви или ортезов, а присоединение инфекции создает угрозу жизни. В ряде случаев только реконструктивная хирургия может быть единственным способом избежать ампутации конечности [2–6].

Известны методики резекционного артродеза среднего и заднего отделов стопы (тип 3–4–5 по классификации Sanders & Frykberg) погружными фиксаторами при артропатии Шарко. При этом сами авторы отмечают высокий уровень осложнений — рецидивы язв, миграцию фиксаторов, формирование несращений, потерю достигнутой коррекции и т. д. [7].

По данным литературы, мы имеем весьма противоречивую информацию о выборе технологий фиксации стопы. Так, некоторые специалисты отказались от погружных фиксаторов при артродезировании голеностопного сустава в пользу аппарата Илизарова для сохранения ранее оперированного сегмента при артропатии Шарко [8–29].

Вместе с тем, по данным литературы, ряд исследователей скептически оценивает возможности внешней фиксации при восстановительном лечении пациентов с остеоартропатией Шарко, отдавая предпочтение в использовании погружных металлофиксаторов [30].

Сторонники внешней фиксации при лечении пациентов с остеоартропатией Шарко отмечают множество преимуществ применения чрескостного остеосинтеза при выраженном остеопорозе, гнойных осложнениях, остеомиелите, мягкотканых дефектах [13].

Выбор технологии остеосинтеза может зависеть от многих факторов, поэтому информация о преимуществах и недостатках различных вариантов фиксации имеет решающее значение для достижения наилучших результатов [31].

В случаях резекционного артродеза погружными фиксаторами при стадии 2 по классификации Eichenholtz повышается вероятность несращения, вторичного смещения фрагментов, потери костной массы, вторичной ампутации.

Недостатком методик одномоментного артродеза как погружными, так и внеочаговыми фиксаторами является необходимость укорочения сегментов, придания стопе вынужденного положения с последующим изготовлением и постоянным использованием индивидуально изготовленной ортопедической обуви. Достижение костного анкилоза не всегда представляется возможным из-за отсутствия конгруэнтности и достаточной площади контакта артродезируемых фрагментов.

Замещение таранной кости с одномоментным заполнением дефекта трабекулярными металлическими имплантатами и аутооттрансплантатами при интрамедуллярной фиксации и применении Rimmer Irrigator Aspirator Synthes описано зарубежными авторами у двух пациентов с артропатией Шарко. При этом этап

замещения был одномоментным, что значительно снижает возможности регенерата для органотипической перестройки [32].

Способ замещения обширных дефектов длинных трубчатых костей двухэтапно по методике Masquelet активно используется и подробно демонстрируется во многих клинических работах. Предложенный способ приводит к формированию остеоиндуктивной мембраны в зоне костного дефекта, что позволяет обеспечить полноценную органотипическую перестройку имплантационного материала [33–35].

По данным литературы, в настоящее время имеется опыт успешного замещения костных дефектов при комбинированном использовании несвободной костной пластики по Илизарову и техники Masquelet при реабилитации пациентов с приобретенными костными дефектами и ложными суставами [36].

При костной пластике по Masquelet хирурги отдавали приоритет внешней фиксации, при этом оценивали возможности чрескостного остеосинтеза с позиции возможности длительной жесткой фиксации костных отломков при снижении качества жизни пациентов [36, 37].

Замещение частичных дефектов среднего отдела стопы при артропатии Шарко двухэтапно было описано в виде кейс-репорта [38]. Несмотря на хороший клинический результат, единичный описанный случай оставляет открытым вопрос о возможностях замещения тотальных и субтотальных дефектов стопы.

Процесс забора аутооттрансплантата из гребня подвздошной кости обладает рядом недостатков: помимо косметического дефекта, высокой травматичностью, риском повреждения кожного бедренного нерва, повреждением париетального листка брюшины [39]. Особенности анатомии крыла подвздошной кости не позволяют получить большой объем губчатой кости, и для замещения обширных дефектов костной ткани прибегают к билатеральному забору из гребней подвздошных костей, что сопровождается обширным повреждением мягких тканей и кортикального слоя кости на большом протяжении.

Задачей хирургического лечения пациентов с осложненной диабетической нейроостеоартропатией является радикальное устранение хирургическим путем очага деструкции костной ткани и восстановление функциональных возможностей стопы за счет реконструкции ее анатомической структуры, восстановление длины сегмента и биомеханики.

Достижимым при использовании предлагаемой методики техническим результатом является устранение гнойно-деструктивного очага и возникшего на этом фоне дефект-диастаза отделов стопы, восстановление опороспособности стопы, ее длины, а также сохранение ее функциональности за счет создания костного анкилоза.

Таким образом, в настоящее время мы имеем большое разнообразие применяемых оперативных технологий и способов фиксации при реконструктивно-восстановительных операциях у пациентов с артропатией Шарко. Вместе с тем, отсутствие единых подходов и общепризнанных протоколов свидетель-

ствуется о неудовлетворенности ортопедов достигнутыми результатами и о несовершенстве применяемых технологий. При аналитическом обзоре литературы мы не встретили публикаций о возможности хирургической реабилитации пациентов с артропатией Шарко при использовании чрескостного остеосинтеза и техники Masquelet.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Локализацию очага деструкции с наличием инфекционного процесса или без него определяли по клинико-рентгенологической картине и интерпретировали согласно анатомической классификации Sanders & Frykberg (1991) [40]. Классификацию Chantelau & Grützner (2014) для интерпретации клинико-рентгенологической картины, предлагаемую всероссийскими рекомендациями [41, 42], не использовали из-за невозможности объективного описания процессов, происходящих в очаге, которые могут влиять на тактику ортопедического пособия. Авторами использовалась патофизиологическая классификация Eichenholtz (1966) [43]. При наличии язвенных дефектов стопы применялась классификация Wagner [44], характеризующая глубину язвенного поражения того или иного отдела стопы. Учитывая сохранение магистрального дистального кровотока у данной когорты пациентов, классификация WIFI [45] в этом исследовании не использовалась.

