

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ НЕПРЯМЫХ РЕВАСКУЛЯРИЗИРУЮЩИХ ОПЕРАЦИЙ У БОЛЬНЫХ С ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИМИ ОСЛОЖНЕНИЯМИ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ: РАНДОМИЗИРОВАННОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Б.С. ЖАКИЕВ, М.М. МУКУШЕВ, М.К. ДЖАКАНОВ, Б.К. ЖАНАБАЕВ,  
А.С. КОЙШЫБАЕВ, С.М. МУКАНОВ

Западно-Казахстанский медицинский университет им. Марата Оспанова, Актобе, Казахстан

Жакиев Б.С. – <https://orcid.org/0000-0001-9828-5101>  
Мукушев М.М. – <https://orcid.org/0000-0003-1811-3276>  
Джаканов М.К. – <https://orcid.org/0000-0002-0016-6284>  
Жанабаев Б.К. – <https://orcid.org/0000-0002-2164-5153>  
Койшыбаев А.С. – <https://orcid.org/0000-0002-7919-4164>  
Муканов С.М. – <https://orcid.org/0000-0001-5189-1358>

### Citation/

библиографиялық сілтеме/  
библиографическая ссылка:

Zhakiev BS, Mukushev MM, Jakanov MK, Zhanabayev BK, Koysybayev AS, Mukanov SM. Comparative analysis of the use of indirect revascularization operations in patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome: randomized clinical study. West Kazakhstan Medical Journal. 2020;62(2):164–175.

Жакиев БС, Мукушев ММ, Джаканов МК, Жанабаев БК, Койшыбаев АС, Муканов СМ. Аяқ басының диабеттік синдромының іріңді-некротикалық асқынулары бар науқастарға тікелей емес реvascularизациялық операцияларды қолданудың салыстырмалы талдауы: рандомизирленген клиникалық зерттеу. West Kazakhstan Medical Journal. 2020;62(2):164–175.

Жакиев БС, Мукушев ММ, Джаканов МК, Жанабаев БК, Койшыбаев АС, Муканов СМ. Сравнительный анализ применения непрямых реvascularизирующих операций у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы: рандомизированное клиническое исследование. West Kazakhstan Medical Journal. 2020;62(2):164–175.

### Comparative analysis of the use of indirect revascularization operations in patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome: randomized clinical study

B.S. Zhakiev, M.M. Mukushev, M.K. Jakanov, B.K. Zhanabayev, A.S. Koysybayev, S.M. Mukanov  
West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan

**Purpose:** Compare the results of surgical methods of indirect revascularization of the lower extremities with conservative methods of treatment of patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome.

**Methods.** The study included 133 patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome, who were divided into the main group – 67 people and the control group - 66 patients. Studies were performed at admission on 7.14 and 21 days. Treatment began with the treatment of purulent foci on the foot, after which conservative therapy was prescribed. After the rehabilitation of the inflammatory process on the foot, the patients of the main group underwent surgical correction of the existing ischemia of the lower extremities.

Statistical data processing was performed using the STATISTICA 10.0 software package. The level of statistical confidence is  $p < 0.05$ .

**Results.** The analysis of outcomes revealed an improvement in tissue oxygenation by the third week of treatment by 46.1% ( $p < 0.001$ ) and 31.3% ( $p < 0.001$ ) in the main and control groups, which was 1.5 times.

Infiltration of the wound edges after applying osteoperforation with periarthral sympathectomy and soft tissue tunneling of the lower extremities resolved faster, on average by  $3.3 \pm 0.9$  days compared to the control group ( $p < 0.001$ ). In addition, the appearance of granulations in the wound for  $3.5 \pm 0.4$  days ( $p < 0.001$ ) and a decrease in foot edema for  $3.7 \pm 0.5$  days ( $p < 0.001$ ) was noted earlier than in the control group, epithelization of the wound occurred earlier by 2.9 days ( $p < 0.001$ ).

The frequency of high amputations decreased by an average of 2.8 times when compared with conservative methods of treatment with the preservation of the supporting foot in 87.8% of patients.

### Conclusions.

1. The application of indirect revascularization operations helps to improve tissue oxygenation in 1,5 times in comparison with conservative methods of treatment.
2. Normalization of the level of glycemia in patients of the main group occurred earlier by an average of 1 week compared to conservative methods of treatment.
3. The use of surgical correction can reduce the time of cleaning and the appearance of epithelization of wounds by 1.6 times, reduce the number of high amputations by 2.8 times..

**Keywords:** diabetes mellitus, diabetic foot, treatment, indirect revascularization.



Мукушев М.М.  
e-mail: mmanas@mail.ru

Received/  
Келіп түсті/  
Поступила:  
13.06.2019.

Accepted/  
Басылымға қабылданды/  
Принята к публикации:  
09.06.2020.

ISSN 2707-6180 (Print)  
© 2020 The Authors  
Published by West Kazakhstan Marat Ospanov  
Medical University

**Аяқ басының диабеттік синдромының ірінді-некротикалық асқынулары бар науқастарға тікелей емес реваскуляризациялық операцияларды қолданудың салыстырмалы талдауы: рандомизирленген клиникалық зерттеу**

Б.С. Жакиев, М.М. Мукушев, М.К. Джаканов, Б.К. Жанабаев, А.С. Койшыбаев, С.М. Муканов

Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан

**Мақсаты.** Аяқ басының диабеттік синдромының ірінді-некротикалық асқынулары бар науқастарды консервативті емдеу әдістерімен бірге аяқтың тікелей емес реваскуляризация жасаудың хирургиялық тәсілдерінің нәтижелерін салыстыру.

**Әдістері.** Зерттеуге аяқ басының диабеттік синдромының ірінді-некротикалық асқынулары бар 133 науқас енгізілді, негізгі топ – 67 адам және бақылау тобына – 66 науқас бөлінді. Зерттеулер науқастар ауруханаға түскен кезде 7,14 және 21 тәулікте орындалды. Науқастарды емдеу аяқ басындағы ірінді ошақтарды шағын манипуляцияларды жасау арқылы өндегеннен кейін консервативті терапия жүргізілді. Негізгі топтағы науқастарға аяқ басындағы қабыну процестеріне санация жасағаннан соң тікелей емес реваскуляризациялық операциялар қолдану арқылы хирургиялық коррекция жүргізілді.

Деректерді статистикалық өңдеу STATISTICA 10.0 бағдарламасының пакетін пайдалана отырып жүргізілді. Статистикалық нақтылық деңгейі -  $p < 0,05$ .

**Нәтижелер.** Зерттеу нәтижелерін талдау кезінде емдеу жүргізудің үшінші аптасында тіндерінің оксигенациясы негізгі және бақылау топтарында тиісінше 46,1%-ға ( $p < 0,001$ ) және 31,3%-ға ( $p < 0,001$ ) жақсарғандығы анықталды, бұл негізгі топта 1,5 есе артық екенін көрсетеді.

