

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Prandoni P., Bilora F., Marchiori A., Bernardi E., Petrobelli F., Lensing A.W., Prins M.H., Girolami A. An association between atherosclerosis and venous thrombosis. N Engl J Med. 2003 Apr 10; 348(15): 1435–1441.
2. Marston B. Venous disease in diabetic: Incidence, impact and intervention. 2011 Vascular Annual Meeting. Chicago. SVS Postgraduate Course 2011. www.vascularweb/downloads.
3. Васютков В.Я., Проценко Н.В. Трофические язвы стопы и голени. М.: Медицина, 1993. 160 с. [Vasyutkov V.Ya., Protsenko N.V. Trophic ulcers of the foot and lower leg = Vasyutkov V.Ya., Protsenko N.V. Troficheskiye yazyvy stopy i goleni. M.: Meditsina, 1993. 160 s. (In Russ).].
4. Яблоков Е.Г., Кириенко А.И., Богачев В.Ю. Хроническая венозная недостаточность. М.: Медицина, 1999. 126 с. [Yablokov EG, Kirienko A.I., Bogachev V.Yu. Chronic venous insufficiency = Yablokov Ye.G., Kiriyeenko A.I., Bogachev V.YU. Khronicheskaya vnoznoyaya nedostatochnost'. M.: Meditsina, 1999. 126 s. (In Russ).].
5. Васютков В.Я. Венозные трофические язвы нижних конечностей. Современное состояние вопроса. РМЖ. Хирургия (спец. вып.). 1999; 7(13): 616–620 [Vasyutkov V.Ya. Venous trophic ulcers of the lower extremities = Vasyutkov V.Ya. Venozyne troficheskiye yazyvy nizhnikh konechnostey. Sovremennoye sostoyaniye voprosa. RMZH. Khirurgiya (spets. vyp.). 1999; 7(13): 616–620 ((In Russ).].
6. Любарский М.С., Шевела А.И. Методы диагностики и оценки эффективности лечения лимфедемы, лимфовенозной патологии и трофических язв. Рос. мед. вести. 2004; 3: 69–70 [Lyubarskiy MS, Shevela A.I. Methods of diagnosis and evaluation of the effectiveness of treatment of lymphedema, lymphovenous pathology and trophic ulcers = Lyubarskiy M.S., Shevela A.I. Metody diagnostiki i otsenki effektivnosti lecheniya limfedemy, limfovnoy patologii i troficheskikh yavz. Ros. med. vesti. 2004; 3: 69–70 (In Russ).].
7. Савельев В.С., Гологорский В.А., Кириенко А.И. и др. Флебология. Руководство для врачей / Под ред. В.С. Савельева. М.: Медицина, 2001. 664 с. [Saveliev V.S., Gologorskiy V.A., Kirienko A.I. et al. Phlebology. Guide for doctors = Savel'yev V.S., Gologorskiy V.A., Kiriyeenko A.I. i dr. Flebologiya. Rukovodstvo dlya vrachey / Pod red. V.S. Savel'yeva. M.: Meditsina, 2001. 664 s. (In Russ).].
8. Эндокринология. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. / М.И. Балаболкин. М.: Универсум паблишинг, 1998. 582 с. [Endocrinology. Textbook. 2nd ed., Upd. and add. / M.I. Balabolkin = Endokrinologiya. Uchebnik. 2-ye izd., pererab. i dop. / M.I. Balabolkin. M.: Universum publishing, 1998. 582 s. (In Russ).].
9. Гриншпун М.Н., Мазовецкий А.Г., Галенок В.А. и др. Клиническое значение определения гликозилированных гемоглобинов у больных сахарным диабетом. Проблемы эндокринологии. 1983; 6: 80–85 [Grinshpun M.N., Mazovetskiy A.G., Galenok V.A. et al. The clinical significance of the determination of glycated hemoglobins in patients with diabetes mellitus = Grinshpun M.N., Mazovetskiy A.G., Galenok V.A. i dr. Klinicheskoye znachenie opredeleniya glikozilirovannykh gemoglobinov u bol'nykh sakharnym diabetom. Problemy endokrinologii. 1983; 6: 80–85 (In Russ).].
10. Долгов В.В., Свиринов П.В. Лабораторная диагностика нарушений гемостаза. М.: Триада, 2005. 227 с. [Dolgov V.V., Svirin P.V. Laboratory diagnosis of hemostatic disorders = Dolgov V.V., Svirin P.V. Laboratornaya diagnostika narusheniy gemostaza. M.: Triada, 2005. 227 s. (In Russ).].

11. Цуканов Ю.Т., Цуканов А.Ю., Щеглов А.Ю., Мозговой С.И. Патоморфологические аспекты варикозного поражения вен нижней половины туловища. Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. 2006; 3: 50–61. (Серия 11) [Tsukanov Yu.T., Tsukanov A.Yu., Scheglov A.Yu., Mozgovoy S.I. Pathological aspects of varicose veins of the lower half of the body = Tsukanov YU.T., Tsukanov A.YU., Shcheglov A.YU., Mozgovoy S.I. Patomorfologicheskiye aspekty varikoznogo porazheniya ven nizhney poloviny tulovishcha. Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2006; 3: 50–61. (Seriya 11) (In Russ).].
12. Юшков П.В., Опаленов К.В. Морфогенез микроангиопатий при сахарном диабете. Сахарный диабет. 2001; 1: 53–56 [Yushkov P.V., Opalenov K.V. Morphogenesis of microangiopathy in diabetes mellitus = Yushkov P.V., Opalenov K.V. Morfogenez mikroangiopatii pri sakharnom diabete. Sakharnyy diabet. 2001; 1: 53–56 (In Russ).].
13. Evans CJ1, Fowkes FG, Ruckley CV, Lee AJ. Prevalence of varicose veins and chronic venous insufficiency in men and women in the general population: Edinburgh Vein Study. J Epidemiol Community Health. 1999 Mar; 53(3): 149–153.
14. Sansilvestri-Morel P, Rupin A, Kern P, et al. Imbalance in the synthesis of collagen type I and collagen type 3 in smooth muscle cells derived from human varicose veins. J Vasc Res. 2001; 38: 560–568.
15. Williamson JR1, Ostrow E, Eades D, Chang K, Allison W, Kilo C, Sherman WR. Glucose-induced microvascular functional changes in nondiabetic rats are stereospecific and are prevented by an aldose reductase inhibitor. J Clin Invest. 1990 Apr; 85(4): 1167–1172.