Более ранняя идея объединения данных классификаций в одну для простоты и более полноценной характеристики истинного локального статуса пациентов SERW [46] была изменена. Вместо классификации Rogers [1], описывающей деформацию стопы без уточнения ее вида, указывался тип деформации с описанием типа деформации: VL – valgus, VR – varus, QU – equinus, PP – press-parie; предлагаемая классификация переименована соответственно в SEDW.

Проведен анализ результатов лечения 6-ти пациентов с сахарным диабетом 2 типа и 2-х пациентов с сахарным диабетом 1 типа с магистральным или магистрально-измененным периферическим кровотоком (по данным ультразвукового ангиосканирования и/или КТ-ангиографии), со стопой Шарко и локализацией патологического процесса в среднем и заднем отделах стопы (тип 2-5 по классификации Sanders & Frykberg), находившихся на лечении в отделении гнойной хирургии ГБУЗ ГKB № 13 и Центре хирургии стопы и диабетической стопы ГKB им. С.С. Юдина в 2020 - 2021 гг. У двух пациентов были выявлены дефекты таранной кости, сопровождающиеся дефектами костей среднего отдела стопы, у двух пациентов – дефекты сустава Шопара и Лисфранка, у двух пациентов – изолированные дефекты медиальной колонны стопы, у двух пациентов – изолированные дефекты шейки и головки таранной кости. Один пациент был оперирован в стадии обострения свищевой формы хронического остеомиелита, а трое пациентов – сразу после заживления раны после ранее вскрытых флегмон. Причиной формирования флегмон авторы считают вторичное инфицирование гематом, образующихся при патологических переломах костей заднего и среднего отделов стопы и

Цель исследования – оценить клиническую эффективность и перспективы исходов оперативного лечения пациентов с диабетической стопой Шарко с деструкцией среднего и заднего отдела стопы в условиях ремиссии и активной гнойной инфекции при комбинации применения технологии Masquelet и чрескостного остеосинтеза по Илизарову.

сохранении полной нагрузки спровоцированной стопы пациентом.

Всем пациентам обеспечивали разгрузку конечности, выполняли контроль и коррекцию гликемии, проводили нейропротекторную терапию и, по показаниям, системную антибактериальную терапию.

На первом этапе предлагаемого двухэтапного способа под спинальной анестезией в асептических условиях под пневможгутом через доступ с учетом вида и локализации деформации проводили удаление частей деформированных и пораженных костей, рубцовых тканей и патологических грануляций, резекцию хрящей суставных поверхностей костей и синовэктомию; при наличии язвы, последняя иссекалась с формированием кожно-фасциальных лоскутов для последующего пластического закрытия раневого дефекта.

Стопу выводили скелетной тракцией в функционально правильное положение диафиксирующими спицами с сохранением зоны дефект-диастаза, правильного соотношения и длины сегментов (стопы и/или голени). В сформированный диастаз имплантировали полиметилметакрилатный цементный спейсер, изготовленный из ревизионного костного цемента средней степени вязкости и содержащий 1 грамм гентамицина. Самостоятельно в процессе формирования спейсера в цемент добавляли до 2–4 граммов ванкомицина. Объем интегрируемого спейсера зависел от объема образовавшегося диастаза. При нехватке одной дозы костного цемента (40 г) использовали 2 дозы. Размеры имплантированного спейсера составляли $6 \times 4 \times 2 (\pm 1)$ см с заполнением образовавшихся дефектов от 30 до 80 см³. Сформированный спейсер имел аналогичный диаметр по отношению к прилегающей кости, а его объем соответствовал объему сформированного диастаза. Раны на стопе ушивались послойно наглухо без дренажей.

Затем выполняли внеочаговый остеосинтез компрессионно-дистракционным аппаратом внешней фиксации, состоящим из двух колец, фиксируемых на голени при поражении голеностопного и подтаранного суставов или одного кольца на голени при поражении среднего отдела стопы, а также двух полуколец на стопе: одно полукольцо устанавливалось в задней части стопы и одно на переднем отделе стопы. В проекции колец и полуколец проводились спицы в косо-фронтальной плоскости, спицы фиксировались в плоскости колец и натягивались спиценатягивателем. Полукольца соединялись между собой резьбовыми стержнями и одно-двухплоскостными шарнирами.

На втором этапе через 6–8 недель (по технологии Masquelet) цементный спейсер удаляли, не повреждая образовавшуюся индуктивную мембрану, дефект-диастаз заполняли комбинированным трансплантатом.