Остеоперфорацияны периартериалды симпатэктомиямен және аяқтардың жұмсақ тіндерін туннелирлеумен біріктіріп қолданғаннан кейін жара шеттерінің инфильтрациясы бақылау тобымен ( $p < 0,001$ ) салыстырғанда орташа  $3,3 \pm 0,9$  тәулікке ертерек жойылған. Сонымен қатар, негізгі топтағы науқастарда бақылау тобына қарағанда жара аймағындағы грануляция  $3,5 \pm 0,4$  тәулікке ( $p < 0,001$ ) тез пайда болуы, аяқтың ісінуінің  $3,7 \pm 0,5$  тәулікке ( $p < 0,001$ ) төмендеуі және жарадағы эпителизация 2,9 тәулікке ( $p < 0,001$ ) ерте болуы байқалды.

Жүргізілген кешенді емдеудің нәтижелерін талдау кезінде емдеудің консервативті әдістерімен салыстырғанда аяқ-қолдың жоғары ампутация жиілігінің орташа 2,8 есе төмендеуі байқалды және науқастардың 87,8%-да тірек табанын сақтап қалуға мүмкіндік туындады.

**Тұжырым.**

1. Тікелей емес реваскуляризациялық операцияларды қолдану консервативті емдеу әдістерімен салыстырғанда тіндердің оксигенациясы 1,5-есе тіндердің қанмен қамтамасыз етілуін жақсартуға ықпал етеді.

2. Гипергликемияның қалыпқа келуі тікелей емес реваскуляризациялық операциялардан кейін консервативті емдеу әдістерімен салыстырғанда орта есеппен 1 апта ерте басталады.

3. Хирургиялық коррекциядан кейін жараларды тазарту мерзімін 1,6 есе қысқартуға, жоғары ампутация санын 2,8 есеге төмендетуге мүмкіндік береді.

**Негізгі сөздер:** қант диабеті, аяқ басының диабеттік синдромы, емі, тікелей емес реваскуляризациялық операция.

**Сравнительный анализ применения непрямых реваскуляризирующих операций у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы: рандомизированное клиническое исследование**

Б.С. Жакиев, М.М. Мукушев, М.К. Джаканов, Б.К. Жанабаев, А.С. Койшыбаев, С.М. Муканов

Западно-Казахстанский медицинский университет им. Марата Оспанова, Ақтөбе, Казахстан

**Цель исследования.** Сравнить результаты хирургических способов непрямой реваскуляризации нижних конечностей с консервативными методами лечения больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы.

**Методы.** В исследование включено 133 больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы, 67 человек – основная группа и контрольная – 66 больных. Рандомизация выполнялась случайным образом. Исследования проводились при поступлении и на 7, 14 и 21 сутки. Лечение

начиналось с обработки гнойных очагов на стопе, после чего назначалась консервативная терапия. После санации пациентам основной группы проводилась хирургическая коррекция имеющейся ишемии нижних конечностей, путем применения не прямых реваскуляризирующих операций.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программы «STATISTICA 10.0». Различия считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты.** При анализе исходов выявлено улучшение оксигенации тканей к третьей неделе лечения на 46,1% ( $p < 0,001$ ) и 31,3% ( $p < 0,001$ ) в основной и контрольной группах, что составило 1,5 раза.

Инфильтрация краев раны после применения остеоперфорации с периаартериальной симпатэктомией и туннелированием мягких тканей нижних конечностей разрешалась быстрее, в среднем на  $3,3 \pm 0,9$  суток по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,001$ ). Кроме того, отмечалось ранее появление грануляций в ране на  $3,5 \pm 0,4$  суток ( $p < 0,001$ ) и снижение отека стопы на  $3,7 \pm 0,5$  суток ( $p < 0,001$ ), чем в контрольной группе, эпителизация раны наступала раньше на 2,9 суток ( $p < 0,001$ ).

Частота высоких ампутаций нижних конечностей сократилась в среднем в 2,8 раза при сравнении с консервативными методами лечения с сохранением опороспособной стопы у 87,8% больных.

**Выводы.** 1. Применение не прямых реваскуляризирующих операций способствует улучшению оксигенации тканей в 1,5 раза по сравнению с консервативными методами лечения.

2. Нормализация уровня гликемии у больных основной группы, наступала раньше в среднем на 1 неделю по сравнению с консервативными методами лечения.

3. Использование хирургической коррекции позволяет сократить сроки очищения и появления эпителизации ран в 1,6 раз, снизить количество высоких ампутаций в 2,8 раз.

**Ключевые слова:** сахарный диабет, диабетическая стопа, лечение, не прямая реваскуляризация.

## Введение.

Несмотря на большой прогресс медицинской науки за последние десятилетия, вопросы лечения больных с синдромом диабетической стопы до сих пор остаются одной из нестареющих проблем гнойной хирургии. Это связано с неуклонным ростом числа больных, страдающих сахарным диабетом.

Синдром диабетической стопы является самым драматичным осложнением сахарного диабета, так как в половине случаев заканчивается ампутацией и приводит к инвалидизации, наносящей значительный социально-экономический ущерб [1-5].

Диабетическая стопа развивается у 80% пациентов с сахарным диабетом с длительностью заболевания более 20 лет и не имеет тенденции к снижению [6, 7]. Синдром диабетической стопы в 25% случаев требует стационарного лечения и по этому показателю он превышает другие осложнения сахарного диабета.

Развитие гангрены конечности служит показанием к ампутации, которая является наиболее распространенной хирургической операцией при синдроме диабетической стопы и чаще всего проводится на уровне бедра, непосредственно после которой летальность доходит до 25%, при этом в течение 5 лет после операции возрастает вероятность развития соответствующих изменений другой конечности, сопровождающаяся смертностью, достигающей 68% [8, 9].

За последние 20 лет отношение к ампутациям изменилось в сторону максимально возможного сохранения конечности. Поэтому, снижение процента высоких ампутаций у больных с диабетической стопой является основной задачей лечения при этой патологии.

Исходя из принципов патогенеза синдрома диабетической стопы, успех лечения невозможен без улучшения кровообращения и устранения гемодинамических нарушений в пораженной конечности. Периферическое поражение сосудистого русла, характерное для больных сахарным диабетом, затрудняет проведение дистальных шунтирующих реконструкций на сосудах и в таких случаях устранить ишемию возможно при выполнении не прямой реваскуляризации [10-13].

В самых первых попытках восстановления кровотока в окклюзированных артериях нижних конечностей была использована методика прямого удаления измененной интимы [14]. Был период массового увлечения данной методикой с ее разновидностями. Затем с появлением новых адекватных пластических материалов ангиохирурги перешли к шунтирующим операциям. Однако накопленный опыт использования даже лучших разновидностей сосудистых протезов показал, что результаты шунтирующих операций, особенно в отдаленные сроки, весьма далеки от совершенства.

Несмотря на достигнутые успехи, неудовлетворительные результаты при шунтирующих операциях составляют 34%-63,5% [15]. Периодически возникает потребность в повторных операциях, что представляет определенные трудности при использовании любого пластического материала. Значительной части пациентов вообще отказывают в реконструктивной операции при диффузном поражении артериального русла нижних конечностей с плохими путями оттока, а также, из-за отсутствия адекватного пластического материала для дистальных реконструкций. С широким внедрением в практику операций аортокоронарного шунтирования возникает проблема сохранности аутоветны. «Многоэтажное» поражение артериального русла требует и «многоэтажных» реконструкций, что при использовании традиционных шунтирующих операций сопряжено с повышенным объемом операции и ее травматичностью.

