

### СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ЛЕЧЕНИИ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

Б. В. Рисман<sup>1</sup>, С. Я. Ивануса<sup>1</sup>, А. В. Янишевский<sup>1</sup>, Р. Е. Шаяхметов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург, Россия

### MODERN APPROACHES IN TREATMENT OF DIABETIC FOOT SYNDROME

B. V. Risman<sup>1</sup>, S. Ya. Ivanusa<sup>1</sup>, A. V. Yanishevskiy<sup>1</sup>, R. E. Shayakhmetov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, Saint Petersburg, Russia

**Резюме.** Статья посвящена практическим вопросам клиники, алгоритму диагностики и тактики лечения гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы. Изучен раневой процесс у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы с использованием современных методов. Доказана эффективность и предложен алгоритм использования некоторых физических методов санации в местном лечении синдрома диабетической стопы. Предложенные методы лечения позволяют уменьшить количество ампутаций и снизить летальность у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы (1 рис., 1 табл., библи.: 9 ист.).

**Ключевые слова:** общая хирургия, озонотерапия, раневой процесс, синдром диабетической стопы, ультразвуковая кавитация.

Статья поступила в редакцию 30.09.2020 г.

#### ВВЕДЕНИЕ

По оценкам Всемирной организации здравоохранения в мире насчитывается свыше 194 млн больных сахарным диабетом, а к 2035 г. эта цифра составит 334 млн человек [1]. Сахарный диабет (СД) — основная причина сердечно-сосудистых заболеваний, потери зрения, ампутации нижних конечностей, почечной недостаточности. Ежегодно СД уносит около 3 млн жизней, и ежегодно происходит около 1 млн ампутаций. Около 90% пациентов страдают диабетом II типа [2].

Международная Федерация диабета (IDF) признала, что темпы роста заболевания диабетом в будущем начнут опережать способность национальных систем здравоохранения справляться с этим социально-значимым заболеванием [1, 3].

Каждые 20 секунд в мире пациенту с СД производится ампутация нижней конечности. До 70% всех ампутаций на земном шаре связано с СД. Около 85% таких операций можно было бы предотвратить при адекватном лечении и информированности пациентов. На осложнения, связанные с нижними конечностями, в развитых странах расходуется 15% финансовых ресурсов здравоохранения, в развивающихся странах эта цифра может достигать 40% [4]. В России СД болеют примерно 2,5 млн человек, из них свыше 24 тыс детей и подростков с диабетом I типа [1, 5]. Распространенность синдрома диабетической стопы (СДС) среди больных СД составляет в среднем 4–10%.

**Summary.** The article is devoted to practical issues of the clinic, the diagnostic algorithm and tactics of treatment of purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome. Studying the wound process in patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome using modern methods. The efficiency has been proved and an algorithm has been proposed for the use of some physical methods of sanitation in the local treatment of diabetic foot syndrome. The proposed methods of treatment make it possible to reduce the number of amputations and reduce mortality in patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome (1 figure, 1 table, bibliography: 9 refs).

**Key words:** diabetic foot syndrome, general surgery, ozone therapy, ultrasonic cavitation, wound process.

Article received 30.09.2020.

При СДС имеются благоприятные условия для развития и прогрессирования хирургической инфекции [6–8]. Развитие гнойно-некротического процесса у больных СДС составляет 40–70% показаний всех нетравматических ампутаций нижних конечностей.

Летальность, после ампутации нижней конечности, составляет: на уровне бедра 50–85%, на уровне голени 24–35%, на уровне стопы 6%. В течение 3-х лет после ампутации умирают 35% пациентов, в течение 5 лет — 75% [2, 5, 8, 9].

#### ЦЕЛЬ

Улучшить результаты лечения пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы, используя разработанный алгоритм диагностики, а также хирургическое лечение с использованием миниинвазивного метода вскрытия флегмон и физических методов санации.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике общей хирургии ВМедА в период с 2003 по 2010 г. находились на лечении 180 больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы (основная группа), для повышения эффективности лечения которых применяли разработанный диагностический алгоритм, а также в качестве местного лечения использовали ультразвуковую кавитацию и локальное озонирование. Контрольная группа представлена

40 пациентами с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы, которым проводилось только оперативное лечение с последующим использованием местных средств в зависимости от фазы раневого процесса. Среди пациентов группы сравнения было 25 (63%) мужчин, и 15 (37%) женщин. Средний возраст составил  $67,3 \pm 10,3$  лет.