Пяточно-большеберцовый артродез в хирургической тактике лечения стопы Шарко с поражением голеностопного сустава

В. Н. Оболенский^{1,2}, В. Г. Процко^{3,4}

¹ГБУЗ «Городская клиническая больница № 13 ДЗМ»
Россия, 115280, Москва, ул. Велозаводская, д. 1/1

²ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» Минздрава России
Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1

³ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С. С. Юдина ДЗМ»
Россия, 115446, Москва, Коломенский проезд, д. 4

⁴ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России
Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8

Контактное лицо: Владимир Николаевич Оболенский, gkb13@mail.ru

Цель исследования: оценить эффективность и безопасность различных видов пяточно-большеберцового артродеза в лечении пациентов со стопой Шарко на фоне сахарного диабета с поражением голеностопного сустава в зависимости от распространенности и стадии патологического процесса.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ результатов лечения 16 пациентов с синдромом диабетической стопы с остеоартропатией (стопа Шарко) в стадии гнойных осложнений с локализацией патологического процесса в костях, составляющих голеностопный и подтаранный суставы: 8 пациентам был выполнен пяточно-большеберцовый артродез с фиксацией в аппарате наружной фиксации и 8 больным – с внутренней фиксацией канюлированными винтами. Период послеоперационного наблюдения составил более 1 [1–3] года.

Результаты исследования. В ранние сроки (до 1 месяца с момента операции) осложнений выявлено не было. Осложнения в более поздние сроки развились у 4 (25,0 %) больных: у 3 (37,5 %) с внутренней фиксацией и у 1 (12,5 %) – с внешней.

Заключение. На наш взгляд, при выборе тактики фиксации стопы при пяточно-большеберцовом артродезе группами риска следует считать стадию D по классификации Rogers и стадию 3 по классификации Wagner. После резекции костей у таких больных предпочтительнее внешняя фиксация. В остальных стадиях целесообразна внутренняя фиксация, так как при ней отмечается более высокое качество жизни пациентов и сокращаются сроки реабилитации.

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, стопа Шарко, диабетическая остеоартропатия, пяточно-большеберцовый артродез.

Для цитирования: Оболенский В. Н., Процко В. Г. Пяточно-большеберцовый артродез в хирургической тактике лечения стопы Шарко с поражением голеностопного сустава. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2019; 6 (1): 13–24.

DOI: 10.25199/2408-9613-2018-6-1-13-24.

Tibiocalcaneal arthrodesis as a surgical option for Charcot ankle deformity

V. N. Obolenskiy^{1,2}, V. G. Protsko^{3,4}

¹SBHI “City clinical hospital 13 MCHD”
1/1 Velozavodskaya Str., Moscow, 115280, Russia

²Pirogov Russian National Research Medical University
1 Ostrovityanova Str., Moscow, 117997, Russia

³SBHI “S. S. Yudin City clinical hospital MCHD”
4 Kolomenskiy P., Moscow, 115446, Russia

⁴FSGAO of HE “Peoples’ Friendship University of Russia” Ministry of Education and Science of Russia
8 Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russia

Object. To assess the effectivity and safety of different tibiocalcaneal arthrodesis types in treatment of patients with Charcot ankle deformity depending on disease severity.

Materials and methods. We have analyzed the outcomes after treatment of 16 patients with diabetic neuropathic ankle arthropathy (Charcot ankle) at the stage of septic complications in bones of ankle and subtalar joints. The observation period was more than 1 [1–3] year. Ilizarov fixator for TCA was used in 8 cases; internal fixation with cannulated screws was applied in 8 cases.

Results. In the early periods (up to 1 month from the operation) no complications were revealed. Complications in later terms developed in 4 patients: three with internal fixation and one with external.

Conclusion. In our opinion, when choosing foot fixation tactics for heel-tibial arthrodesis, risk groups should be considered stage D according to Rogers classification and stage 3 according to Wagner classification, and after resection of bones in these patients external fixation is preferable. In the remaining stages, internal fixation is advisable because of the patient's higher quality of life and shortening of the rehabilitation period.

Key words: diabetic foot syndrome, Charkot ankle, diabetic osteoarthropathy, tibiocalcaneal arthrodesis.

For citation: Obolenskiy V. N., Protosko V. G. Tibiocalcaneal arthrodesis as a surgical option for Charcot ankle deformity. Wounds and Wound Infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2019; 6 (1): 13–24.

Введение

Нестабильная стопа Шарко остается проблемой даже для самого опытного хирурга. Реконструктивное хирургическое лечение стопы Шарко — это идеальный вариант лечения для пациента с тяжелой формой костно-мышечной деформации. Часто неустойчивый характер этой деформации препятствует успешному использованию лечебной обуви или ортезов, поэтому реконструктивная хирургия для таких больных — подчас единственный способ избежать ампутации. С помощью выверенной хирургической техники, при соответствующей послеоперационной помощи и тщательном соблюдении пациентом рекомендаций врача может быть сохранена функционально пригодная конечность [1–5].

Выраженная деформация и нестабильность стопы, наличие длительно существующих или рецидивирующих язв стопы, остеомиелит и болевой синдром являются показаниями к хирургическому лечению диабетической остеоартропатии (стопы Шарко). Предоперационная подготовка должна включать в себя исследование и коррекцию сосудистого статуса конечности, компенсацию гипергликемии, коррекцию уровня кальция и витамина D, отказ от табакокурения [6, 7].

Пяточно-большеберцовый артродез становится все более популярным в реконструктивной хирургии стопы Шарко с поражением голеностопного и подтаранного суставов [8].

В зависимости от степени и локализации костно-деструктивных изменений оперативное пособие может заключаться в резекции суставных поверхностей большеберцовой, таранной и пяточной костей или в удалении таранной кости; артродез может быть только в голеностопном или только в подтаранном суставе или может фиксировать оба сустава [9].

Для механической фиксации костей после их резекции используются как внутренние имплантаты, так и внешние устройства: винты, пластины, гвозди, аппараты внешней фиксации [8, 10–14].

Большое количество научных работ предыдущих десятилетий посвящено внутренней фиксации [15–21], в том числе и применению «суперконструкций»

[22] с последующей длительной иммобилизацией конечности; при этом сами авторы отмечают высокий уровень осложнений — рецидивы язв, несращения, потерю коррекции и т. д.