Многообразие методик лечения диабетической стопы свидетельствует о малой и недостаточной их эффективности, а порой и отсутствия последней. Поэтому повышение эффективности лечения синдрома диабетической стопы является актуальной и социально значимой медицинской проблемой.

Целью нашего исследования является сравнение результатов хирургических способов непрямого реваскуляризации нижних конечностей с консервативными методами лечения больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы.

#### Методы

Для сравнения результатов лечения в исследование были включены 133 больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы, получавших лечение в отделении общей хирургии Медицинского центра Западно-Казахстанского государственного медицинского университета имени Марата Оспанова с января 2012 по декабрь 2015 гг., являвшегося в этот период центром по оказанию помощи данной категории больных. Из них, у 66 (49,6%) пациентов проводилось комплексное лечение, включавшее консервативное лечение и сочетанное применение хирургических способов непрямого реваскуляризации нижних конечностей, включавшее остеоперфорацию голени в сочетании с туннелированием мягких тканей нижних конечностей и периаартериальной симпатэктомией - эти пациенты составили основную группу, а 67 (50,4%) больным проводилась только консервативная терапия (контрольная группа).

Конечной точкой оценки эффективности лечения было определение эффективности хирургических способов лечения синдрома диабетической стопы, при сравнении их с консервативными методами лечения. Дополнительно проводился анализ изменения гликемии и улучшения оксигенации тканей конечностей, на которые проводилось воздействие.

На основании ранее опубликованных исследований по диабетической стопе, распространенность в

популяции синдрома диабетической стопы составляет 4-5%, а наличие гнойно-некротических изменений в тканях стопы отмечаются у 60-80% больных синдромом диабетической стопы [1-3]. Был рассчитан необходимый объем выборки: при 95% уровне достоверности и 80% мощности необходимое число больных должно составить не менее 131 больных.

Дизайн исследования: одноцентровое рандомизированное контролируемое исследование. Обе группы были сопоставимы и однородны по возрасту и полу. Рандомизация выполнялась случайным образом. Ввиду специфичности хирургических вмешательств «ослепление» или «маскирование» не применялось (Схема 1).

Критерием включения в исследование служили: наличие ишемической и нейроишемической форм синдрома диабетической стопы с гнойно-некротическими осложнениями, а также невозможность выполнения прямых сосудистых операций ввиду многоэтажного поражения сосудистого русла, тяжелое исходное состояние, дистальное поражение сосудистого русла пораженной конечности. В исследование не включались пациенты с нейропатической формой ввиду особенностей патогенеза, а также пациенты с влажной или сухой гангреной стопы с переходом на голень, которым требовалась только высокая ампутация (5 степень по F.Wagner).

Возрастной состав больных основной и контрольной групп был примерно одинаковый ( $p=0,929$ ). Возраст больных колебался от 38 лет до 83 лет. При распределении больных по возрасту выявлено, что наиболее многочисленную группу пациентов составили больные в возрасте 51-60 и 61-70 лет – 28,6% и 30,8% соответственно. Лица моложе 40 лет страдающие синдромом диабетической стопы составили только 4,5%, (таблица 1).

Длительность сахарного диабета колебалась от нескольких месяцев до 32 лет. У 28 (21%) больных сахарный диабет был впервые выявлен при поступлении в стационар.

У подавляющего большинства больных обеих групп сопутствующей патологией явилась гипертоническая болезнь II и III стадии, которая в общей сложности, встречалась у 114 (86%) больных. Следующей по частоте сопутствующей патологией была ИБС, стабильная стенокардия – у 81 (61,3%) пациентов основной и контрольной групп. Кроме того, у 30 (23,1%) больных было сочетание этих заболеваний. Другие хронические заболевания в фазе ремиссии (бронхиальная астма, хронические обструктивные заболевания легких, панкреатит, холецистит, гастрит и другие) отмечались в 53 (39,8%) случаях.

Гнойно-некротические поражения стоп, встречающиеся у пациентов, можно классифицировать как язвы, флегмоны, гангрена, остеомиелит костей стопы. По глубине деструктивных изменений распределение пациентов представлено в таблице 2. Для определения глубины и распространенности гнойно-некротическо-

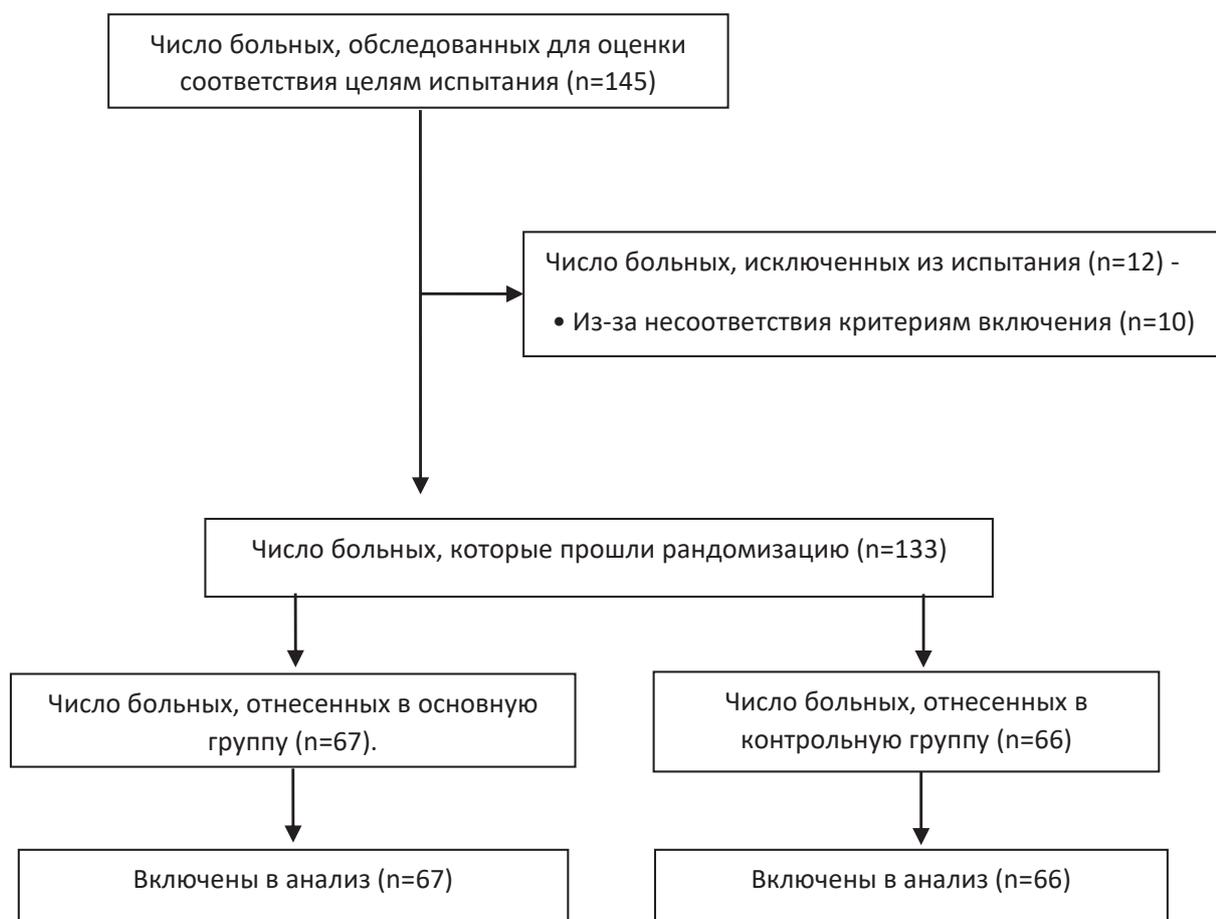
го поражения стопы пользовались наиболее удобной в повседневной практике хирурга классификацией F.Wagner (таблица 3). Все больные имели 2-4 степень поражения. Пациенты с 5 степенью поражения требовали первичную высокую ампутацию и в исследование не включались.