В основной группе было 85 (47%) мужчин и 95 (53%) женщин. По возрастным группам пациенты распределялись следующим образом: до 40 лет — 5%, от 40 до 50 — 19, от 60 до 70 — 57, старше 70 лет — 19%. Преобладали больные СД II типа (82,3%). Длительность течения СД в большинстве случаев составляла от 10 до 15 лет. В 82,5% случаев больные госпитализированы с декомпенсированным течением диабета. 60% пациентов поступили по неотложным показаниям с тяжелой степенью интоксикации, требовавшей срочного выбора уровня ампутации нижней конечности. У 9% пациентов СД выявлен впервые. По форме СДС имеет следующие формы: ишемическую — 41% больных, нейроишемическую — 40, нейропатическую — 19% больных.

У больных основной группы гнойно-деструктивные изменения развивались в пределах стопы (более 90% случаев). Операции «малого» объема с сохранением опорной функции стопы составили 91% (вскрытие и дренирование флегмон, абсцессов пальцев стопы, хирургическая обработка с некрэктомией, ампутация пальцев — 93,5%; ампутация дистальной части стопы — 12,3%). Одному больному потребовалось выполнение повторного оперативного вмешательства в объеме ампутации на уровне бедра (табл. 1).

У 12 (8,5%) пациентов при поступлении были выполнены «высокие» ампутации — на уровне голени (2 пациента) и бедра (10 пациентов). После первичных «высоких» ампутаций повторное опе-

ративное вмешательство выполнено в 1 случае (реампутация на уровне бедра). Умер 1 больной (0,8%), поступивший с сухой гангреной стопы и декомпенсированным СД с терминальной стадией хронической почечной недостаточности.

В связи с общепринятым междисциплинарным подходом все пациенты были осмотрены эндокринологом, неврологом, офтальмологом, сосудистым хирургом и нефрологом.

В процессе лечения исследовали количественный и качественный состав микрофлоры ран. Забор биоптата для бактериологического анализа осуществляли до и сразу после оперативного лечения (1 сеанс), а также на 7-е (2-я хирургическая обработка раны) и 12-е (3-я хирургическая обработка раны) сут от начала лечения. Цитологическому исследованию подвергались мазки-отпечатки раневых (язвенных) поверхностей. Качественный анализ мазков-отпечатков заключался в определении фазы раневого (язвенного) процесса по наличию клеточных элементов, микрофлоры, волокнистых структур и по их взаимоотношению. Для количественной оценки микробной обсемененности раны оценивался показатель колониеобразующих единиц (КОЕ/мл). Ультратонкие срезы изучали на электронных микроскопах JEM-100C и Hitachi в сканирующем и трансмиссионном режимах.

Рентгенография стоп в 2 проекциях проводилась 100% пациентов независимо от формы СДС с целью исключения хронического остеомиелита, патологического перелома и уточнения стадии при артропатии Шарко.

Ультразвуковое дуплексное сканирование с цветным картированием проводилось с целью оценки формы доплеровской кривой, по которой определялся тип кровотока в исследуемом сосуде (магистральный, магистральный измененный, коллатеральный).

Таблица 1

Перечень «первичных» операций у больных с СДС

Наименование оперативного вмешательства	Исследуемые группы	
	основная (n = 180)	контрольная (n = 40)
Вскрытие и дренирование флегмоны, хирургическая обработка гнойной раны	70 (48%)	12 (30%)
Ампутация пальцев	46 (31,5%)	9 (24%)
Трансметатарсальные ампутации стопы	18 (11,5%)	1 (3%)
Ампутация на уровне голени	2 (1,5%)	—
Ампутация на уровне бедра	10 (7%)	17 (43%)
Количество первичных операций	146	39
Количество повторных «высоких» ампутаций	1 (0,8%)	3 (8%)
Количество этапных хирургических обработок	81 (48,5%)	12 (22%)
Всего операций	228	54
Средняя продолжительность стационарного этапа лечения, сут, $M \pm m$	$26 \pm 12,3$	$44 \pm 15,5$
Послеоперационная летальность, %	0,8	14,3
Период ремиссии (до следующей операции, мес., $M \pm m$ )	$9 \pm 2,1$	$4 \pm 1,2$

При поступлении в стационар всем пациентам проводилось определение парциального давления кислорода в тканях для объективизации тяжести критической ишемии нижней конечности. Повторное исследование проводили через 4–5 и 15 сут после операции, оценивая эффективность лечения. Определение напряжения кислорода в тканях повторно проводили перед закрытием раны, объективизируя показания для пластики дефекта кожи.