Забор аутотрансплантата осуществлялся из бедренного канала. Предварительно диаметр канала бедренной кости измерялся в поперечном направлении в наиболее узкой части при помощи С-дуги, и подбирался размер головки фрезы из расчета на 1–1,5 мм шире диаметра костномозгового канала бедренной кости. Доступ к бедренному каналу производился в асептических условиях из стандартного латерального доступа к проксимальному отделу бедренной кости. Точка входа спицы в канал определялась под контролем мобильного электронно-оптического преобразователя (С-дуги). В сформированную точку в проекции большого вертела бедренной кости вводилась спица-направитель; далее по направлятелю вводилось канюлированное шило. Под контролем мобильного электронно-оптического преобразователя (С-дуги) в канале бедренной кости производился забор аутокости с помощью системы риммер-ирригатор-аспиратор (Rimmer Irrigator Aspirator Synthes). Рана на бедре ушивалась наглухо послойными швами без дренажа.

Забранный аутологичный биоматериал в асептических условиях смешивался с аллокостью в виде деминерализированной спонгиозной костной крошки в соотношении "один-к-одному", комбинированный трансплантат интегрировался в раневую полость. Рана на стопе ушивалась наглухо послойными швами без дренажа. Стабилизация фрагментов сохранялась в аппарате внешней фиксации.

Швы снимали через 2–4 недели с момента операции. Этапный рентгенологический контроль проводится каждые 1–1,5 месяца. Демонтаж аппарата внешней фиксации производился при выявлении явных рентгенологических признаков консолидации и после осуществления клинической пробы. Аппаратную фиксацию стопы заменяли фиксацией задней гипсовой лонгетой сроком на 2–3 недели – до заживления ран в местах удаленных фиксирующих элементов. В дальнейшем пациент продолжал фиксацию стопы индивидуальной повязкой Total Contact Cast с последующими рекомендациями ношения индивидуальной ортопедической обуви.

В контрольную группу исследования были отобраны пациенты, оперированные ранее по стандартным методикам резекционного артродеза аппаратом внешней фиксации или винтами одномоментно.

Результаты исследования оценены методом описательной статистики.

Работа была выполнена в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Пациенты подписали информированное согласие на проведение хирургического вмешательства и публикацию полученных данных без идентификации личности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Артродез заднего отдела стопы был произведен у 16 пациентов: у 8 – с помощью внеочагового остеосинтеза по Илизарову, у 8 – внутренней фиксацией винтами (табл. 1).

В ранние сроки (до 1 месяца с момента операции) осложнений выявлено не было. Осложнения в более поздние сроки развились у 4 больных: у троих с внутренней фиксацией и у одного – с внешней.

У одного пациента с морбидным ожирением (ИМТ = 44), комбинированным поражением и остео-

миелитом была допущена тактическая ошибка – произведена внутренняя фиксация винтами, что на фоне несоблюдения режима разгрузки через два месяца после операции привело к нестабильности фиксации, вторичной инфекции с развитием синдрома системной воспалительной реакции; удаление имплантов и использование индивидуальной съемной иммобилизирующей повязки не позволило справиться с гнойно-воспалительным процессом, и случай закончился ампутацией на уровне верхней трети голени.

Таблица 1

Распределение пациентов контрольной группы и выявленных осложнений по классификации SEDW. Задний отдел

Классификация, стадия	Количество пациентов	Количество осложнений	
		абс.	%
Локализация патологического процесса			
Sanders 3–4: суставы предплюсны и голеностопный сустав	4	1	25
Sanders 4: голеностопный сустав	5	1	20
Sanders 4–5: голеностопный и подтаранный суставы	1	0	0
Sanders 3–4–5: комбинированное поражение	6	2	33,3
Стадия патологического процесса			
Eichenholtz 1: стадия фрагментации	10	3	30
Eichenholtz 2: стадия сращения	4	0	
Eichenholtz 3: стадия консолидации	2	1	50
Деформация и осложнения			
Деформация с раной (VR)	4	0	0
Деформация с остеомиелитом (VR – 9, VL – 2, QU – 1)	12	4	33,3
Глубина поражения тканей			
Wagner 2: глубокая инфицированная язва без вовлечения кости	4	0	0
Wagner 3: глубокая инфицированная язва с остеомиелитом	12	4	33,3

Еще у двух пациентов с внутренней фиксацией через 9 и 13 месяцев было отмечено образование свищей и септическая нестабильность имплантов. Последние были удалены с рассверливанием каналов и пломбировкой импрегнированной гентамицином коллагеновой губкой без потери коррекции стопы и без рецидивов в сроки до одного года у одного пациента. Один случай несращения и нестабильности через 9 месяцев потребовал использования наружной фиксации.

У одного больного с внешней фиксацией через 12 месяцев был выявлен спицевой остеомиелит в средней трети голени; секвестрэктомия произведена без рецидивов в дальнейшем (1,5 года).

Артродез среднего отдела стопы был произведен у 76 пациентов внутренней фиксацией винтами (табл. 2).

Выявлен один случай (1,3 %) раннего послеоперационного осложнения (< 1 месяца) – нагноение раны и септическая нестабильность винта, что потребовало его удаления, хирургической обработки и фиксации в гипсе – без рецидива, стабильная стопа; 5 (6,6 %) случаев поздней септической нестабильности винтов (в сроки от 2 до 37 месяцев) – винты удалены без потери коррекции стоп; 1 случай (1,3 %) перелома встречных винтов в сроки более 1 года без потери коррекции стопы и без необходимости удаления винтов. Основной причиной осложнений было несоблюдение пациентами режима разгрузки конечности.