По характеру поражения сосудистого русла патология бедренных артерий встречалась у 17 пациентов, что составило 12,8% от общего числа больных, поражения подколенных артерий - у 35 (26,3%) больных. Окклюзионные поражения на уровне берцовых артерий отмечалось у 54 (40,6%) пациентов. Многоэтажное поражение сосудистого русла нижних конечностей выявлено было у 27 (20,3%) пациентов. Вышесказанное соответствует данным других авторов о преобладании поражения берцовых артерий среди больных с синдромом диабетической стопы, иначе именуемое в литературе, как «болезнь берцовых артерий» [15, 16].

Проводимое всем пациентам обеих групп консервативное лечение включало в себя: препараты инсулина короткого и продленного действия – актропид, протофан, хумулин НПХ, Лантус; антикоагулянтную терапию – гепарин, фраксипарин, клексан; антиагреганты – тромбо-АСС, плавикс, курантил; спазмолитики – но-шпа, галидор, платифиллин, папаверин;

препараты улучшающие реологические свойства крови – реополиглюкин, декстран, трентал, рефорган; препараты простагландина Е – вазaproстан, альпростан; антибактериальную терапию широкого спектра действия, в последующем назначенную с учетом антибиотикограммы; иммуномодулирующие препараты – тималин, Т-активин; антиоксидантную терапию – витамины А и Е, мексидол; препараты улучшающие метаболизм в тканях – витамины группы В, актовегин, солкосерил и симптоматическую терапию с учетом сопутствующей патологии.

Лечение больных обеих групп начиналось с обработки гнойных очагов путем проведения малых операций на стопе, заключавшихся в экзартикуляции пальцев, вскрытия флегмон, некрэктомии, дистальных ампутаций стопы. При выполнении этих операций мы руководствовались следующими принципами: полное удаление некротических тканей; предотвращение распространения инфекции на проксимальные отделы конечности; предельно возможное сохранение опорной функции пораженной конечности. При наличии критической ишемии до появления линии демаркации удаляли только лишь явно некротизированные ткани. Одновременно всем больным обеих групп назначалась консервативная терапия, включавшая препара-



Блок схема 1. Схема проведения исследования (CONSORT)  
Block diagram 1. Scheme of the study (CONSORT)

Таблица 1. Исходные характеристики пациентов основной и контрольной групп

Переменные	Количество больных		p	
	Основная группа (n-66)	Контрольная группа (n-67)		
Возраст	До 40 лет	3 (4,5%)	3 (4,5%)	p=0,929
	40-50 лет	13 (19,7%)	13 (19,4%)	
	51-60 лет	19 (28,8%)	19 (28,4%)	
	61-70 лет	21 (31,8%)	20 (29,9%)	
	Старше 70 лет	10 (15,2%)	12 (17,8%)	
Пол	мужской	35 (53%)	33 (49,3%)	p=0,663
Уровень поражения сосудистого русла	Берцовые артерии	27 (20,3%)	27 (20,3%)	p=0,989
	Подколенные артерии	17 (13%)	18 (13,5%)	
	Бедренные артерии	8 (6%)	9 (6,8%)	
	Многоэтажное поражение	14 (11%)	13 (9,8%)	

Таблица 2. Формы гнойно-некротических поражений и их частота

Гнойно-некротические поражения стоп	Основная группа (n-66)		Контрольная группа (n-67)		Всего(n-133)		p
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	
Гангрена пальцев	13	19,6	10	14,9	23	17,3	p=0,466
Гангрена стопы	12	18,2	10	14,9	22	16,5	p=0,613
Флегмона стопы	26	39,4	24	35,8	50	7,6	p=0,670
Остеомиелит костей стопы	5	7,6	3	4,5	8	6	p=0,452
Без трофических нарушений	0	0	1	1,5	1	0,8	p=0,319
Язвы трофические	10	15,2	19	28,4	29	21,8	p=0,065

Таблица 3. Степени гнойно-некротического поражения мягких тканей при синдроме диабетической стопы (по F.Wagner, 1979 г.).

Степень	Клиническая характеристика
0	язвенный дефект отсутствует, но есть сухость кожи, клювовидная деформация пальцев, выступание головок метатарзальных костей, другие костные и суставные аномалии
1	поверхностная язва без признаков инфицирования
2	глубокая язва, обычно инфицированная, но без вовлечения в процесс костной ткани
3	глубокая язва с образованием абсцесса и вовлечением в процесс костной ткани
4	ограниченная гангрена (пальцев или части стопы)
5	гангрена всей стопы

ты инсулина, антикоагулянтную, антиагрегантную и спазмолитическую терапии, препараты, улучшающие реологические свойства крови, препараты простагландина E, антибактериальную терапию широкого спектра действия до получения результатов бактериологического исследования, применение иммуномодулирующих препаратов, антиоксидантную терапию, препаратов улучшающих метаболизм в тканях и симптоматическую терапию с учетом сопутствующей патологии.

Несмотря на большое количество изделий для

местного лечения раны (перевязочные материалы, мази и др.), эффективность подавляющего большинства из них не подтверждена. Применялись следующие компоненты местного лечения:

- регулярное промывание струей физиологического раствора или антисептических растворов, что уменьшает обсемененность раневой поверхности;
- специальные повязки, не допускающие высыхания раны;
- регулярные этапные некрэктомии.

После санации воспалительного процесса на сто-

пе больным основной группы проводилась хирургическая коррекция имеющейся ишемии нижних конечностей путем применения сочетания методов не прямой реваскуляризации: периаартериальной симпатэктоми, туннелирования мягких тканей бедра и голени, остеоперфорации большеберцовой кости.

Неэффективность консервативной терапии, наличие тяжелой сопутствующей патологии, невозможность проведения реконструктивных методов лечения явились основными показаниями для не прямой реваскуляризации.

Оптимизация не прямой реваскуляризации достигалась одновременным выполнением периаартериальной симпатэктоми, реваскуляризирующей остеоперфорации на голени по методике Зусмановича [17] с туннелированием мягких тканей передне-боковых поверхностей бедра и задней поверхности голени по Ишенину [18], что обеспечивает дополнительный приток крови в мышечные каналы из фрезевых отверстий в кости в мягкие ткани.