Спиральная компьютерная томографическая ангиография (СКТА) выполнялась для получения объемных изображений и получения высококачественных трехмерных реконструкций сосудов (3D). Контрастную магнитно-резонансную ангиографию (МРА) выполняли при наличии противопоказаний к СКТА. Стенозы классифицировали по пятибалльной шкале, разработанной для других сосудистых областей и адаптированной для контрастной МРА артерий нижних конечностей: I — норма (отсутствие стеноза, уменьшение просвета 0–19%); II — гемодинамически незначимое поражение (стеноз 20–49%); III — гемодинамически значимое поражение (стеноз 50–74%); IV — критические стенозы; V — окклюзия.

С целью оценки возможности дренирования гнойных затеков предложенным методом изучались анатомия и морфометрические характеристики, а также анатомо-топографические отношения мягкотканых структур стопы на 10 анатомических препаратах стопы взрослого человека проведено исследование методом препарирования и выполнялись поперечные (4 препарата) и продольные (6 препаратов) макротомные Пироговские распилы с последующим изготовлением полимернобальзамированных препаратов.

Вскрытие гнойного очага выполняли с учетом данных магнитно-резонансной томографии о распространении инфекционного процесса. В проекции максимального скопления гнойно-некротических масс по боковой поверхности стопы в выявленных малососудистых зонах выполняли горизонтальный линейный разрез кожи 1,5 см, затем по контрлатеральной боковой поверхности в малососудистой зоне накладывали контрапертуру. Количество разрезов варьировало от 2 до 4 и зависело от данных о распространении гнойно-некротического процесса, полученных в предоперационном исследовании, а в дальнейшем по результатам эндовидеоскопической визуализации.

После выполнения малотравматичного доступа в малососудистой зоне в рану устанавливался артроскоп в канюле с одномоментной подачей 0,05% раствора хлоргексидина в проточно-промывном режиме. Проводилась ревизия полости, визуализировались анатомические структуры стопы, особое внимание обращали на наличие затеков, участков некротизированных тканей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании проведенного анатомического исследования выявлены малососудистые зоны на медиальном и латеральном краях стопы в надaponевротическом пространстве и непосредственно под апоневрозом, что позволило судить о наличии морфологических условий для использования малотравматичного доступа при лечении гнойно-некротических осложнений СДС. У всех пациентов с глубокой флегмоной подошвенной поверхности стопы был применен разработанный анатомически обоснованный хирургический малоинвазивный метод лечения гнойно-некротических осложнений СДС, который включал в себя вскрытие, санацию и дренирование глубокой флегмоны подошвенной поверхности стопы, этапную ультразвуковую обработку ран с эндовидеоскопической санацией, проточно-промывное дренирование и местное лечение. Разработанный в эксперименте эндовидеоскопический доступ к анатомическим структурам подошвенной поверхности стопы позволяет проводить ревизию основных подошвенных структур и пространств.

В основной группе для обработки ран был задействован аппарат «Sonoca-180» фирмы Söring (Германия), использующий эффект ультразвуковой кавитации (УЗК) и позволяющий совместить процесс механической очистки раны и антибактериальное действие ультразвука. Использовалась мощность ультразвука 60 мВт/см<sup>2</sup>, не оказывающая разрушающего действия на здоровые ткани, селективно удаляя только патологически измененные ткани, что актуально для лечения СДС в связи с крайне малым резервом собственных мягких тканей. УЗК использовалась как в качестве самостоятельного метода лечения у пациентов с I–II степенью (25% пациентов) выраженности патологического процесса, так и в сочетании с оперативным пособием (некрэктомии, «малые ампутации») у пациентов с III–V степенью по классификации Wagner.

Микробиоценоз раны у пациентов в подавляющем числе случаев характеризовался полимикробным характером с ассоциацией аэробов и анаэробов. Бактериологические исследования показали, что в материале, взятом из глубоких гнойных очагов стопы, присутствовала смешанная аэробно-анаэробная флора в 21% случаев. Ассоциации микроорганизмов в гнойном очаге носили поливалентный характер и включали от 2 до 5 видов аэробных, факультативно-анаэробных и облигатно-анаэробных неспорообразующих бактерий. У всех пациентов контрольной группы до оперативного лечения из биоптатов выделены микроорганизмы в количестве более 10<sup>7</sup> КОЕ/г ткани. Результаты посевов у пациентов основной группы до операции по сравнению с контрольной группой достоверно не отличались.

После оперативного лечения с УЗК раны выявлено снижение данного показателя по сравнению с контролем:  $(1,2 \pm 0,01) \times 10^5$  КОЕ/г и  $(2,8 \pm 0,03) \times 10^6$  КОЕ/г соответственно. Изучение результатов бактериологических посевов на 7-е сут лечения показало, что повторное применение УЗК способствовало уменьшению обсемененности раны до  $(2,2 \pm 0,05) \times 10^4$  КОЕ/г, при этом в контрольной группе отмечалась стагнация процесса воспаления. На 12-е сут, при переходе во 2-ю фазу раневого процесса, микрофлора из ран выделена у 32% больных основной группы, причем у большинства из них обсемененность ткани составила ниже критического уровня контаминации, что свидетельствовало о снижении микробной обсемененности раны и возможности выполнения одного из видов закрытия раны. В контрольной группе положительный результат посевов был у 66% пациентов с преимущественным содержанием грамотрицательной флоры. Таким образом, использование низкочастотного ультразвука позволяет в короткие сроки уменьшить микробную контаминацию ран.