Отмечено два случая (2,6 %) рецидива язвы стопы, но другой локализации, что потребовало произвести плоскостную резекцию экзостоза боковым доступом без вмешательства на язве; в дальнейшем на фоне ношения разгрузочного ортеза язвы зажили; один случай (1,3 %) рецидива изъязвления при несоблюдении режима разгрузки стопы пациентом с морбидным ожирением, что потребовало привлечения психолога и родственников, использования иммобилизации конечности в индивидуальной разгрузочной повязке – язва зажила.

Итак, всего было отмечено 9,2 % случаев ранних и поздних осложнений и 3,9 % случаев рецидива язвобразования в сроки от 1 до 5 лет.

Несмотря на хорошие результаты реконструктивных вмешательств и восстановление опороспособности конечности, относительное укорочение длины

конечности при поражении заднего отдела стопы и относительное укорочение стопы наблюдалось у всех пациентов контрольной группы: от 1–4 см при поражении заднего отдела и 1–5 см при реконструкции среднего отдела стопы. Сохранение данного укорочения требовало повторных оперативных вмешательств для восстановления длины конечности, но оставался нерешенным вопрос о компенсации длины среднего отдела стопы. Всем пациентам требовалось изготовление сложных ортопедических изделий и постоянного их ношения.

Пациенты исследуемой группы находятся на разных этапах лечебного процесса.

Так, трое пациентов, завершивших лечение (срок наблюдения – 10 и 9 месяцев с момента первичного оперативного вмешательства), активно ходят в индивидуальной ортопедической обуви; артродез состоялся. У этих пациентов в раннем послеоперационном периоде после второго этапа отмечалось сохранение сукровичного раневого отделяемого сроком до двух недель без последующего нагноения. Авторы связывают это с погрешностью установки трансплантата, недостаточной компактизацией последнего в полости дефекта и проведением остеоперфорации костных торцов, которая могла привести к дополнительному скоплению гематомы и ее выведению через рану. Несращения, потери коррекции и поздних гнойно-воспалительных осложнений не выявлено.

Четверо пациентов, которым произведены оба этапа оперативного лечения, находятся на завершающем этапе фиксации методом чрескостного остеосинтеза (срок наблюдения от 4 до 6 месяцев с момента первичной операции). У одной пациентки отмечалось параспицевое нагноение в нижней трети голени; после перемонтажа аппарата и перепроведения спиц явления были купированы. У другого пациента на фоне низкой комплаентности и продолжения полной нагрузки на стопу развились явления нестабильности аппарата после проведения первого этапа, установки спейсера, что потребовало провести демонтаж аппарата и замену спейсера с чрескостным реостеосинтезом. Других осложнений у этих четверых пациентов выявлено не было.

Таблица 2

Распределение пациентов контрольной группы и выявленных осложнений по классификации SEDW. Средний отдел

Классификация, стадия	Количество пациентов	Количество осложнений	
		абс.	%
Локализация патологического процесса			
Sanders 3: суставы предплюсны	76	7	9,2
Стадия патологического процесса			
Eichenholtz 1: стадия фрагментации	17	2	2,6
Eichenholtz 2: стадия сращения	14	1	1,3
Eichenholtz 3: стадия консолидации	45	4	5,3
Деформация и осложнения			
Деформация с раной (PP – 31, VR – 3)	34	0	0
Деформация с остеомиелитом (PP – 36, VR – 4, VL – 2)	42	7	9,2
Глубина поражения тканей			
Wagner 2: глубокая инфицированная язва без вовлечения кости	34	0	0
Wagner 3: глубокая инфицированная язва с остеомиелитом	42	7	9,2

Двум пациентам проведен первый этап оперативного лечения – резекция костей, установка спейсера и фиксация конечности в аппарате Илизарова. Осложнений за период наблюдения не выявлено, в ближайшее время планируется второй этап лечения.

Клинический пример

Пациент Ш., 58 лет: сахарный диабет 2 типа, инсулинозависимый, впервые выявлен в 2012 году. В 2015 году отметил появление деформации стопы, формирование язвы. При осмотре установлен диагноз: синдром диабетической стопы, нейропатическая форма, остеоартропатия Шарко с поражением суставов Лисфранка и Шопара, тип 2–3 по классификации Sanders & Frykberg, стадия 1 по Eichenholtz, стадия D по классификации Rogers и стадия 3 по Wagner (рис. 1).

В 2015 году выполнена остеонекрэктомия с заполнением дефекта среднего отдела импрегнированной гентамицином коллагеновой губкой и фиксацией стопы и голени в аппарате Илизарова (рис. 2); срок фиксации в аппарате – 6 месяцев.

Раны зажили, сохранилась флотация стопы в среднем отделе, что не мешало пациенту свободно передвигаться в ортопедической обуви.

В 2017 году пациент обратился с картиной плантарной язвы, стадия 2 по Вагнеру; коррекция разгрузочной обуви и консервативная терапия привели к заживлению дефекта.

Обращение в феврале 2021 года: деформация в области голеностопного сустава, свищ со скудным гнойным отделяемым в этой области; рентгенологически

определен тотальный лизис таранной кости, деструктивные изменения контактных поверхностей большеберцовой и пяточной костей (рис. 3).

На первом этапе под спинальной анестезией и пневможгутом выполнена остеонекрэктомия зоны пяточно-большеберцового неоартроза, вскрытие остеомиелитической полости большеберцовой кости. Произведена ревизия зоны диастаза среднего отдела стопы, создание костных торцов конгруэнтными с последующим заполнением зон диастазов двумя цементными спейсерами и остеосинтезом стопы и голени аппаратом внешней фиксации (рис. 4) с наложением первичных швов.