Другие же исследователи настаивают на использовании только внешней фиксации при пяточно-большеберцовом артродезе у пациентов со стопой Шарко. Внешние фиксаторы эффективно используются для различных травматических, врожденных и нервно-мышечных повреждений нижней конечности на протяжении многих десятилетий. Внешняя фиксация может решить уникальные проблемы стопы Шарко, включая остеопороз, остеомиелит, заживление ран, избыточный вес и проблемы соблюдения режима разгрузки. Многие авторы на основании собственного опыта отказались от других методов в пользу внешней фиксации для большинства инфицированных и неинфицированных деформаций стопы Шарко и голеностопного сустава [23–31]. Высокие показатели инфицирования при внутренней фиксации и улучшение внешних устройств заставили хирургов рассматривать внешнюю фиксацию как жизнеспособную альтернативу для одномоментной коррекции конечности с недавними или текущими изъязвлениями; для ревизии или спасения ранее реконструированных конечностей и лечения переломов при артропатии Шарко с тяжелой периферической нейропатией [32].

Ряд авторов предпочитают комбинацию внутренней и внешней фиксации, то есть гибридный вариант [33–35].

Очевидно, выбор вида фиксации должен зависеть от наличия и объема инфекционного процесса, выраженности остеопороза, качества кости, показателя индекса массы тела, комплаентности пациента [6, 36, 37]. Однако единого мнения среди экспертов до сих пор нет.

Цель исследования — оценить эффективность и безопасность различных видов пяточно-большеберцового артродеза в лечении пациентов со стопой Шарко на фоне сахарного диабета (СД) с поражением голеностопного сустава в зависимости от распространенности и стадии патологического процесса.

Материалы и методы исследования

Проведен анализ результатов лечения 16 больных синдромом диабетической стопы (СДС) с остеоартропатией (стопа Шарко) в стадии гнойных осложнений и локализацией патологического процесса в костях, составляющих голеностопный и подтаранный суставы. Все пациенты были пролечены в отделении гнойной хирургии ГБУЗ ГКБ № 13 ДЗМ с 2014 по 2016 год; период отдаленного наблюдения составил более 1 [1–3] года. Мужчин было 14 (87,5 %), женщин — 2 (12,5 %); средний возраст — 45,3 (32–69) лет; СД 2 типа диагностирован у 14 пациентов, 1 типа — у двух человек. Средняя длительность СД составила 8,2 года, стопы Шарко — 1,3 года, гнойных осложнений — 24,7 суток.

При наличии инфицированной язвы стопы и остеомиелита костей стопы оперативное лечение проводили в два этапа: первый — ликвидация очага острого гнойно-воспалительного процесса (иссечение язвы, остеонекрэктомия) с последующей полной разгрузкой стопы; второй (после заживления операционной раны) — большеберцово-пяточный артродез.

При наличии хронической язвы на стопе без признаков перифокального воспаления и остеомиелита иссечение язвенного дефекта и пяточно-большеберцовый артродез проводили в один этап.

Иссечение язвенного дефекта выполняли с учетом варианта последующего закрытия раны, для чего при необходимости формировали полнослойные мягкотканые лоскуты (трапециевидные или ротируемые).

Далее под спинальной анестезией и с наложением на уровне средней трети голени жгута производили клиновидную резекцию костей латеральным и медиальным доступами осцилляторной пилой с резекцией обеих лодыжек (при лизисе таранной кости остатки последней удаляли); обязательно резецировали все имеющиеся в ране суставные поверхности.

Затем проводили временную фиксацию стопы под контролем электронно-оптического преобразователя (С-дуга) в физиологическом положении тремя спицами Киришнера, проведенными через пятку. После снятия жгута и выполнения гемостаза полость раны заполняли импрегнированной гентамицином коллагеновой губкой (продолгованная локальная антибактериальная терапия, ПЛАТ [38]), накладывали первичные швы по Донати без дренажа.

При выборе тактики внутренней фиксации спицы Киришнера использовали как направляющие для расщепления и проведения канюлированных винтов. После рентген-контроля накладывали асептическую повязку, эластичный бинт средней растяжимости и заднюю гипсовую лонгету (или индивидуальную съемную иммобилизирующую повязку Total Contact Cast).

При выборе внешней фиксации на конечность, фиксированную тремя спицами, накладывали аппарат Илизарова из трех опор с проведением пар спиц

в средней и нижней трети голени, трех спиц через пяточную кость, одной-двух через таранную (при ее наличии) и двух-трех спиц — через плюсневые кости. После рентген-контроля создавали компрессию и накладывали асептическую повязку.

Средняя длительность системной антибактериальной терапии у всех больных была равна 10,1 [7–21] суток.

Режим разгрузки при внутренней фиксации составлял 2–3 месяца в гипсовой лонгете (или индивидуальной съемной иммобилизирующей повязке), затем 3–4 месяца в разгрузочном ортезе — сапожок Diab (Optima Molliter, Италия) [39].

При внешней фиксации демонтаж аппарата Илизарова производили через 4 месяца и в течение 2-х месяцев рекомендовали ношение аналогичного разгрузочного ортеза.

Всего 8 (50,0 %) пациентам был выполнен пяточно-большеберцовый артродез с фиксацией в аппарате наружной фиксации и 8 (50,0 %) больным — с внутренней фиксацией канюлированными винтами.

Результаты исследования

Все больные были распределены в соответствии с предложенной ранее комбинированной классификацией SERW (анатомия, патофизиология, деформация и глубина поражения тканей — Sanders L. & Frykberg R., 1991; Eichenholtz S. N., 1966; Rogers L. C., 2012 и Wagner F. W., 1979) — табл. 1 [40].

В ранние сроки (до 1 месяца с момента операции) осложнений выявлено не было. Осложнения в более поздние сроки развились в целом у 4 (25,0 %) больных: из них у 3 (37,5 %) с внутренней фиксацией и у 1 (12,5 %) — с внешней.

У одного пациента с морбидным ожирением (ИМТ = 44 кг/м²), комбинированным поражением и остеомиелитом 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 имплантатов и использование индивидуальной съемной иммобилизирующей повязки не позволило справиться с гнойно-воспалительным процессом, и случай закончился ампутацией на уровне верхней трети голени.

Еще у двух пациентов с внутренней фиксацией через 9 и 13 месяцев отмечено образование свищей и септическая нестабильность имплантатов, последние были удалены с расщеплением каналов и пломбировкой импрегнированной гентамицином коллагеновой губкой без потери коррекции стопы и без рецидивов в сроки до 1 года. У одного пациента также был отмечен случай несращения и нестабильности через 9 месяцев, что потребовало наружной фиксации.