При цитологическом исследовании ран до лечения в препаратах содержалось большое количество нейтрофилов в состоянии дегенерации и деструкции, микроорганизмов, фибрина, что свидетельствовало о преобладании некротического и дегенеративно-воспалительного процессов и слабой выраженности воспалительной реакции.

На фоне проводимого лечения в фазе воспаления в обеих группах больных отмечали смену дегенеративно-воспалительного типа цитограммы на воспалительно-регенераторный, характеризующийся уменьшением количества нейтрофилов, увеличением количества макрофагов, появлением отдельных фибробластов. В основной группе смена типа цитограммы заканчивалась на 8–10-е сут, тогда как в контрольной — на 15–16-е сут. Изменения цитограммы в фазе регенерации и эпителизации под воздействием УЗК в основной группе больных свидетельствовали о переходе воспалительно-регенераторного типа цитограммы в регенераторный тип к 15–18-м сут от начала лечения. В контрольной группе фаза регенерации наступала лишь к 21–23-м сут лечения.

При оценке морфологических изменений мягких тканей стопы после второго сеанса УЗК раны (7-е сут) отмечено, что отсутствует прогрессирование зоны некроза, а также появляются элементы грануляционной ткани. На 12-е сут лечения уменьшается количество раневого отделяемого, отмечается усиление роста грануляционной ткани, увеличивается кровотоочивость раневой поверхности.

Применение метода УЗК у пациентов основной группы привело к более быстрому переходу воспалительной фазы раневого процесса в репаративную, что характеризовалось уменьшением площади раны, появлением в ранах сочных грануляций

на 6–7-е сут, краевой и островковой эпителизации к 10–12-м сут после операции.

Использование удлиненной формы ультразвукового наконечника (зонотрода) позволило выполнить хирургическую обработку гнойно-некротических ран, имеющих сложную форму и строение, с подкожным характером распространения патологического процесса, уменьшив количество дополнительных травмирующих разрезов у больных диабетической ангиопатией. Малоинвазивность методики и наличие нейропатии позволяют выполнять ее без анестезии или под терминальной анестезией (орошение раны 10%-ным аэрозолем лидокаина). Такой способ позволяет в амбулаторных условиях или в режиме стационара одного дня осуществлять хирургическую обработку больным с гнойно-некротическими осложнениями, относящимися к I–II степени по классификации Wagner.

После использования УЗК и появления грануляционной ткани на 12-е  $\pm$  4,2 сут 87 пациентам основной группы выполнялось озонирование раневой поверхности стопы и голени с применением озонатора ОП1–М «Орион–СИ» (Россия). Аэрацию пораженной конечности в пластиковом контейнере проводили озон-кислородной газовой смесью с концентрацией озона 40–80 мкг/мл. В зависимости от развития раневого процесса использовали различные режимы озонирования, изменяя концентрацию и скорость подачи озона в воздушной смеси. Во второй фазе раневого процесса использовали воздушно-озоновую смесь с концентрацией озона 80 мкг/мл, при появлении эпителизации в ране концентрацию озона в смеси уменьшали до 40 мкг/мл. Экспозиция всегда составляла 15 мин.

Обсемененность раны перед выполнением озонирования составила в основной группе  $(2,5 \pm 0,03) \times 10^4$  КОЕ/г. У пациентов контрольной группы грануляции отмечены на 18-е  $\pm$  1,3 сут от начала лечения, причем микробная обсемененность составила  $(1,6 \pm 0,02) \times 10^5$  КОЕ/г. После первого сеанса озонирования (13-е сут) в основной группе обсемененность ран снизилась до  $(2,3 \pm 0,03) \times 10^3$  КОЕ/г ( $p < 0,05$ ). На 17-е сут от начала лечения (4-й сеанс озонотерапии) показатель микробной обсемененности ран сохранялся на уровне  $(2,0 \pm 0,02) \times 10^3$  КОЕ/г, а в контрольной группе, наоборот, имел тенденцию к увеличению до  $(2,5 \pm 0,03) \times 10^6$  КОЕ/г ( $p < 0,05$ ). Посев отделяемого с раневой поверхности перед проведением озонирования (12-е сут) в основной группе выявил рост микроорганизмов у трети больных. В большинстве случаев высевался золотистый стафилококк. У пациентов контрольной группы высевалась смешанная флора с преобладанием в 67% случаев грамотрицательной флоры.