Через шесть недель был выполнен второй этап – удаление спейсеров и костная пластика диастазов комбинированными костными трансплантатами (RIA плюс аллокость) с наложением первичных швов. В течение двух недель сохранялось сукровичное отделяемое в области швов, что купировалось самостоятельно.

Еще через шесть месяцев рентгенологически констатировано образование плотного костного регенерата с образованием анкилоза в проекциях голеностопного сустава и среднего отдела стопы; после клинической пробы произведен демонтаж аппарата внешней фиксации (рис. 5, 6).

Пациент проведен через этапы разгрузки в гипсовой лонгете и Total Contact Cast, активизирован в ортопедической обуви. На сроке 11 месяцев с момента первого этапа оперативного лечения по предлагаемой методике несращений, потери коррекции и поздних гнойно-воспалительных осложнений в этот период не выявлено.



Рис. 1. Фото и рентгенограммы стопы в двух проекциях до лечения

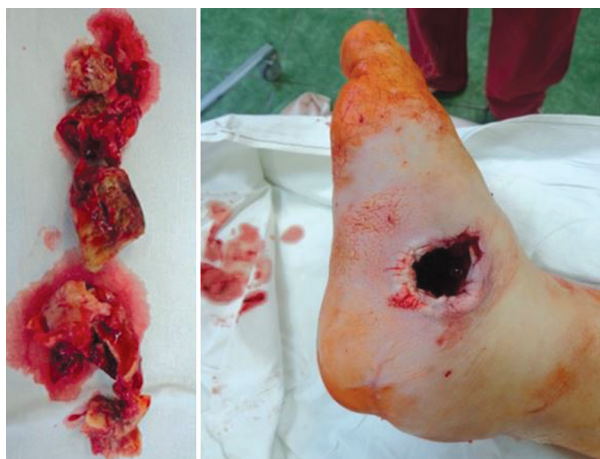


Рис. 2. Интраоперационное фото стопы и резецированных тканей после секвестрнекрэктомии



Рис. 3. Фото и рентгенограммы стопы перед первым этапом реконструктивного вмешательства

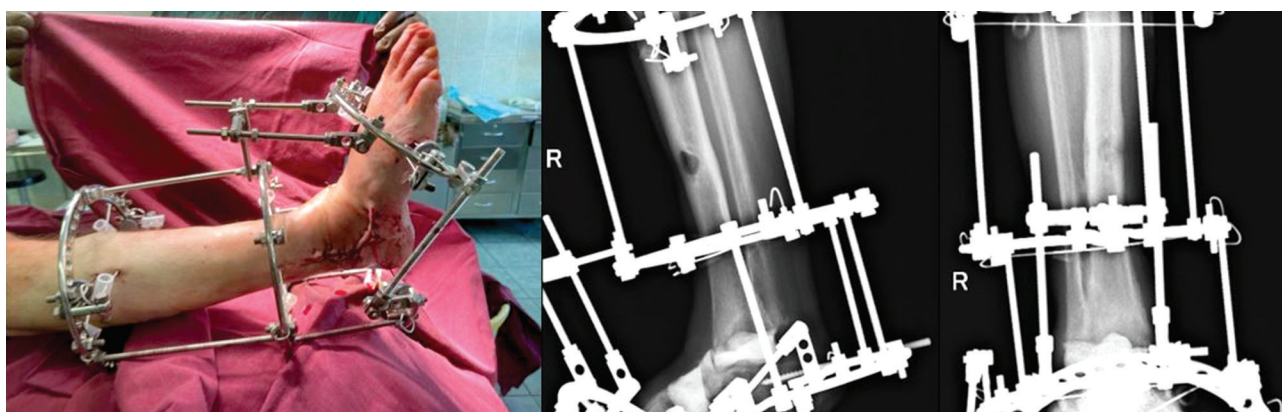


Рис. 4. Фото и рентгенограммы голени и стопы после первого этапа вмешательства

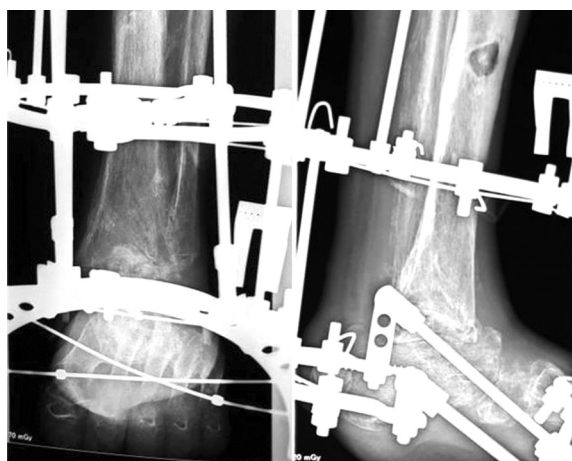


Рис. 5. Рентгенограммы стопы через 6 месяцев



Рис. 6. Фото и рентгенограммы стопы. Результат лечения

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в литературе появились публикации об эффективном комбинированном применении несвободной костной пластики по Илизарову и техники Masquelet при реабилитации пациентов с гетерогенными костными дефектами и ложными суставами [36, 47].

Концепция комбинированного применения несвободной костной пластики по Илизарову и техники Masquelet зиждется на идее использования известных преимуществ двух технологий. По мнению авторитетных авторов, несвободная костная пластика по Илизарову является идеальной формой костной пластики, когда в проблемную зону дозированно и направленно перемещается васкуляризированный аутотрансплантат с сохраненным покровом мягких тканей, позволяющий теоретически создать в дефекте трубчатую кость любой длины и формы [48].