Рис. 1. Пациент Б., 34 года, СД тип 1, ИМТ = 32 кг/м², стопа Шарко S3-4-5-E1-RC-W2VR
a, b, c, d – рентгенограммы и внешний вид левой стопы и голеностопного сустава при поступлении;
e – этап оперативного вмешательства (произведена резекция костей, стопа временно фиксирована тремя спицами Киршнера);
f, g – вид конечности и рентгенограмма артродеза в аппарате Илизарова;
h, i, j – вид конечности и рентгенограмма после демонтажа аппарата наружной фиксации, состоявшийся артродез
Fig. 1. Patient B., 34 years old, type 1 diabetes, BMI = 32 kg/m², Charcot's foot S3-4-5-E1-RC-W2VR:
a, b, c, d – radiographs and the appearance of the left foot and ankle at admission;
e – the stage of surgical intervention (resection of the bones was performed, and the foot was temporarily fixed with three Kirchner spokes);
f, g – view of the limb and radiograph of arthrodesis in Ilizarov external fixation device;
h, i, j – view of the limb and radiograph after dismantling the external fixation device, held arthrodesis

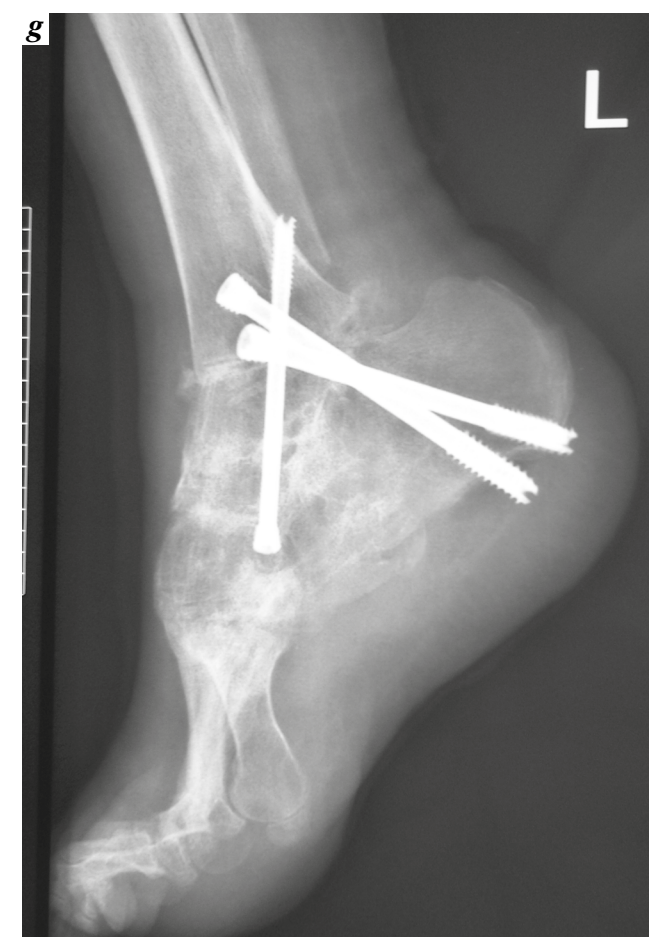




Рис. 2. Пациентка Ф., 36 лет, СД тип 2, ИМТ = 22 кг/м², стопа Шарко S3-4-5-E3-RD-W3VR:
а, б, с – внешний вид левой стопы и голеностопного сустава при поступлении, рентгенограмма до хирургического лечения;
д, е – вид конечности после первого этапа лечения (иссечения язвенного дефекта и остеонекрэктомии латерального отдела стопы);
ф – артродез (произведена резекция костей и стопа фиксируется тремя спицами, канюлированными винтами);
г, h, i – рентгенограммы и вид конечности в послеоперационном периоде;
j – образование в отдаленном периоде связанного с имплантатом свища в пяточной области;
к – рентгенограмма после удаления двух имплантатов, состоявший-ся артродез;
l – внешний вид левой стопы и голеностопного сустава через 3 месяца после окончания лечения – отсутствие признаков воспали-тельного процесса
Fig. 2. Patient F., 36 years old, type 2 diabetes, BMI = 22 kg/m², Charcot's foot S3-4-5-E3-RD-W3VR:
a, b, c – the appearance of the left foot and ankle at admission, radiograph before surgical treatment;
d, e – type of limb after the first stage of treatment (excision of the ulcer and osteonecrectomy of the lateral part of the foot);
f – arthrodesis (resection of bones and foot made by three needles, cannulated screws);
g, h, i – radiographs and the type of limb in the postoperative period;
j – formation in the remote period of the fistula associated with the implant in the heel region;
k – radiograph after removal of two implants, held arthrodesis;
l – the appearance of the left foot and ankle joint 3 months after the end of treatment – no signs of inflammation

развития изъязвлений и остеомиелита: развитие инфекционных осложнений, повлекших за собой ампу-тацию на уровне голени, отмечено лишь у 2 (4,44 %) больных [45].
Но влияет ли стадия патофизиологического про-цесса по классификации Eichenholtz на результат хи-рургического лечения стопы Шарко? В исследовании S. R. Sundararajan на 33 пациентах такой корреляции

Таблица 1. Распределение пациентов и выявленных осложнений по классификации SERW
Table 1. The distribution of patients and identified complications according to the SERW classification

Классификация, стадия Classification, stage	Количество пациентов Patients quantity	Количество осложнений, % Complications quantity
Локализация патологического процесса Localization of the pathological process		
Sanders 3-4: суставы предплюсны и голеностопный сустав Sanders 3-4: tarsal and ankle joints	4	1 (25,0)
Sanders : голеностопный сустав Sanders: ankle joints	5	1 (20,0)
Sanders 4-5: голеностопный и подтаранный суставы Sanders 4-5: ankle and subtalar joints	1	0
Sanders 3-4-5: комбинированное поражение Sanders 3-4-5: combined lesion	6	2 (33,3)
Стадия патологического процесса Stage of the pathological process		
Eichenholtz 1: стадия фрагментации / fragmentation stage	10	3 (30,0)
Eichenholtz 2: стадия сращения / fusion stage	4	0
Eichenholtz 3: стадия консолидации / consolidation stage	2	1 (50,0)
Деформация* и осложнения Deformity* and complications		
Rogers C: Шарко с деформацией и раной / Charcot with deformation and wound (VR)	4	0
Rogers D: Шарко с остеомиелитом / Charcot with osteomyelitis (VR – 9, VL – 2, QU – 1)	12	4 (33,3)
Глубина поражения тканей Depth of tissue damage		
Wagner 2: глубокая инфицированная язва без вовлечения кости / deep infected ulcer without bone involvement	4	0
Wagner 3: глубокая инфицированная язва с остеомиелитом / deep infected ulcer with osteomyelitis	12	4 (33,3)

*Вид деформации стопы: VR – варус, VL – вальгус, QU – эквинус, PP – «пресс-папье».
Type of foot deformity: VR – varus, VL – valgus, QU – equinus, PP – “paperweight”.