При цитологическом исследовании выявлено, что до начала озонирования в ране у больных основной группы преобладал воспалительно-

регенераторный тип цитограммы. К 15–17-м сут от начала лечения у 78 из 87 (89,7%) пациентов отмечен переход к регенераторному типу цитограммы. В контрольной группе регенерация наступала к 23–25-м сут.

Изучая оксигенирующее действие озона с использованием транскутанного оксиметра ТСМ-4, мы выявили увеличение содержания кислорода в ране при появлении грануляционной ткани. У больных основной группы среднее значение транскутанного показателя напряжения кислорода ( $\text{TсрO}_2$ ) возрастало с 25 до 39 мм рт. ст. к 12-м сут и до 50 мм рт. ст. — к 18-м сут после операции.

Таким образом, озонирование сопровождалось увеличением транскутанного показателя напряжения кислорода в околораневой зоне в 2 раза, что свидетельствует об улучшении локальной микроциркуляции в зоне поражения. Несмотря на положительное действие озонирования, применение его ограничено из-за невозможности быстрого очищения раны от нежизнеспособных тканей, как при УЗК, и использования его для обработки в труднодоступных местах, «карманах» и полостях. Однако возможность применения контейнеров разных размеров позволило обрабатывать разные по площади и форме раны. Озонотерапия в лечении больных с гнойно-некротическими осложнениями СДС является способом поддержания деконтаминации раны после УЗК, а также стимуляции роста грануляционной ткани и эпителия.

Раневой процесс у пациентов основной группы сокращался за счет фазы воспаления в среднем на 4–5 сут по сравнению с контрольной группой. К началу 2-й нед в контрольной группе частота встречаемости стафилококков в микробном пейзаже ран на фоне традиционной терапии уменьшалась и возрастала доля грамотрицательных микроорганизмов, что свидетельствовало о присоединении внутригоспитальной инфекции. В основной группе к 12–13-м сут не наблюдали увеличения числа грамотрицательных микроорганизмов в посевах, что объясняется более глубокой и пролонгированной деконтаминацией раны.

При электронно-микроскопическом исследовании ультратонких срезов клеток кожи, подкожной клетчатки, сухожилий стопы, пораженных гнойно-некротическим процессом у больных СД, выявлены значительные скопления вторичных лизосом, что является маркером аутолиза в тканях и хронизации воспалительного процесса. При сканирующей электронной микроскопии костей стопы выявлена обильная микрофлора в виде биопленок на поверхности надкостницы костей стопы, которая может являться источником «дремлющей инфекции», т. е. фактором, способствующим рецидиву гнойно-некротических изменений. На сканограммах тканей после проведения УЗК с мощностью 80–100% и экспозиции 30 с на 1  $\text{cm}^2$  поверхности раны по-

казано исчезновение бактериальных биопленок. При этом также отмечено уменьшение числа лизосом в клетках мягких тканей стопы. Следовательно, УЗК, разрушая защитную оболочку биопленки, оказывает не только прямое бактерицидное действие, но и, вероятно, увеличивает биодоступность лекарственных препаратов, в том числе антибиотиков. Метод УЗК в комплексном лечении пациентов с осложненными формами СДС является эффективным дополнением к имеющимся способам местного лечения ран. Сочетанное использование УЗК и озонотерапии приводит к уменьшению длительности раневого процесса на  $18 \pm 2$  сут, стимулирует рост грануляционной ткани, пролонгирует эффект деконтаминации раневой поверхности, а также способствует разрушению биопленки, приводя не только к прямому бактерицидному действию, но и к снижению количества рецидивов гнойно-некротических осложнений.

В результате хирургической обработки раны у больных формируются обширные раневые дефекты, приводящие к изменению функции стопы и возможности повторного инфицирования внутригоспитальной флорой с вероятным возникновением системных осложнений.

Площадь раневого дефекта варьировала от 2 до 180  $\text{cm}^2$ . У 17 (22%) больных раневые дефекты располагались на подошвенной поверхности; у 11 (14%) больных — на тыльной поверхности стопы; у 5 (6%) больных — в пяточной области; у 46 (58%) пациентов дефект локализовался в области I пальца.