По данным литературы, формируемая вокруг спейсера мембрана хорошо васкуляризована, продуцирует факторы роста (VEGF, TGF- β 1) и морфогенетические белки BMP-2 и BMP-7 [37].

Индукционная мембрана также обладает антимикробной активностью [49].

Комбинированное применение чрескостного остеосинтеза позволяет выполнить коррекцию многокомпонентных деформаций стоп без создания дополнительных ангиотрофических расстройств, а применение костной пластики по Masquelet – санировать патологически измененные ткани с формированием индуцированной мембраны, продуцирующей факторы роста и обладающей антимикробной активностью.

На наш взгляд, при выборе тактики лечения и сохранения стопы, как органа, у пациентов с тяжелыми поражениями стоп при остеоартропатии Шарко, метод двухэтапного оперативного лечения является оправданным и позволяет сохранять длину сегментов, опороспособность конечности даже в тех случаях, когда, на первый взгляд, ампутация имеет показания. Безусловно, использование данной методики требует когнитивного баланса и приверженности пациента к лечению, соблюдения им предписанных режимов иммобилизации и разгрузки, активизации и реабилитации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, дифференцированное применение технологий Илизарова и Masquelet с учетом их преимуществ может быть использовано в условиях нейроостеоартропатии Шарко. Достигнутые предварительные результаты клинического применения ме-

тодики двухэтапного оперативного лечения пациентов с тотальными и субтотальными дефектами стопы при остеоартропатии Шарко доказывают оправданность, эффективность и перспективность использованной технологии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. The Charcot foot in diabetes / L.C. Rogers, R.G. Frykberg, D.G. Armstrong, A.J. Boulton, M. Edmonds, G.H. Van, A. Hartemann, F. Game, W. Jeffcoate, A. Jirkovska, E. Jude, S. Morbach, W.B. Morrison, M. Pinzur, D. Pitocco, L. Sanders, D.K. Wukich, L. Uccioli // *Diabetes Care*. 2011. Vol. 34, No 9. P. 2123-2129. DOI: 10.2337/dc11-0844.
2. Baravarian B., Van Gils C.C. Arthrodesis of the Charcot foot and ankle // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2004. Vol. 21, No 2. P. 271-289. DOI: 10.1016/j.cpm.2004.01.007.
3. Ramanujam C.L., Stapleton J.J., Zgonis T. Diabetic Charcot neuroarthropathy of the foot and ankle with osteomyelitis // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2014. Vol. 31, No 4. P. 487-492. DOI: 10.1016/j.cpm.2013.12.001.
4. Arthrodesis as an early alternative to nonoperative management of Charcot arthropathy of the diabetic foot / S.R. Simon, S.G. Tejwani, D.L. Wilson, T.J. Santner, N.L. Denniston // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2000. Vol. 82-A, No 7. P. 939-950. DOI: 10.2106/00004623-200007000-00005.
5. Should one consider primary surgical reconstruction in Charcot arthropathy of the feet? / T. Mittlmeier, K. Klaue, P. Haer, M. Beck // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2010. Vol. 468, No 4. P. 1002-1011. DOI: 10.1007/s11999-009-0972-x.
6. Hartig N., Krenn S., Trnka H.J. Operative Versorgung des Charcot-Fußes am Rückfuß : Langzeitergebnisse und systematischer Überblick // *Orthopäde*. 2015. Vol. 44, No 1. P. 14-24. DOI: 10.1007/s00132-014-3058-8.
7. Assal M., Stern R. Realignment and extended fusion with use of a medial column screw for midfoot deformities secondary to diabetic neuropathy // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2009. Vol. 91, No 4. P. 812-820. DOI: 10.2106/JBJS.G.01396.
8. Herbst S.A. External fixation of Charcot arthropathy // *Foot Ankle Clin.* 2004. Vol. 9, No 3. P. 595-609. DOI: 10.1016/j.fcl.2004.05.010.
9. Burns P.R., Wukich D.K. Surgical reconstruction of the Charcot rearfoot and ankle // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2008. Vol. 25, No 1. P. 95-120, vii-viii. DOI: 10.1016/j.cpm.2007.10.008.
10. Die Rückfußarthrodese bei postinfektiöser Sprunggelenkdestruktion mit einem intramedullären retrograden Arthrodesennagel / C. Kappler, R. Staubach, A. Abdulazim, M. Kemmerer, G. Walter, R. Hoffmann // *Unfallchirurg*. 2014. Vol. 117, No 4. P. 348-354. DOI: 10.1007/s00113-012-2341-6.
11. Tibiotalocalcaneal arthrodesis using an intramedullary nail: a systematic review / F. Franceschi, E. Franceschetti, G. Torre, R. Papalia, K. Samuelsson, J. Karlsson, V. Denaro // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2016. Vol. 24, No 4. P. 1316-1325. DOI: 10.1007/s00167-015-3548-1.
12. Çinar M., Derincek A., Akpınar S. Tibiocalcaneal arthrodesis with posterior blade plate in diabetic neuroarthropathy // *Foot Ankle Int.* 2010. Vol. 31, No 6. P. 511-516. DOI: 10.3113/FAI.2010.0511.
13. Stapleton J.J., Zgonis T. Surgical reconstruction of the diabetic Charcot foot: internal, external or combined fixation? // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2012. Vol. 29, No 3. P. 425-433. DOI: 10.1016/j.cpm.2012.04.003.
14. Papa J., Myerson M., Girard P. Salvage, with arthrodesis, in intractable diabetic neuropathic arthropathy of the foot and ankle // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1993. Vol. 75, No 7. P. 1056-1066. DOI: 10.2106/00004623-199307000-00012.
15. Charcot arthropathy of the diabetic foot. Current concepts and review of 36 cases / T.K. Pakarinen, H.J. Laine, S.E. Honkonen, J. Peltonen, H. Oksala, J. Lahtela // *Scand. J. Surg.* 2002. Vol. 91, No 2. P. 195-201. DOI: 10.1177/145749690209100212.
16. Stone N.C., Daniels T.R. Midfoot and hindfoot arthrodeses in diabetic Charcot arthropathy // *Can. J. Surg.* 2000. Vol. 43, No 6. P. 449-455.
17. Pinzur M. Surgical versus accommodative treatment for Charcot arthropathy of the midfoot // *Foot Ankle Int.* 2004. Vol. 25, No 8. P. 545-549. DOI: 10.1177/107110070402500806.
18. Garapati R., Weinfeld S.B. Complex reconstruction of the diabetic foot and ankle // *Am. J. Surg.* 2004. Vol. 187, No 5A. P. 81S-86S. DOI: 10.1016/S0002-9610(03)00309-X.
19. A protocol for treatment of unstable ankle fractures using transarticular fixation in patients with diabetes mellitus and loss of protective sensibility / M.M. Jani, W.M. Ricci, J. Borrelli Jr., S.E. Barrett, J.E. Johnson // *Foot Ankle Int.* 2003. Vol. 24, No 11. P. 838-844. DOI: 10.1177/107110070302401106.
20. Salvage of failed neuropathic ankle fractures: use of large-fragment fibular plating and multiple syndesmotom screws / M.D. Perry, W.S. Taranow, A. Manoli 2nd, J.B. Carr // *J. Surg. Orthop. Adv.* 2005. Vol. 14, No 2. P. 85-91.