У одного больного с внешней фиксацией через 12 месяцев был выявлен спицевой остеомиелит в средней трети голени; произведена секвестрэктомия без реци-дивов в дальнейшем (отдаленный период наблюдения к моменту написания статьи составляет 1,5 года).

Иллюстрацией описываемого в исследовании под-хода могут служить представленные ниже клиниче-ские наблюдения (рис. 1, 2).

Обсуждение

При использовании интрамедуллярного гвоздя С. Kappler (2014) отметил 10,2 % случаев реинфекции (из 49 пациентов) [10]. С. Saravaggi (2006) – перелом вин-тов в 21,4 % случаев и в 7,2 % – послеоперационный остеомиелит, потребовавший ампутации конечности (из 14 пациентов) [41].

S. Ettinger с соавт. (2016) провел анализ результатов лечения 58 пациентов, из которых у 39 был выполнен

пяточно-большеберцовый артродез с внутренней фиксацией и у 19 – с наружной фиксацией; период наблюдения составил 31,3 [12–57] месяца; различий в результатах лечения авторы не выявили. Трех паци-ентам была произведена ампутация, у всех остальных потребовались повторные вмешательства [42].

Исследование J. Richman (2017) на 27 пациентах (16 – интрамедуллярный гвоздь и 11 – аппарат внешней фиксации) продемонстрировало лучшие результа-ты в группе внешней фиксации. К такому же выводу пришел Р. Dayton с соавт. (2015), проведя метаанализ 23 исследований на 616 пациентах (12 (275 пациентов) – внутренняя фиксация и 11 (341 пациент) – внешняя фиксация) с высокой статистической достоверностью, $p < 0,5$ [43, 44].

С. Saravaggi (2012) сообщал о результатах лечения 45 пациентов со стопой Шарко в стадиях сращения и консолидации (по классификации Eichenholtz) и до

Таблица 2. Обзор литературных данных о количестве осложнений и рецидивов при различных хирургических тактиках
Table 2. Review of literature data on the number of complications and recurrences in various surgical tactics

Автор, год Author, year	Дизайн исследования Study design	Характеристика пациентов, хирургическая тактика Characteristics of patients, surgical tactics	Результаты Results
Caravaggi (2006)	Серия клинических наблюдений A series of clinical cases	N = 14 пациентов Пяточно-большеберцовый артродез интрамедуллярным гвоздем N = 14 patients Calcaneo-tibial arthrodesis with an intramedullary nail	Перелом блокирующих винтов, удаление — несрашение: 3/14 (21,4 %) Реинфекция — ампутация: 1/14 (7,2 %) Fracture of locking screws, removal - nonunion: 3/14 (21.4 %) Reinfection — amputation: 1/14 (7.2 %)
Fabrin (2007)	Серия клинических наблюдений A series of clinical cases	N = 11 пациентов (12 стоп) Пяточно-большеберцовый артродез (аппарат наружной фиксации — 6 недель, в ТСС — 6 недель) N = 11 patients (12 feet) Heel-tibial arthrodesis (external fixation device - 6 weeks, in TCC - 6 weeks)	Несрашения: 6/12 (50,0 %) Реинфекция — ампутация: 1/12 (8,0 %) Non-splicing: 6/12 (50.0 %) Reinfection — amputation: 1/12 (8.0 %)
Caravaggi (2012)	Серия клинических наблюдений A series of clinical cases	N = 43 пациента Пяточно-большеберцовый артродез N = 43 patients Calcaneo-tibial arthrodesis	Реинфекция — ампутация: 2/43 (4,4 %) Reinfection — amputation: 2/43 (4.4 %)
Kappler (2014)	Серия клинических наблюдений A series of clinical cases	N = 49 пациентов после излечения инфекции Пяточно-большеберцовый артродез интрамедуллярным гвоздем N = 49 patients after infection treatment Calcaneo-tibial arthrodesis with intramedullary nail	Реинфекция: 5/49 (10,2 %) Reinfection: 5/49 (10.2 %)
Volkering (2015)	Серия клинических наблюдений A series of clinical cases	N = 16 пациентов Гибридный пяточно-большеберцовый артродез N = 16 patients Hybrid calcaneo-tibial arthrodesis	Перелом большеберцовой кости: 3/16 (18,8 %) Реинфекция: 1/16 (6,3 %) Ампутация: 2/16 (12,5 %) Fracture of the tibia: 3/16 (18.8 %) Reinfection: 1/16 (6.3 %) Amputation: 2/16 (12.5 %)
Ettinger (2016)	Серия клинических наблюдений A series of clinical cases	N = 57 пациентов n1 = 38 пациентов: пяточно-большеберцовый артродез интрамедуллярным гвоздем n2 = 19 пациентов: пяточно-большеберцовый артродез в аппарате наружной фиксации N = 57 patients n1 = 38 patients: calcaneo-tibial arthrodesis with an intramedullary nail n2 = 19 patients: heel-tibial arthrodesis with the external fixation device	Ампутация: 3/57 (5,3 %) Amputation: 3/57 (5.3 %)
Richman (2017)	Серия клинических наблюдений A series of clinical cases Сравнительное исследование Comparative study	N = 27 пациентов n1 = 16 пациентов: пяточно-большеберцовый артродез интрамедуллярным гвоздем n2 = 11 пациентов: пяточно-большеберцовый артродез в аппарате наружной фиксации N = 27 patients n1 = 16 patients: calcaneo-tibial arthrodesis with an intramedullary nail n2 = 11 patients: heel-tibial arthrodesis with the external fixation device	n1 Реинфекция — удаление: 7/16 (43,8 %) Несрашения: 6/16 (37,5 %) Повторные операции: 11/16 (68,8 %) n2 Несрашения: 4/11 (36,4 %) Повторные операции: 1/11 (9,1 %) n1 Reinfection — removal: 7/16 (43.8 %) No fusion: 6/16 (37.5 %) Repeated operations: 11/16 (68.8 %) n2 No fusion: 4/11 (36.4 %) Repeated operations: 1/11 (9.1 %)
Sundarajan (2017)	Серия клинических наблюдений A series of clinical cases	N = 33 пациента Пяточно-большеберцовый артродез интрамедуллярным гвоздем ± пластина или винты N = 33 patients Calcaneo-tibial arthrodesis with an intramedullary nail ± plate or screws	Несрашения: 5/33 (15,2 %) No fusion: 5/33 (15.2 %)