Для оперативного восстановления кожного покрова после операций использовали расщепленные перфорированные трансплантаты. Данный вид закрытия дефекта кожи применялся у 22 пациентов. Результат операции считали удовлетворительным, когда достигалось полное приживление трансплантата, неудовлетворительным — в случае расплавления трансплантата, требующего повторного закрытия дефекта. При площади приживления 91–100% результат оценивали как полное приживление, при 51–90% — как частичное приживление и менее 50% — неприживление трансплантата. Анализ результатов аутодермопластики расщепленным лоскутом показал, что полное приживление трансплантатов произошло в 18 (79,4%) случаев, у 1 (7%) пациента приживление было частичным и у 3 (13,6%) пациентов трансплантаты лизировались. Наилучшие результаты достигнуты у больных с кожными дефектами на тыльной поверхности стопы ( $n = 11$ ): в 10 (90%) случаях наступило полное приживление. В области голеностопного сустава и ахиллового сухожилия ( $n = 5$ ) данный показатель был ниже: приживление произошло у 4 (78%) пациентов, что связано, вероятно, с неадекватной иммобилизацией сустава. При дефектах кожи на подошвенной поверхности ( $n = 17$ ) полное приживления аутодермотрансплантата удалось

достичь у 15 (90%) пациентов. Восстановление кожных дефектов методом свободной аутодермопластики расщепленным трансплантатом является оптимальным из-за отсутствия натяжения краев ран, вторичных «карманов» и образования подкожных гематом, а также благодаря хорошему функциональному результату и быстрому заживлению донорской зоны.

Невозможность соединения краев ран больших размеров привело к разработке и применению устройства (рис. 1). Нить с помощью хирургической иглы проводится через мягкие ткани с обеих сторон раны. По углам раны, в местах выхода концов нити, подводится каркасное устройство, к которому крепятся концы нити. При натяжении нити за счет удлинения каркаса с помощью винта происходит дозированное сближение краев раны. Постепенное натяжение мягких тканей в зоне раны, особенно кожи, предотвращает часто возникающие краевые некрозы в местах наложения узловых швов. Дозированное, управляемое закрытие раны создает благоприятные условия для ее полного закрытия, а также дает возможность проводить местные лечебные мероприятия, направленные на очищение раны от некротических тканей, профилактику и подавление инфекции.

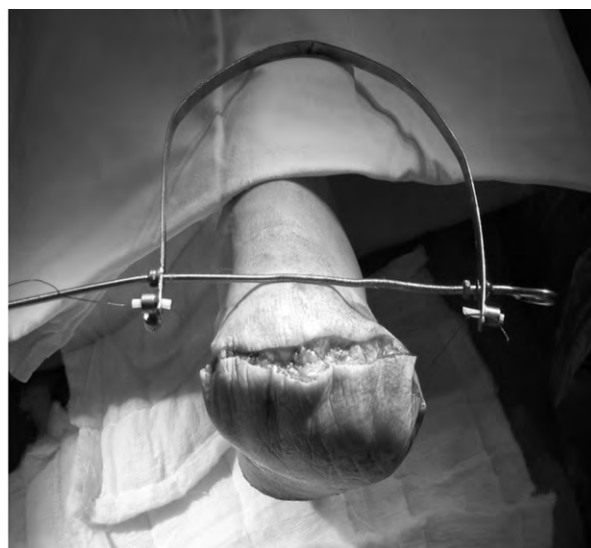
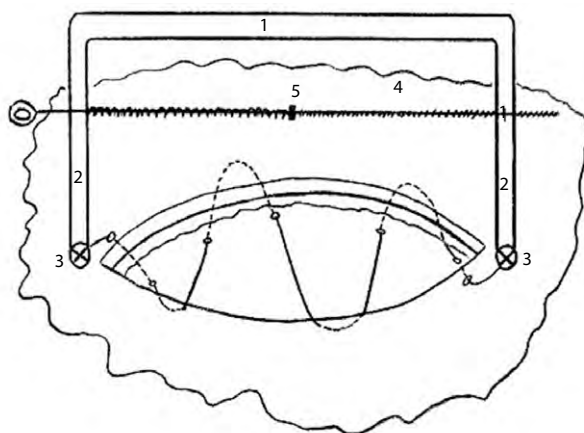
Данный способ был применен у 18 (23%) пациентов в лечении ран культи стопы. У 2 (11%) больных произошло нагноение раны, что потребовало уменьшения натяжения нити устройства и выполнения УЗК из ограниченного доступа в ране, с проведением этапной хирургической обработки.

При оценке ближайших результатов проведения пластики ран местными тканями заживление первичным натяжением отмечено у 30 из 34 больных (88%). В раннем послеоперационном периоде

осложнения встречались у 4 (12%) больных. Они протекали в виде нагноения раны и с расхождением ее краев 3 (8,8%). Краевой некроз кожи отмечен у 1 (2,9%) больного. В случае формирования некроза для более быстрого его отторжения проводили некрэктомию с применением УЗК, назначали препараты, улучшающие микроциркуляцию. В результате осложнений образовывались раны площадью от 1 до 35 см<sup>2</sup>. У 2 больных понадобилось наложение ранних вторичных швов, у 2 других пациентов повторных операций не потребовалось.