21. Cooper P.S. Application of external fixators for management of Charcot deformities of the foot and ankle // *Foot Ankle Clin.* 2002. Vol. 7, No 1. P. 207-254. DOI: 10.1016/s1083-7515(02)00019-0.
22. Wang J.C. Use of external fixation in the reconstruction of the Charcot foot and ankle // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2003. Vol. 20, No 1. P. 97-117. DOI: 10.1016/s0891-8422(02)00055-1.
23. 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. Vol. 6, No 2. P. 102-107. DOI: 10.1177/1534734607302379.
24. Limb salvage in Charcot foot and ankle osteomyelitis: combined use single stage/double stage of arthrodesis and external fixation / L. Dalla Paola, E. Brocco, T. Ceccacci, S. Ninkovic, S. Sorgentone, M.G. Marinescu, A. Volpe // *Foot Ankle Int.* 2009. Vol. 30, No 11. P. 1065-1070. DOI: 10.3113/FAI.2009.1065.
25. Pinzur M.S. Neutral ring fixation for high-risk nonplantigrade Charcot midfoot deformity // *Foot Ankle Int.* 2007. Vol. 28, No 9. P. 961-966. DOI: 10.3113/FAI.2007.0961.
26. Single stage correction with external fixation of the ulcerated foot in individuals with Charcot neuroarthropathy / D.C. Farber, P.J. Juliano, P.R. Cavanagh, J. Ulbrecht, G. Caputo // *Foot Ankle Int.* 2002. Vol. 23, No 2. P. 130-134. DOI: 10.1177/10711007020300209.
27. Complications encountered with circular ring fixation in persons with diabetes mellitus / D.K. Wukich, R.J. Belczyk, P.R. Burns, R.G. Frykberg // *Foot Ankle Int.* 2008. Vol. 29, No 10. P. 994-1000. DOI: 10.3113/FAI.2008.0994.
28. Bevilacqua N.J., Rogers L.C. Surgical management of Charcot midfoot deformities // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2008. Vol. 25, No 1. P. 81-94. DOI: 10.1016/j.cpm.2007.10.007.
29. Predictors of postoperative complications of Ilizarov external ring fixators in the foot and ankle / L.C. Rogers, N.J. Bevilacqua, R.G. Frykberg, D.G. Armstrong // *J. Foot Ankle Surg.* 2007. Vol. 46, No 5. P. 372-375. DOI: 10.1053/j.jfas.2007.06.004.
30. Akkurt M.O., Demirkale I., Öznur A. Partial calcanectomy and Ilizarov external fixation may reduce amputation need in severe diabetic calcaneal ulcers // *Diabet. Foot Ankle.* 2017. Vol. 8, No 1. P. 1264699. DOI: 10.1080/2000625X.2017.1264699.
31. Ramanujam C.L., Zgonis T. An Overview of Internal and External Fixation Methods for the Diabetic Charcot Foot and Ankle // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2017. Vol. 34, No 1. P. 25-31. DOI: 10.1016/j.cpm.2016.07.004.
32. Kreulen C., Lian E., Giza E. Technique for Use of Trabecular Metal Spacers in Tibiotalocalcaneal Arthrodesis with Large Bony Defects // *Foot Ankle Int.* 2017. Vol. 38, No 1. P. 96-106. DOI: 10.1177/1071100716681743.
33. Masquelet A.C. Muscle reconstruction in reconstructive surgery: soft tissue repair and long bone reconstruction // *Langenbecks Arch. Surg.* 2003. Vol. 388, No 5. P. 344-346. DOI: 10.1007/s00423-003-0379-1.
34. Masquelet A.C. La Technique de la membrane induite. Montpellier: Sauramps Medica. 2020. 231 p.
35. Reconstruction des os longs par membrane induite et autogreffe spongieuse / A.C. Masquelet, F. Fitoussi, T. Begue, G.P. Muller // *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 2000. Vol. 45, No 3. P. 346-353.
36. Комбинированное применение несвободной костной пластики по Илизарову и техники Masquelet при реабилитации пациентов с приобретенными костными дефектами и ложными суставами / Д.Ю. Борзунов, Д.С. Моховиков, С.Н. Колчин, Е.Н. Горбач // *Гений ортопедии.* 2020. Т. 26, № 4. С. 532-538. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-4-532-538.
37. Masquelet A.C., Begue T. The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects // *Orthop. Clin. North Am.* 2010. Vol. 41, No 1. P. 27-37. DOI: 10.1016/j.ocl.2009.07.011.