Для оценки результатов лечения использовали такие критерии, как: динамика гликемического профиля и изменения оксигенации тканей пораженной конечности, определяемые на 7, 14, 21 сутки, а также местные проявления со стороны ран, исходы лечения, сроки пребывания больных в стационаре.

Динамика гликемического профиля также контролировалась на 7, 14, 21 сутки.

У всех больных в до- и послеоперационном периодах изучались показатели транскутанного напряжения кислорода в тканях стопы на 7, 14, 21 сутки. Исследование проводилось с помощью аппарата TCM-222 фирмы "RADIOMETER" (Дания). Измерение выполняли на тыле стопы в области первого межпальцевого промежутка в горизонтальном положении конечности, либо в других участках конечности. Определение транскутанного напряжения кислорода начинали проводить через 15 минут после наложения электрода.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программы «STATISTICA 10.0.». Проверку нулевой гипотезы об отсутствии раз-

личий между наблюдаемым распределением признака и теоретическим ожидаемым нормальным распределением выполняли с использованием W-критерия Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk's W-test). Оценку различий между выборками по качественным показателям проводили с помощью критерия Хи-квадрат Пирсона. Сравнительный анализ для двух независимых групп проводился с помощью критерия Манна-Уитни. Для сравнения количественных признаков трех или более связанных выборок использовали критерий Фридмана, для сравнения двух зависимых групп - критерий Уилкоксона. Различия считали статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

### Результаты

В процессе лечения проводилось исследование содержания глюкозы в крови, наглядно иллюстрирующее эффективность проводимого лечения. Как представлено в таблице 4, при поступлении у всех пациентов отмечались высокие показатели глюкозы в крови. В процессе лечения, в основной группе больных снижение показателей гликемии наступало быстрее. Так, в основной группе через 7 суток от начала лечения уровень гликемии составил  $12,2 \pm 1,8$  ммоль/л при ишемической форме и  $13,4 \pm 1,7$  ммоль/л при нейроишемической форме, тогда как в контрольной группе снижение глюкозы до этих цифр наступало позже на одну неделю – при ишемической форме  $11,9 \pm 1,7$  ммоль/л и при нейроишемической форме  $12,4 \pm 1,8$  ммоль/л ( $p < 0,001$ ). Через 21 день уровень гликемии в обеих группах выровнялся. При анализе разности между показателями при поступлении и в динамике лечения выявлено (таблица 6), что нормализация показателей гликемии в основной группе наступала раньше, нежели в контрольной, в среднем для ишемической формы в 1,2 раза ( $p = 0,024$ ) и для нейроишемической – 1,1 раза ( $p = 0,001$ ).

Проведя анализ данных, полученных при измерении оксигенации тканей стоп, после проведения периаартериальной симпатэктоми в сочетании с туннелированием мышц бедра и голени и остеоперфора-

Таблица 4. Динамика гликемии контрольной и основной группах в процессе лечения

Форма синдрома диабетической стопы	Показатели гликемии в контрольной группе, ммоль/л					
	При поступлении	После начала лечения				p
		7 сутки	14 суки	21 сутки		
Ишемическая	$16,6 \pm 1,8$	$14,8 \pm 1,8$	$11,9 \pm 1,7$	$7,9 \pm 1,2$	$p < 0,001$	
Нейро-ишемическая	$17,3 \pm 1,7$	$15,4 \pm 1,6$	$12,4 \pm 1,8$	$7,6 \pm 1,8$	$p < 0,001$	
	Показатели гликемии в основной группе, ммоль/л					
Ишемическая	$18,1 \pm 2,3$	$12,2 \pm 1,8$	$10,1 \pm 1,7$	$7,6 \pm 1,9$	$p < 0,001$	
Нейро-ишемическая	$17,2 \pm 1,8$	$13,4 \pm 1,7$	$10,5 \pm 1,6$	$7,5 \pm 1,6$	$p < 0,001$	

ции голени, выявлен хороший прирост оксигенации при сравнении с контрольной группой (таблица 5). У больных обеих групп, независимо от формы синдрома диабетической стопы, при поступлении оксигенация тканей была критически низкой. Так, у больных основной группы с ишемической формой синдрома диабетической стопы оксигенация была  $23,1 \pm 1,9$  мм.рт.ст., в контрольной группе –  $22,7 \pm 1,7$  мм.рт.ст. При нейроишемической форме в основной группе показатель оксигенации равнялся  $23,2 \pm 1,9$  мм.рт.ст., в контрольной –  $23,3 \pm 1,6$  мм.рт.ст. Через неделю после проведенного оперативного лечения в основной группе отмечалось увеличение показателя на  $23,3\%$  ( $p < 0,001$ ) и составил  $28,5 \pm 1,8$  мм.рт.ст, тогда как в контрольной группе прирост этого показателя составил лишь  $6,6\%$  –  $24,2 \pm 1,8$  мм.рт.ст. В динамике на 21 сутки после начала лечения напряжение кислорода продолжало на-

растать и у больных основной группы этот показатель достиг  $31,4 \pm 2,2$  мм.рт.ст, что в 1,2 раза больше чем в контрольной ( $p < 0,001$ ) –  $27,4 \pm 1,7$  мм.рт.ст. При нейроишемической форме в основной группе на 7 сутки оксигенация улучшилась до  $27,1 \pm 1,9$  мм.рт.ст или на  $16,3\%$  ( $p < 0,001$ ) при сравнении с исходными данными, тогда как в контрольной группе прирост составил  $8,2\%$  или  $25,2 \pm 1,7$  мм.рт.ст и к третьей неделе лечения показатель напряжения кислорода составил  $33,9 \pm 2,2$  мм.рт.ст, повысился на  $46,1\%$  ( $p < 0,001$ ), а в контрольной группе  $30,6 \pm 2,2$  мм.рт.ст или  $31,3\%$  ( $p < 0,001$ ) соответственно. При проведении анализа разности между достигнутыми показателями в процессе лечения выявлен прирост оксигенации в 1,5 раза при сравнении с контрольной группой ( $p < 0,001$ ) (таблица 7).

Как представлено в таблице 8, инфильтрация краев раны после сочетанного применения остеоперфора-

Таблица 5. Показатели оксигенации кожи тыла стопы при различных формах СДС в контрольной и основной группах

Форма синдрома диабетической стопы	ТсрО <sub>2</sub> мм.рт.ст. в контрольной группе				
	При поступлении	После начала лечения			p
		7 сутки	14 суки	21 сутки	
Ишемическая	$22,7 \pm 1,7$	$24,2 \pm 1,8$	$27,4 \pm 1,7$	$31,5 \pm 2,2$	$p < 0,001$
Нейро-ишемическая	$23,3 \pm 1,6$	$25,2 \pm 1,7$	$26,1 \pm 1,7$	$30,6 \pm 2,2$	$p < 0,001$
ТсрО <sub>2</sub> мм.рт.ст. в основной группе					
Ишемическая	$23,1 \pm 1,9$	$28,5 \pm 1,8$	$31,4 \pm 2,2$	$35,4 \pm 2,1$	$p < 0,001$
Нейро-ишемическая	$23,2 \pm 1,9$	$27,1 \pm 1,9$	$31,3 \pm 2,1$	$33,9 \pm 2,2$	$p < 0,001$

Таблица 6. Показатели разности гликемического профиля в основной и контрольной группах