Комбинированную технику закрытия кожного дефекта применяли в 5 (6%) случаях при поражении нескольких анатомических областей нижней конечности, которая заключалась в комбинации пластики местными тканями основного дефекта с одномоментным закрытием расщепленным кожным трансплантатом оставшегося дефекта. Данный вариант закрытия дефектов кожи применялся при отсутствии критической ишемии (транскutánный показатель напряжения кислорода в околораневой зоне более 35 мм рт. ст.), наличии анатомо-функциональной возможности, т. е. достаточности пластического материала и отсутствии натяжения краев раны. Использование комбинированного метода закрытия дефектов кожи у больных с гнойно-некротическими осложнениями СДС не привело к осложнениям в послеоперационном периоде. Однако малое число наблюдений не позволяет судить о достоверности результатов.

При оценке отдаленных результатов у 42 (53,2%) больных в сроки от 3 мес. до 3 лет отмечено полное или частичное восстановление опорной функции стопы. Однако у 4 (5,1%) пациентов, которым выполнена операция по закрытию кожного дефекта на стопе, возникла язва в области послеоперацион-



**Рис. 1.** Схема устройства для наложения непрерывного шва на рану: 1 — каркас; 2 — подвижные бранши; 3 — фиксаторы концов шовной нити; 4 — стержень с резьбой; 5 — опорная площадка

ного рубца, рецидив язвы на подошвенной поверхности выявлен у 10 (12,6%) больных. У 12 (15,2%) больных выявлен остеомиелит плюсневых костей.

После закрытия дефекта кожи на подошвенной поверхности функциональные результаты зависят от коррекции ортопедических деформаций стопы и компенсации нагрузки на скомпрометированную зону.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В основе лечения больных с гнойно-некротическими осложнениями СДС лежит сберегательный принцип, т. е. максимально возможное сохранение опорной функции нижней конечности. Подход к ведению больных с тяжелыми гнойно-некротическими формами СДС на всех этапах лечения и реабилитации должен быть междисциплинарным. При поступлении в клинику всем пациентам выполнялись общеклинические и специальные обследования для определения формы СДС, степени тяжести и компенсации СД и сопутствующих заболеваний. Для оценки раневого процесса применяли морфологические и микробиологические методы. Степень ишемии нижних конечностей оценивали, используя дуплексное ангиосканирование, транскутанное определение напряжения кислорода на уровне предполагаемой ампутации, а также МР- или КТ-ангиографию.

Для дифференциальной диагностики воспалительного характера патологических изменений и нейроостеоартропатии выполняли магнитно-резонансную томографию стоп. Методика позволяет выявить патологию мягких тканей, костей и суставов нижних конечностей путем построения трехмерных изображений, иллюстрирующих выявление начальных признаков остеомиелита костей стопы.

Лечение кожных дефектов стоп, развившихся в результате тяжелых гнойно-некротических поражений на фоне СДС, при транскутанном напряжении кислорода в околораневой зоне 35 мм рт. ст. и выше, микробной обсемененности раневой поверхности  $<10^4$  КОЕ/г необходимо завершить закрытием дефекта методом свободной аутодермопластики расщепленным трансплантатом. Наилучшие результаты пластики достигнуты на подошвенной и тыльной поверхностях. При

формировании культи стопы после трансметатарсальной ампутации целесообразно использовать устройство для наложения непрерывного шва. При обширном дефекте кожи с вовлечением в процесс нескольких анатомических зон стопы и голени, достаточном пластическом материале местных тканей можно использовать комбинированный способ замещения кожного дефекта пластикой местными тканями, дополненный свободной аутодермопластикой расщепленным трансплантатом.

Изучение факторов риска летального исхода у больных с гнойно-некротическими осложнениями СДС позволяет считать, что наиболее существенными в снижении летальности должны явиться мероприятия по ликвидации микробной интоксикации и коррекции гликемии. Проведенный регрессионный анализ подчеркивает, что факторы, оценивающие тяжесть СД, уровень гнойно-некротического поражения тканей и степень интоксикации, не позволяют планировать органосохраняющие операции на конечностях у больных с гнойно-некротическими осложнениями СД. Для решения этой задачи требуется оценка периферического кровотока и микроциркуляции, а также патологии костно-суставного аппарата стопы.