Оболенский Obolenskiy (2017)	Серия клинических наблюдений A series of clinical cases Сравнительное исследование Comparative study	N = 16 пациентов n1 = 8 пациентов: пяточно-большеберцовый артродез интрамедуллярным гвоздем n2 = 8 пациентов: пяточно-большеберцовый артродез (аппарат наружной фиксации — 16–24 недели) N = 16 patients n1 = 8 patients: calcaneo-tibial arthrodesis with an intramedullary nail n2 = 8 patients: heel-tibial arthrodesis (external fixation device — 16–24 weeks)	n1 Реинфекция — удаление: 3/8 (37,5 %) Ампутация: 1/8 (12,5 %) Несрашения: 1/7 (14,3 %) Повторные операции: 3/8 (37,5 %) n2 Несрашения: 0/8 (0 %) Повторные операции: 1/8 (12,5 %) n1 Reinfection — removal: 3/8 (37.5 %) Amputation: 1/8 (12.5 %) No fusion: 1/7 (14.3 %) Repeated operations: 3/8 (37.5 %) n2 No fusion: 0/8 (0 %) Repeated operations: 1/8 (12.5 %)
---------------------------------	---	--	---

выявлено не было [46]. По нашим данным, три из четырех осложнений развились у больных, оперированных в стадии фрагментации, и лишь одно — в стадии консолидации, что в относительных цифрах составило 30,0 и 50,0 % соответственно.

Наш анализ также не выявил зависимости количества развившихся осложнений при различной хирургической тактике от локализации и распространенности патологического процесса по классификации Sanders & Frykberg. Наиболее ярко проявилась значимость классификаций Rogers и Wagner: все осложнения произошли на стадии RD (деформация стопы с наличием раны и остеомиелита) и на стадии W3 (наличие флегмоны, абсцесса или остеомиелита).

Сравнительный метаанализ данных литературных источников приведен в табл. 2.

Хирургическая реконструкция стопы Шарко сопровождается высоким уровнем инфекционных и неинфекционных осложнений, однако эта тактика позволяет сохранить до 90,0 % пораженных конечностей [6]. Внутренняя фиксация показана в случаях отсутствия признаков изъязвления или инфекции [42].

Кроме того, ее можно использовать на реконструктивном этапе после ликвидации инфекционного процесса или при возможности одномоментного радикального удаления инфицированных тканей.

Использование пролонгированной локальной антибактериальной терапии может снизить риск инфекций области хирургического вмешательства и позволить сократить длительность системной антибактериальной терапии, что также улучшает и экономические показатели — затраты на лечение данной категории больных.

Заключение

На наш взгляд, при выборе тактики фиксации стопы при пяточно-большеберцовом артродезе группами риска следует считать стадию D по классификации Rogers и стадию 3 по классификации Wagner, после резекции костей у таких больных предпочтительнее внешняя фиксация. В остальных стадиях целесообразна внутренняя фиксация для достижения более высокого качества жизни пациента и сокращения сроков реабилитации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Baravarian B., Van Gils C.C. Arthrodesis of the Charcot foot and ankle. Clin Podiatr Med Surg. 2004 Apr; 21(2): 271–289.

2. Ramanujam C.L., Stapleton J.J., Zgonis T. Diabetic charcot neuroarthropathy of the foot and ankle with osteomyelitis. Clin Podiatr Med Surg. 2014 Oct; 31(4): 487–492. doi: 10.1016/j.cpm.2013.12.001.

3. Simon S.R., Tejwani S.G., Wilson D.L., Santner T.J., Denniston N.L. Arthrodesis as an early alternative to nonoperative management of Charcot arthropathy of the diabetic foot. J Bone Joint Surg Am. 2000; 82-A: 939–950.

4. Mittlmeier T., Klaue K., Haar P., Beck M. Should one consider primary surgical reconstruction in Charcot arthropathy of the feet? Clin Orthop Relat Res. 2010; 468: 1002–1011.

5. Hartig N., Krenn S., Trnka H.J. Surgical treatment of the Charcot foot: long-term results and systematic review. Orthopade. 2015 Jan; 44(1): 14–24. doi: 10.1007/s00132-014-3058-8 [Article in German].

6. Wukich D.K., Raspovic K.M., Hobizal K.B., Sadoskas D. Surgical management of Charcot neuroarthropathy of the ankle and hindfoot in patients with diabetes. Diabetes Metab Res Rev. 2016 Jan; 32(Suppl 1): 292–296. doi: 10.1002/dmrr.2748.

7. Dalla Paola L., Faglia E. Treatment of diabetic foot ulcer: an overview strategies for clinical approach. Curr Diabetes Rev. 2006 Nov; 2(4): 431–447.

8. Klaue K., Zwipp H., Mittlmeier T., Espinosa N. Internal circular arc osteosynthesis of tibiotalocalcaneal arthrodesis. Unfallchirurg. 2016 Oct; 119(10): 885–889. doi: 10.1007/s00113-016-0210-4. [Article in German].

9. Stapleton J.J., Zgonis T. Concomitant osteomyelitis and avascular necrosis of the talus

treated with talectomy and tibiocalcaneal arthrodesis. Clin Podiatr Med Surg. 2013 Apr; 30(2): 251–256. doi: 10.1016/j.cpm.2013.01.001.

10. Burns P.R., Wukich D.K. Surgical reconstruction of the Charcot rearfoot and ankle. Clin Podiatr Med Surg. 2008 Jan; 25(1): 95–120, vii–viii. doi: 10.1016/j.cpm.2007.10.008.

11. Kappeler C., Staubach R., Abdulazim A., Kemmerer M., Walter G., Hoffmann R. Hind-foot arthrodesis for post-infectious ankle destruction using an intramedullary retrograde hindfoot nail. Unfallchirurg. 2014 Apr; 117(4): 348–354. doi: 10.1007/s00113-012-2341-6. [Article in German].