38. Mak M.F., Stern R., Assal M. Masquelet technique for midfoot reconstruction following osteomyelitis in Charcot diabetic neuropathy: a case report // *JBJS Case Connect.* 2015. Vol. 5, No 2. P. e28. DOI: 10.2106/JBJS.CC.N.00112.
39. Nonvirally engineered porcine adipose tissue-derived stem cells: use in posterior spinal fusion / D. Sheyn, G. Pelled, Y. Zilberman, F. Talasazan, J.M. Frank, D. Gazit, Z. Gazit // *Stem Cells.* 2008. Vol. 26, No 4. P. 1056-1064. DOI: 10.1634/stemcells.2007-0858.
40. Sanders L., Frykberg R. Diabetic neuropathic osteoarthropathy: The Charcot foot // *The high risk foot in diabetes mellitus* / Frykberg R.G., editor. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1991. P. 325-333.
41. Chantelau E.A., Grütner G. Is the Eichenholtz classification still valid for the diabetic Charcot foot? // *Swiss Med. Wkly.* 2014. Vol. 144. P. w13948. DOI: 10.4414/smw.2014.13948.
42. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом : клинические рекомендации, 9-й выпуск (дополненный) / под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова // *Сахарный диабет.* 2019. № 22 (S1) [Приложение]. 212 с.
43. Eichenholtz S.N. Charcot joints. Springfield, IL, USA: Charles C. Thomas. 1966.
44. Wagner F.W. Jr. The dysvascular foot: a system for diagnosis and treatment // *Foot Ankle.* 1981. Vol. 2, No 2. P. 64-122. DOI: 10.1177/107110078100200202.
45. 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 / C.W. Hicks, J.K. Canner, H. Karagozlu, N. Mathioudakis, R.L. Sherman, J.H. Black 3rd, C.J. Abularrage // *J. Vasc. Surg.* 2018. Vol. 67, No 5. P. 1455-1462. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.08.090.
46. Obolenskiy V.N., Protsko V.G., Komelyagina E.Y. Classification of diabetic foot (revisited article) // *Wound Med. Elsevier GmbH.* 2017. Vol. 18. P. 1-7.
47. Комбинированные костнопластические вмешательства при реабилитации пациентов с врожденным ложным суставом костей голени / Д.Ю. Борзунов, Е.Н. Горбач, Д.С. Моховиков, С.Н. Колчин // *Гений ортопедии.* 2019. Т. 25, No 3. С. 304-311. DOI 10.18019/1028-4427-2019-25-3-304-311.
48. Management of segmental defects by the Ilizarov intercalary bone transport method / S.A. Green, J.M. Jackson, D.M. Wall, H. Marinow, J. Ishkanian // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1992. No 280. P. 136-142.
49. Does the induced membrane have antibacterial properties? An experimental rat model of a chronic infected nonunion / S. Roukoz, G. El Khoury, E. Saghbini, I. Saliba, A. Khazzaka, M. Rizkallah // *Int. Orthop.* 2020. Vol. 44, No 2. P. 391-398. DOI: 10.1007/s00264-019-04453-4.

Статья поступила в редакцию 15.04.2022; одобрена после рецензирования 19.05.2022; принята к публикации 23.05.2022.

The article was submitted 15.04.2022; approved after reviewing 19.05.2022; accepted for publication 23.05.2022.

Информация об авторах:

1. Станислав Александрович Оснач – stas-osnach@yandex.ru;
2. Владимир Николаевич Оболенский – кандидат медицинских наук, gkb13@mail.ru;
3. Виктор Геннадьевич Протско – доктор медицинских наук, 89035586679@mail.ru;
4. Дмитрий Юрьевич Борзунов – доктор медицинских наук, borzunov@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3720-5467>;
5. Николай Васильевич Загородний – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН;
6. Саргон Константинович Тамоев.

Information about the authors:

1. Stanislav A. Osnach – M.D., stas-osnach@yandex.ru;
2. Vladimir N. Obolensky – Candidate of Medical Sciences, gkb13@mail.ru;
3. Victor G. Protsko – Doctor of Medical Sciences, 89035586679@mail.ru;
4. Dmitry Yu. Borzunov – Doctor of Medical Sciences, borzunov@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3720-5467>;
5. Nikolay V. Zagorodniy – Doctor of Medical Sciences;
6. Sargon K. Tamoev – M.D.