Группы	Основная		Δ, p	Контрольная		Δ, p
	При поступ	7 сутки		При поступ	7 сутки	
Глюкоза крови ИФ	$18,1 \pm 2,3$	$12,2 \pm 1,8$	-1,9 $p = 0,132$	$16,6 \pm 1,8$	$14,8 \pm 1,8$	-1,2 $p = 0,132$
Глюкоза крови НИФ	$17,2 \pm 1,8$	$13,4 \pm 1,7$	-2 $p = 0,194$	$17,3 \pm 1,7$	$15,4 \pm 1,6$	-1,4 $p = 0,194$
Группы	Основная		Δ, p	Контрольная		Δ, p
	При поступ	14 сутки		При поступ	14 сутки	
Глюкоза крови ИФ	$18,1 \pm 2,3$	$10,1 \pm 1,7$	-4,8 $p = 0,019$	$16,6 \pm 1,8$	$11,9 \pm 1,7$	-3,4 $p = 0,019$
Глюкоза крови НИФ	$17,2 \pm 1,8$	$10,5 \pm 1,6$	-4,9 $p = 0,010$	$17,3 \pm 1,7$	$12,4 \pm 1,8$	-3,6 $p = 0,009$
Группы	Основная		Δ, p	Контрольная		Δ, p
	При поступ	21 сутки		При поступ	21 сутки	
Глюкоза крови ИФ	$18,1 \pm 2,3$	$7,6 \pm 1,9$	-8,2 $p = 0,024$	$16,6 \pm 1,8$	$7,9 \pm 1,2$	-7,2 $p = 0,023$
Глюкоза крови НИФ	$17,2 \pm 1,8$	$7,5 \pm 1,6$	-8,3 $p = 0,001$	$17,3 \pm 1,7$	$7,6 \pm 1,8$	-9,8 $p = 0,001$

ции с периаартериальной симпатэктомией и туннелированием мягких тканей нижних конечностей разрешалась быстрее, так в основной группе – на  $9,6 \pm 1,8$  и на  $12,9 \pm 2,7$  суток в контрольной группе, т.е. в среднем на  $3,3 \pm 0,9$  суток раньше ( $p < 0,001$ ). Кроме того, отмечалось быстрое появление грануляций в ране, на  $8,3 \pm 2,0$  сутки в основной группе и  $11,8 \pm 1,63$  сутки в контрольной группе, т.е. на  $3,5 \pm 0,4$  суток ( $p < 0,001$ ) и снижение отека стопы наблюдалось в основной группе на  $6,6 \pm 1,9$  сутки, а в контрольной группе лишь на  $10,3 \pm 2,4$  сутки, т.е. на  $3,7 \pm 0,5$  суток быстрее ( $p < 0,001$ ), чем в контрольной группе. Также в основной группе эпителизация раны наступала на  $15 \pm 2,0$  сутки, тогда как в контрольной группе лишь на  $17,9 \pm 2$  сутки ( $p < 0,001$ ).

Количество инвалидирующих высоких ампутаций на бедре в основной группе было выполнено 8 больным, тогда как в контрольной группе 23 больным, что обусловлено прогрессирующим течением основного процесса, исходным тяжелым состоянием ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, у больных основной группы количество высоких ампутаций на нижних конечностях сократилось в 2,8 раз по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,001$ ).

В основной группе сроки пребывания больных в стационаре составили в среднем  $20,3 \pm 1,5$  койко-дня, в контрольной группе –  $26,2 \pm 1,8$  койко-дня, что на  $5,9 \pm 0,3$  койко-день больше, чем в основной группе ( $p < 0,001$ ).

### Обсуждение

Основной целью хирургического лечения гнойно-некротических проявлений синдрома диабетической

стой стопы является сохранение конечности и жизни больного. Поскольку патогенез нейропатической и ишемической форм синдрома диабетической стопы различен, то проводимая терапия должна быть патогенетической и хирургическая тактика отличаться коренным образом. Отмечено, что при ишемической форме синдрома диабетической стопы с некрозами в дистальных отделах стопы хирургические операции, выполняемые в ранние сроки, еще до появления зоны демаркации, приводят почти всегда к прогрессированию зоны некроза и опасны развитием влажной гангрены [19, 20].

Кроме того, сложность проведения оперативных вмешательств на магистральных артериях нижних конечностей у больных сахарным диабетом с гнойно-некротическим поражением стоп связана с декомпенсацией сахарного диабета, наличием у пожилых больных сопутствующих заболеваний и высокой частотой развития послеоперационных осложнений [21, 22].

Также следует отметить, что с каждым годом количество больных с гнойно-некротическими осложнениями, требующих лечения в хирургическом стационаре увеличивается.

Многокомпонентное лечение пациентов с гнойно-некротическими поражениями ишемической и нейроишемической формы синдрома диабетической стопы состояло из консервативных и хирургических мероприятий:

1. Компенсация углеводного обмена и лечение сопутствующих заболеваний.
2. Системная антибактериальная, антитромботическая и вазопротекторная терапия.
3. Местное лечение ран и разгрузка стопы.

Таблица 7. Показатели разности оксигенации в основной и контрольной группах

Группы	Основная		Δ, р	Контрольная		Δ, р
	При поступ	7 сутки		При поступ	7 сутки	
Оксигенация крови ИФ	$23,1 \pm 1,9$	$28,5 \pm 1,8$	$+1,2$ $p=0,540$	$22,7 \pm 1,7$	$24,2 \pm 1,8$	$+1$ $p=0,539$
Оксигенация крови НИФ	$23,2 \pm 1,9$	$27,1 \pm 1,9$	$+2$ $p=0,194$	$23,3 \pm 1,6$	$25,2 \pm 1,7$	$+1$ $p=0,011$

Группы	Основная		Δ, р	Контрольная		Δ, р
	При поступ	14 сутки		При поступ	14 сутки	
Оксигенация крови ИФ	$23,1 \pm 1,9$	$31,4 \pm 2,2$	$+5,6$ $p=0,019$	$22,7 \pm 1,7$	$27,4 \pm 1,7$	$+4,7$ $p=0,019$
Оксигенация крови НИФ	$23,2 \pm 1,9$	$31,3 \pm 2,1$	$+4,7$ $p < 0,001$	$23,3 \pm 1,6$	$26,1 \pm 1,7$	$+2,7$ $p=0,009$

Группы	Основная		Δ, р	Контрольная		Δ, р
	При поступ	21 сутки		При поступ	21 сутки	
Оксигенация крови ИФ	$23,1 \pm 1,9$	$35,4 \pm 2,1$	$+9,9$ $p=0,057$	$22,7 \pm 1,7$	$31,5 \pm 2,2$	$+9,1$ $p=0,057$
Оксигенация крови НИФ	$23,2 \pm 1,9$	$33,9 \pm 2,2$	$+9,1$ $p < 0,001$	$23,3 \pm 1,6$	$30,6 \pm 2,2$	$+7,3$ $p < 0,001$

Таблица 8. Динамика заживления ран у больных основной и контрольной групп.