12. Franceschi F., Franceschetti E., Torre G., Pappalia R., Samuelsson K., Karlsson J., Denaro V. Tibiototalcalcaneal arthrodesis using an intramedullary nail: a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016 Apr; 24(4): 1316–1325. doi: 10.1007/s00167-015-3548-1. Epub 2015 Feb 26.

13. Cinar M., Derincek A., Akpinar S. Tibiocalcaneal arthrodesis with posterior blade plate in diabetic neuroarthropathy. Foot Ankle Int. 2010 Jun; 31(6): 511–516. doi: 10.3113/FAI.2010.0511.

14. Stapleton J.J., Zgonis T. Surgical reconstruction of the diabetic Charcot foot: internal, external or combined fixation? Clin Podiatr Med Surg. 2012 Jul; 29(3): 425–433. doi: 10.1016/j.cpm.2012.04.003. Epub 2012 May 18.

15. 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; 75: 1056–1066.

16. Pakarinen T.K., Laine H.J., Honkonen S.E., Peltonen J., Oksala H., Lahtela J. Charcot arthropathy of the diabetic foot. Current concepts and review of 36 cases. Scand J Surg. 2002; 91: 195–201.

17. Stone N.C., Daniels T.R. Midfoot and hind-foot arthrodesis in diabetic Charcot arthropathy. Can J Surg. 2000; 43: 449–455.

18. Pinzur M. Surgical versus accommodative treatment for Charcot arthropathy of the mid-foot. Foot Ankle Int. 2004; 25: 545–549.

19. Garapati R., Weinfeld S.B. Complex reconstruction of the diabetic foot and ankle. Am J Surg. 2004; 187(5A): 81S–86S.

20. Jani M.M., Ricci W.M., Borrelli J., Jr., Barrett S.E., Johnson J.E. A protocol for treatment of unstable ankle fractures using transarticular fixation in patients with diabetes mellitus and loss of protective sensibility. Foot Ankle Int. 2003; 24: 838–844.

21. Perry M.D., Taranow W.S., Manoli A., 2nd, Carr J.B. Salvage of failed neuropathic ankle fractures: use of large-fragment fibular plating and multiple syndesmotic screws. J Surg Orthop Adv. 2005; 14: 85–91.

22. 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; 91: 812–820.

23. Cooper P.S. Application of external fixators for management of Charcot deformities of the foot and ankle. Foot Ankle Clin. 2002 Mar; 7(1): 207–254.

24. Wang J.C. Use of external fixation in the reconstruction of the Charcot foot and ankle. Clin Podiatr Med Surg. 2003 Jan; 20(1): 97–117.

25. 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 Jun; 6(2): 102–107.

26. Dalla Paola L., Brocco E., Ceccacci T., Ninkovic S., Sorgentone S., Marinescu M.G., Volpe A. Limb salvage in Charcot foot and ankle osteomyelitis: combined use single stage/double stage of arthrodesis and external fixation. Foot Ankle Int. 2009 Nov; 30(11): 1065–1070. doi: 10.3113/FAI.2009.1065.

27. Pinzur M.S. Neutral ring fixation for high-risk nonplantigrade Charcot midfoot deformity. Foot Ankle Int. 2007; 28: 961–966.

28. Farber D.C., Juliano P.J., Cavanagh P.R., Ulbrecht J., Caputo G. Single stage correction with external fixation of the ulcerated foot in individuals with Charcot neuroarthropathy. Foot Ankle Int. 2002; 23: 130–134.

29. Wukich D.K., Belczyk R.J., Burns P.R., Frykberg R.G. Complications encountered with circular ring fixation in persons with diabetes mellitus. Foot Ankle Int. 2008; 29: 994–1000.

30. Bevilacqua N.J., Rogers L.C. Surgical management of Charcot midfoot deformities. Clin Podiatr Med Surg. 2008; 25: 81–94, vii.

31. Rogers L.C., Bevilacqua N.J., Frykberg R.G., Armstrong D.G. Predictors of postoperative complications of Ilizarov external ring fixators in the foot and ankle. J Foot Ankle Surg. 2007; 46: 372–375.

32. Herbst S.A. External fixation of Charcot arthropathy. Foot Ankle Clin. 2004 Sep; 9(3): 595–609, x.

33. LaPorta G.A., Nasser E.M., Mulhern J.L. Tibiocalcaneal arthrodesis in the high-risk foot. J Foot Ankle Surg. 2014 Nov-Dec; 53(6): 774–786. doi: 10.1053/j.jfas.2014.06.027. Epub 2014 Aug 22.

34. Kriegelstein S., Volkerling C., Altenberger S., Kessler S., Walther M. Management of midfoot instability in Charcot foot with the ring fixator: Use of a hybrid technique with internal and external stabilization. Oper Orthop Traumatol. 2015 Apr; 27(2): 129–138. doi: 10.1007/s00064-014-0337-9. Epub 2015 Apr 10. [Article in German].

35. Volkerling C., Kriegelstein S., Kessler S., Walther M. Treatment of hindfoot instability in Charcot foot using a hybrid technique of internal and external fixation. Oper Orthop Traumatol. 2015 Apr; 27(2): 101–113. doi: 10.1007/s00064-014-0339-7. Epub 2015 Apr 10. [Article in German].

36. Pinzur M.S. Surgical treatment of the Charcot foot. Diabetes Metab Res Rev. 2016 Jan; 32(Suppl 1): 287–291. doi: 10.1002/dmrr.2750.

37. Stapleton J.J., Zgonis T. Surgical reconstruction of the diabetic Charcot foot: internal, exter-

nal or combined fixation? Clin Podiatr Med Surg. 2012 Jul; 29(3): 425–433. doi: 10.1016/j.cpm.2012.04.003. Epub 2012 May 18.

38. Оболенский В.Н. Эффективность и безопасность местного использования гентамицин-импрегнированных коллагеновых матриц в оперативном лечении больных с синдромом диабетической стопы. Хирург. 2017, 9–10: 21–30 [Obolenskiy V.N. Efficacy and safety of topical use of gentamicin-impregnated collagen matrices in the surgical treatment of patients with diabetic foot syndrome = Obolenskiy V.N. Effektivnost' i bezopasnost' mestnogo ispol'zovaniya gentamitsin-impregnirovannykh kollagenovykh matrits v operativnom lechenii bol'nykh s sindromom diabetichekoy stopy. Khirurg. 2017, 9–10: 21–30 (In Russ).].