Предложенный алгоритм диагностики и выбора хирургического лечения различных форм и вариантов СДС позволил снизить риск дальнейшего прогрессирования гангренозных изменений на стопе и увеличить частоту сохранения опороспособности конечности на 42,7%. При увеличении общего количества операций в основной группе снижался уровень послеоперационной летальности с 14,3 до 0,8%. При этом количество «высоких» ампутаций уменьшилось на 34%, а количество реампутаций снизилось по сравнению с контрольной группой в 10 раз.

Таким образом, тактика ведения больных с диабетической стопой и гнойно-некротическими осложнениями нижних конечностей должна соответствовать сберегательному принципу, проведению щадящих, «малых» операций и быть направлена на сохранение конечности или ее опорной функции. Ошибочно выбранная тактика может привести к потере конечности, а в наиболее запущенных случаях — к летальному исходу.

## УВЕДОМЛЕНИЕ

Авторы внесли равный вклад в данную работу и сообщают об отсутствии какого-либо конфликта интересов.

## ACKNOWLEDGMENT

Authors contributed equally into this work and declare no conflict of interest.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Dedov I. I., Udovichenko O. V., Galstyan G. R. Diabetic foot. Moscow; 2005. 175. Russian (Дедов И. И., Удовиченко О. В., Галстян Г. Р. Диабетическая стопа. М.; 2005. 175).
2. Andersen C. A. Diabetic limb preservation: defining terms and goals. J. Foot Ankle Surg. 2010; 1: 106–7.
3. International Agreement on the Diabetic Foot. Moscow: Bereg Publisher; 2019. 96. Russian (Международное соглашение по диабетической стопе. М.: Берг; 2019. 96).
4. Lored R. A., Garcia G., Chhaya S. Medical imaging of the diabetic foot. Clin. Podiatr. Med. Surg. 2007; 3: 397–424.

5. Bregovsky V. B., Zaitsev A. A., Zalevskaya A. G., Karpov O. I. Lesions of the lower extremities in diabetes mellitus. Moscow; Saint Petersburg: Dilya Publisher; 2004. 263. Russian (Бреговский В. Б., Зайцев А. А., Залевская А. Г., Карпов О. И. Поражения нижних конечностей при сахарном диабете. М.; СПб.: Дилия; 2004. 263).
6. Grekova N. M., Bordunovsky V. N. Diabetic foot surgery. Moscow: Medpraktika-M Publisher; 2009. 187. Russian (Грекова Н. М., Бордуновский В. Н. Хирургия диабетической стопы. М.: Медпрактика-М; 2009. 187).
7. Lipin A. N. Surgical treatment of patients with purulent-necrotic forms of diabetic foot syndrome. Bull. Rus. Mil. Med. Acad. 2008; 4: 16–9. Russian (Липин А. Н. Хирургическое лечение пациентов с гнойно-некротическими формами синдрома диабетической стопы. Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2008; 4: 16–9).
8. Risman B. V., Zubarev P. N., Ivanusa S. Ya. Treatment of complications of diabetic foot syndrome: A textbook for cadets of the faculties of training doctors, students of the faculties of the leading medical staff, additional professional education and residency. Saint Petersburg: VMedA Publisher; 2019. 61. Russian (Рисман Б. В., Зубарев П. Н., Ивануса С. Я. Лечение осложнений синдрома диабетической стопы: Учебное пособие для курсантов факультетов подготовки врачей, слушателей факультетов руководящего медицинского состава, дополнительного профессионального образования и ординатуры. СПб.: ВМедА; 2019. 61).
9. Moini M., Rasouli M. R., Heidari P., Mahmoudi H. R., Rasouli M. Role of early surgical revascularization in the management of refractory diabetic foot ulcers in patients without overt ischemic limbs. Foot Ankle Surg. 2010; 16 (1): 50; author reply 51. DOI: 10.1016/j.fas.2009.04.008

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Рисман Борис Вениаминович** — докт. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

**Ивануса Сергей Ярославович** — докт. мед. наук, профессор, начальник кафедры общей хирургии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

**Янишевский Андрей Викторович** — канд. мед. наук, старший ординатор кафедры общей хирургии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

**Шаяхметов Рауан Ержанович** — аспирант при кафедре общей хирургии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Risman Boris V.** — M. D., D. Sc. (Medicine), Associate Professor, at the General Surgery Department, S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, bld. 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russia, 194044

**Ivanusa Sergey Ya.** — M. D., D. Sc. (Medicine), Professor, the Head of the General Surgery Department, S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, bld. 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russia, 194044

**Yanishevskiy Andrey V.** — M. D., Ph. D. (Medicine), Senior Resident of the General Surgery Department, S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, bld. 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russia, 194044

**Shayakhmetov Rauan E.** — Postgraduate Student at the General Surgery Department, S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, bld. 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russia, 194044