Показатели	Основная группа (n-66)	Контрольная группа (n-67)	p
Исчезновение инфильтрации краев раны (сутки)	9,6±1,8	12,9±2,7	p<0,001
Исчезновение отека стопы (сутки)	6,6±1,9	10,3±2,4	p<0,001
Сроки очищения ран (сутки)	6,7±1,6	10,8±1,8	p<0,001
Время появления грануляций (сутки)	8,3±2,0	11,8±1,63	p<0,001
Время появления эпителизации (сутки)	15,0±2,0	17,9±2	p<0,001

Таблица 9. Исходы лечения

Исход	Основная группа (n-66)	Контрольная группа (n-67)	p
	абс. (%)	абс. (%)	
Количество повторных операций и «малые» ампутации на стопе	45 (68,2%)	44 (65,7%)	p=0,131
Высокие ампутации на бедре	8 (12,2%)	23 (34,3%)	p=0,002

4. Хирургическое лечение гнойно-некротического очага стопы.

5. Сочетание непрямых реваскуляризирующих операций.

Лечение начиналось с хирургической обработки гнойно-некротического очага с целью предотвращения распространения инфекции на проксимальные отделы конечности и предельно возможное сохранение опорной функции пораженной конечности.

В настоящем исследовании при клинической оценке раневого процесса после применения хирургических методов коррекции отмечена положительная динамика. Она выражалась в ранней нормализации цвета кожных покровов, потеплении стопы, купировании перифокального воспаления в виде исчезновения отека стопы и инфильтрации тканей, появлении четкой линии демаркации, грануляций и эпителизации раневой поверхности, что свидетельствует об улучшении регионарного кровотока и согласуется с ранее проведенными исследованиями других авторов.

Ни у кого сейчас не вызывает сомнения тот факт, что именно реконструктивное вмешательство на сосудах конечности является оптимальным способом лечения данной патологии. Однако реконструктивную операцию или ангиопластику у пациентов с тяжелой ангиопатией возможно выполнить не более, чем у 75% пациентов. Использование способов не прямой реваскуляризации расширило диапазон сосудистой хирургии, позволив проводить улучшение артериального кровотока у больных, которым до недавнего времени было возможно лишь проведение консервативного лечения [7, 9, 10].

Однако непрямые методы реваскуляризации нижних конечностей при диабетической ангиопатии до настоящего времени не получили широкого распространения.

Нами при проведении объективных методов исследования регионарного кровотока в конечностях выявлено положительное влияние непрямых реваскуляризирующих операций по сравнению с консерва-

тивными методами лечения.

Наиболее значимые отличия в сравниваемых группах были выявлены при определении оксигенации тканей, исходам лечения и срокам пребывания больных в стационаре. Оксигенация кожи стопы у всех больных при поступлении была низкая, что свидетельствовало о критической ишемии. После проведенных оперативных вмешательств выявлено хорошее корригирующее влияние предлагаемой методики лечения. При нейроишемической форме в основной группе к третьей неделе лечения показатель напряжения кислорода вырос на 46,1% (p<0,001) в основной и на 31,3% (p<0,001) контрольной группах.

Таким образом, применение непрямых реваскуляризирующих операций, направленных на стимуляцию коллатерального кровотока в нижней конечности с адекватной компенсацией кровообращения в пораженной стопе, позволило перевести раневой процесс из затяжной хронической формы в нормальное течение, а также добиться самостоятельного заживления ран у больных.

Характер и объем хирургического лечения гнойно-некротических поражений стопы представлен в таблице 9.

В зависимости от уровня гнойно-некротического поражения стоп требовались различные многоэтапные операции, направленные на первичную санацию очага и в последующем на окончательную санацию и пластику раневой поверхности. Хирургическое лечение пораженной стопы у 13 (19,6%) пациентов основной группы носило одноэтапный характер, у 45 (68,2%) – многоэтапный. Всего выполнено 53 (80,4%) хирургических обработок (включая повторные операции и ампутации) гнойно-некротического очага. У 8 (12,2%) больных в связи с выраженной воспалительной реакцией и влажным характером поражения стопы и прогрессированием процесса в последующем выполнена высокая ампутация на уровне бедра.

По литературным данным, совершенствование тактики диагностики и лечения больных с синдромом

диабетической стопы позволяет снизить частоту ампутаций у больных на 43-85% [9, 17]. Сравнение данных мировой статистики и результатов ведущих лечебных учреждений Российской Федерации и Республики Казахстан показывает, что процент высоких ампутаций остается достаточно высоким – 74,6%, поскольку отсутствует четкая хирургическая тактика [4, 5, 20].

На основании проведенных исследований выявлено, что у пациентов с диабетической стопой методы непрямого ревазуляризации существенно улучшают тканевую кровоток, не затрагивая систему магистрального кровотока, и дают быстрый и выраженный непосредственный положительный результат.

Исходя из методики проведения данных операций, выполнение их возможно на разных уровнях стационаров. Кроме того, малая травматичность предлагаемого оперативного вмешательства позволяет использовать его у широкого круга больных с сахарным диабетом. Также, учитывая изменения микроциркуляции и реологии в пораженных конечностях, будет закономерной и нормализация системы перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты организма [18].

В данном исследовании проводился анализ результатов лечения пациентов, полученных только за период нахождения больных в стационаре непосредственно после выполнения оперативного вмешательства. Согласно данным ранее проведенных исследований, эффект от непрямого ревазуляризирующих операций развивается постепенно с течением времени и полный эффект наступает через более длительный, чем стационарный, период времени [17, 18]. Таким образом, с целью изучения отдаленных результатов непря-

ревазуляризирующих операций в комплексном лечении больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы нами предполагается дальнейшее наблюдение за больными в течение 4-5 лет. При этом пациенты будут активно вызываться для проведения контрольного обследования через 6 и 12 месяцев после выписки, а затем ежегодно.

#### Выводы:

1. Результаты лечения больных с синдромом диабетической стопы показывают, что хирургические способы непрямого ревазуляризации нижних конечностей имеют явные преимущества перед консервативными методами лечения.

2. Применение непрямого ревазуляризирующих операций на нижних конечностях при гнойно-некротических осложнениях синдрома диабетической стопы способствует улучшению кровоснабжения тканей, заключающееся в увеличении оксигенации тканей в 1,5 раза по сравнению с консервативными методами лечения.

3. Нормализация уровня гликемии, наблюдающаяся у больных после применения непрямого ревазуляризации, наступала раньше в среднем на 1 неделю по сравнению с консервативными методами лечения.

4. Использование остеоперфорации в сочетании с периартериальной симпатэктомией и туннелированием мышц голени позволяет сократить сроки очищения и появления эпителизации ран в 1,6 раз, снизить количество инвалидирующих высоких ампутаций нижних конечностей в 2,8 раз.