39. Оболенский В.Н. Новый подход к разгрузке диабетической стопы. Хирург. 2017, 3: 48–53 [Obolenskiy V.N. A new approach to unloading diabetic foot = Obolenskiy V.N. Novyy podkhod k razgruzke diabetichekoy stopy. Khirurg. 2017, 3: 48–53 (In Russ).].

40. Obolenskiy V.N., Protoko V.G., Komelyagina E.Y. Classification of diabetic foot, revisited. Wound Medicine. 2017; 18: 1–7.

41. Caravaggi C., Cimmino M., Caruso S., Dalla Noce S. Intramedullary compressive nail fixation for the treatment of severe Charcot deformity of the ankle and rear foot. J Foot Ankle Surg. 2006 Jan-Feb; 45(1): 20–24.

42. Ettinger S., Plass C., Claassen L., Stukenborg-Colsman C., Yao D., Daniilidis K. Surgical Management of Charcot Deformity for the Foot and Ankle-Radiologic Outcome After Internal/External Fixation. J Foot Ankle Surg. 2016 May-Jun; 55(3): 522–528. doi: 10.1053/j.jfas.2015.12.008. Epub 2016 Feb 19.

43. Richman J., Cota A., Weinfeld S. Intramedullary Nailing and External Ring Fixation for Tibiototalcalcaneal Arthrodesis in Charcot Arthropathy. Foot Ankle Int. 2017 Feb; 38(2): 149–152. doi: 10.1177/1071100716671884. Epub 2016 Oct 3.

44. 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 Nov-Dec; 54(6): 1072–1075. doi: 10.1053/j.jfas.2015.06.003. Epub 2015 Jul 26.

45. Caravaggi C.M., Sganzeroli A.B., Galenda P., Balaudo M., Gherardi P., Simonetti D., Ferraresi R., Farnetti A., Morandi A. Long-term follow-up of tibiototalcalcaneal arthrodesis in diabetic patients with early chronic Charcot osteoarthropathy. J Foot Ankle Surg. 2012 Jul-Aug; 51(4): 408–411. doi: 10.1053/j.jfas.2012.04.007. Epub 2012 May 26.

46. Sundararajan S.R., Srikanth K.P., Nagaraja H.S., Rajasekaran S. Effectiveness of Hindfoot Arthrodesis by Stable Internal Fixation in Various Eichenholtz Stages of Neuropathic Ankle Arthropathy. J Foot Ankle Surg. 2017 Mar-Apr; 56(2): 282–286. doi: 10.1053/j.jfas.2016.11.002. Epub 2017 Jan 16.

Дозированное тканевое растяжение при подготовке донорской области к свободной аутодермопластике хронических ран

И. В. Павленко, В. В. Бесчастнов, М. Г. Рябков

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Нижегородской области

«Городская клиническая больница №30»

Россия, 603157, Нижний Новгород, ул. Березовская, 85 А

Контактное лицо: Илья Викторович Павленко, ilyapavlenko@bk.ru

Цель исследования: разработка нового способа подготовки аутодермотрансплантата к условиям гипоксии в реципиентной ране путем дозированного тканевого растяжения донорской области.

Материалы и методы исследования. Научная гипотеза: дозированное тканевое растяжение и возникающая при этом локальная циркуляторная компенсированная гипоксия приводят к увеличению концентрации цитокина HIF-1α в области дистрагируемого кожного лоскута. Эксперимент проводили на 18 белых беспородных крысах-самцах. Уровень микроциркуляции контролировали при помощи лазерной доплеровской флоуметрии. Для определения концентрации цитокина HIF-1α в ткани использовали иммуноферментный анализ. На клиническом этапе исследования анализировали результаты лечения 9 пациентов основной группы (свободная аутодермопластика разработанным способом) и 10 пациентов группы сравнения, которым пластическое закрытие выполняли по традиционной методике.

Результаты исследования. В ходе эксперимента выявлена статистически значимая разница между концентрацией цитокина HIF-1α в интактном и дистрагируемом лоскутах, что подтверждено результатами клинического исследования. В группе, где свободная аутодермопластика выполнялась по традиционной методике (группа сравнения), площадь приживления трансплантата составила (Me [Q1; Q3]) 71,0 [65,0; 78,0] %, в основной группе – (Me [Q1; Q3]) 87,0 [79,0; 95,0] % (p = 0,0003).

Заключение. Компенсированное снижение микроциркуляции в ткани, подвергнутой дозированному тканевому растяжению, целесообразно использовать для тренировки свободного аутодермотрансплантата к условиям гипоксии.

Ключевые слова: хроническая рана, дозированное тканевое растяжение, донорская область, свободная аутодермопластика, цитокин HIF-1α.

Для цитирования: Павленко И. В., Бесчастнов В. В., Рябков М. Г. Дозированное тканевое растяжение при подготовке донорской области к свободной аутодермопластике хронических ран. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2019; 6 (1): 25–33.

DOI: 10.25199/2408-9613-2018-6-1-25-33.

Dosed tissue stretching in the preparation of the donor site for chronic wounds split-skin grafting

I. V. Pavlenko, V. V. Beschastnov, M. G. Ryabkov

State Budgetary Healthcare Institution of the Nizhny Novgorod region "City Clinical Hospital № 30"

85 A Berezhovskaya Str., Nizhny Novgorod, 603157, Russia

Objective. Development of a new method for preparing an skin graft to hypoxia conditions in a recipient wound by tissue stretching of the donor site.

Materials and methods. Scientific hypothesis: dosed tissue stretching and localized circulatory compensated hypoxia resulting in this increase the concentration of cytokine HIF-1α in the area of distracted skin graft. The experiment was performed on 18 white outbred male rats. The level of local circulatory compensated hypoxia was monitored by using laser Doppler flowmetry. An enzyme immunoassay was used to determine the concentration of cytokine HIF-1α in tissue. In the clinical stage of the study, the results of treatment in 9 patients – main group (split-skin grafting developed by the original method) were compared with the results of treatment in 10 patients – control group, who underwent plastic closure according to the traditional method.

Results. The experiment revealed a statistically significant difference between the concentration of cytokine HIF-1α in the intact and disractable graft, which was confirmed by the results of a clinical study. In the group where split-skin grafting was performed according to the traditional method (control group), the graft engraftment area was (Me [Q1; Q3]) 71.0 [65; 78] %, in the main group – (Me [Q1; Q3]) 87.0 [79; 95] % (p = 0.0003).

Conclusion. It is advisable to use a compensated reduction of microcirculation in a tissue subjected to dosed tissue stretching to train split-skin graft for hypoxia conditions.