#### Список литературы:

1. Дедов ИИ, Шестакова МВ. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. 7-й выпуск. М.: УП ПРИНТ, 2015;168.  
*Dedov II, Shestakova MV. Standards of specialized diabetes care. 7th Edition. M.: UP PRINT, 2015;168. (In Russian)*
2. Белозерцева ЮП, Курлаев ПП, Есипов ВК, Гриценко ВА. Опыт лечения гнойно- некротических осложнений синдрома диабетической стопы с применением оригинальной хирургической методики на фоне целенаправленной антибиотикотерапии. Креативная хирургия и онкология. 2014;3:67–69.  
*Belozertseva YP, Kurlaev PP, Esipov VK, Gritsenko VA. Experience in the treatment of purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome with the using of the original surgical method in the combination with a targeted antibiotic therapy. Creative surgery and oncology. 2014;3:67–69. (In Russian)*
3. Бенсман ВМ. Хирургия гнойно-некротических осложнений диабетической стопы. Руководство для врачей. Второе переработанное и дополненное издание. М.: Медпрактика 2015;496с.  
*Bensman VM. Hirurgija gnojno-nekroticheskikh oslozhnenij diabeticheskoy stopy. Rukovodstvo dlja vrachej. Vtoroe pererabotannoe i dopolnennoe izdanie. M.: Medpraktika. 2015;496s. (In Russian)*
4. Галстян ГР, Токмакова АЮ, Егорова ДН, Митиш ВА, Пасхалова ЮС, Анциферов МБ, Комелягина ЕЮ, Удовиченко ОВ, Гурьева ИВ, Береговский ВБ, Ерошкин ИА, Ерошенко АВ, Ерошенко АВ. Клинические рекомендации по диагностике и лечению синдрома диабетической стопы. Раны и раневые инфекции. 2015;3:63–83.  
*Galstyan GR, Tokmakova AYU, Egorova DN, Mitish VA, Paskhalova YuS, Antsiferov MB, Komelyagina EYu, Udovichenko OV, Gur'eva IV, Bregovskiy VB, Eroshkin IA, Eroshenko AV, Eroshenko AV. Clinical guidelines for diagnosis and treatment of diabetic foot syndrome. Wounds and wound infections the Prof. B.M. Kostyuchenok journal. 2015;3:63–83. (In Russian)*
5. Давиденко ОП. Синдром диабетической стопы. Его роль и место в современной диабетологии (обзор литературы). Медицина и образование в Сибири: электронный журнал. 2014;5:45–47.  
*Davidenko OP. Syndrome of diabetic foot. its role and place in modern diabetology (of literature review). Medicine and education in Siberia. Network scientific edition. 2014;5:45–47. (In Russian)*
6. Балацкий ОА, Павлиашвили ГВ, Федотов ИВ, Щербань ЮВ, Рузанов ИС, Смоляк ЕА. Ближайшие и отдалённые результаты эндоваскулярного лечения пациентов с синдромом диабетической стопы. Медицинский вестник Башкортостана. 2013;6(38):76–78.  
*Balatskiy OA, Pavliashvili GB, Fedotov IV, Shcherban YuV, Ruzanov IS, Smolyak EA. Immediate and remote results of the endovascular treatment of patients with diabetic foot syndrome. Bashkortostan Medical Journal. 2013;6(38):76–78. (In Russian)*
7. Бархатова НА. Влияние ангиотропной терапии и непрямого ревазуляризации конечностей на течение и прогноз при синдроме диабетической стопы. Международный научно-исследовательский журнал. 2014;4(23):9–12.  
*Barkhatova NA. Effect of therapy and indirect angiotropy limb revascularization on the course and prognosis in diabetic foot syndrome. Internatinal Research Journal. 2014;4(23):9–12. (In Russian)*

8. Bakker K, Apelqvist J, Schaper NC. Practical guidelines on the management and prevention of the diabetic foot 2011. *Diabetes Metab Res Rev.* 2012;28 Suppl 1:225–231.
9. Moxey PW, Gogalniceanu P, Hinchliffe RJ, et al: Lower extremity amputations - a review of global variability in incidence. *Diabet Med.* 2011;28:1144–1153.
10. Holman N, Young RJ, Jeffcoate WJ: Variation in the recorded incidence of amputation of the lower limb in England. *Diabetologia.* 2012;55:1919–1925.
11. Veresiu IA, Iancu SS, Bondor C: Trends in diabetes-related lower extremities amputations in Romania - a five year nationwide evaluation. *Diabetes Res Clin Pract* 2015;109:293–298.
12. International Working Group on the Diabetic Foot 2015: International Consensus on the Diabetic Foot and Guidance on the Management and Prevention of the Diabetic Foot. The Hague, www.iwgdf.org (accessed September 1, 2015).
13. Armstrong DG, Mills JL. Toward a change in syntax in diabetic foot care: prevention equals remission. *J Am Pod Med Assoc.* 2013;103:161–2.
14. Wukich DK, Armstrong DG, Attinger CE, Boulton AJ, Burns PR, Frykberg RG, Hellman R, Kim PJ, Lipsky BA, Pile JC, Pinzur MS, Siminerio L. Inpatient management of diabetic foot disorders: a clinical guide. *Diabetes Care.* 2013 Sep;36(9):2862–71.
15. O'Loughlin A, McIntosh C, Dinneen SF, O'Brien T. Review paper: basic concepts to novel therapies: a review of the diabetic foot. *Int J Low Extrem Wounds.* 2010;9(2):90-102. doi:10.1177/1534734610371600
16. Lavery LA, Higgins KR, La Fontaine J, Zamorano RG, Constantinides GP, Kim PJ. Randomised clinical trial to compare total contact casts, healing sandals and a shear-reducing removable boot to heal diabetic foot ulcers. *Int Wound J.* 2014 Feb 21. doi: 10.1111/iwj.12213.
17. Кательницкий ИИ, Ливадная ЕС. Методы лечения больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей при критической ишемии. Современные проблемы науки и образования [Электронный научный журнал]. 2014;(3):463. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13206>.
18. Петухов АВ. Не прямая реваскуляризация нижних конечностей у больных с дистальной формой хронической окклюзирующей болезни артерий нижних конечностей. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2010;3(30):141–145. *Petukhov AV. Indirect revascularization in patients with a distal form of chronic obliterating disease of the arteries of lower extremities. Journal of the Grodno State Medical University.* 2010;3(30):141–145. (In Russian)
19. Gordon KA, Lebrun EA, Tomic-Canic M, Kirsner RS. The role of surgical debridement in healing of diabetic foot ulcers. *Skinmed.* 2012 Jan-Feb;10(1):24–6.
20. Григорьев АА. Кабинет диабетической стопы: успешный опыт организации лечения. Заместитель главного врача: лечебная работа и медицинская экспертиза. 2017;6:98–108. *Grigor'ev AA. Kabinet diabeticheskoy stopy: uspehnyj opyt organizacii lechenija. Zamestitel' glavnogo vracha: lechebnaja rabota i medicinskaja jekspertiza.* 2017;6:98–108. (In Russian)
21. Оболенский ВН. Новый подход к разгрузке диабетической стопы. Хирург. 2017;3:48–53. *Obolenskij VN. Novyj podhod k razgruzke diabeticheskoy stopy. Hirurg.* 2017;3:48–53. (In Russian)
22. Ступин ВА. Оценка динамики площади раны и частоты случаев полной эпителизации при лечении синдрома диабетической стопы (результаты многоцентрового исследования). Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2017;3:55–60. *Stupin VA. Assessment of changes in the lesions sizes and the incidence of complete epithelialization during the treatment of diabetic foot syndrome over a period of 4 weeks (multicenter study). Pirogov Russian Journal of Surgery* 2017;3:55–60. (In Russian)