

ГНОЙНАЯ ХИРУРГИЯ



<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-4-143-150>

УДК: 616.379-008.64-06-002.3/.4:612.014.464-085

© Алимкина Ю.Н., Аралова М.В., Остроушко А.П., Глухов А.А., Андреев А.А., Лаптиёва А.Ю., 2024

Оригинальная статья / Original article

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЯМОЙ ЭНДОЛИМФАТИЧЕСКОЙ ОЗОНОТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

Ю.Н. АЛИМКИНА, М.В. АРАЛОВА, А.П. ОСТРОУШКО, А.А. ГЛУХОВ, А.А. АНДРЕЕВ, А.Ю. ЛАПТИЁВА

Кафедра общей и амбулаторной хирургии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава РФ, 394036, Воронеж, Российская Федерация

Резюме

Введение. Высокая частота ампутаций на уровне голени и бедра у пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы представляет актуальную медицинскую и социальную проблему.

Цель. Оценить эффективность применения метода прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии в комплексном лечении пациентов с гнойно-некротическими поражениями при нейроишемической форме синдрома диабетической стопы.

Материалы и методы. Пролечено 107 пациентов с нейроишемической формой синдрома диабетической стопы. В I блоке больным проведена баллонная ангиопластика артерий пораженной нижней конечности, пациентам II блока эндоваскулярную коррекцию кровотока не проводили. В каждом блоке исследований выделены основная группа, в которой применяли метод прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии, и контрольная, где разработанный метод не применяли.

Результаты. Пациентами основных групп была отмечена положительная динамика: в I блоке отсутствие боли или слабые болевые ощущения отметили более 80 % пациентов; во II блоке – 65,2 %. В основной группе I блока по сравнению с контрольной отмечено увеличение длительности лечения на 5,4 %, но тяжесть операций статистически меньше, 1,08 против 1,39. Также в основных группах отмечено снижение уровня лейкоцитов периферической крови и степени бактериальной обсемененности раны.

Заключение. Прямое эндолимфатическое применение озонированного раствора позволяет ускорять купирование гнойно-некротических процессов у пациентов с хронической ишемией нижних конечностей при синдроме диабетической стопы путём стимуляции собственных ферментных систем организма, антигипоксического, антибактериального и детоксикационных свойств озона, уменьшает количество высоких ампутаций.

Ключевые слова: сахарный диабет, синдром диабетической стопы, нейроишемическая форма, прямая эндолимфатическая озонотерапия.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Алимкина Ю.Н., Аралова М.В., Остроушко А.П., Глухов А.А., Андреев А.А., Лаптиёва А.Ю. Применение прямой эндолимфатической озонотерапии в лечении гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы. *Московский хирургический журнал*, 2024. № 4. С. 143–150. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-4-143-150>

Вклад авторов: Алимкина Ю.Н. – подбор пациентов, выполнение этапов исследования, Аралова М.В. – выполнение этапов исследования, подготовка статьи, Остроушко А.П. – статистический анализ, обзор литературы, Глухов А.А. – коррективировка, подготовка финальной версии статьи, Андреев А.А. – коррективировка, подготовка финальной версии статьи, Лаптиёва А.Ю. – статистический анализ и подготовка к публикации.

APPLICATION OF DIRECT ENDOLYMPHATIC OZONE THERAPY IN THE TREATMENT OF PURULENT-NECROTIC COMPLICATIONS OF DIABETIC FOOT SYNDROME

YULIA N. ALIMKINA, MARIA V. ARALOVA, ANTON P. OSTROUSHKO, ALEXANDER A. GLUKHOV,
ALEXANDER A. ANDREEV, ANASTASIA YU. LAPTIYOVA

Department of General and Outpatient Surgery, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko Ministry of Health of the Russian Federation, 394036, Voronezh, Russian Federation

Abstract

Introduction. The high frequency of amputations at the level of the shin and hip in patients with purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome is an urgent medical and social problem.

The purpose of the study. To evaluate the effectiveness of the method of direct antegrade endolymphatic ozone therapy in the complex treatment of patients with purulent necrotic lesions in the neuroischemic form of diabetic foot syndrome.

Materials and methods of research. 107 patients with the neuroischemic form of diabetic foot syndrome were treated. Balloon angioplasty of the arteries of the affected lower limb was performed in block I, and endovascular correction of blood flow was not performed in block II patients. In each block of studies, the main group was identified, in which the method of direct antegrade endolymphatic ozone therapy was used, and the control group, where the developed method was not used.

Treatment results. The patients of the main groups showed positive dynamics: in the I block, more than 80 % of patients noted the absence of pain or mild pain; in the II block – 65,2 %. In the main group of block I, compared with the control group, an increase in the duration of treatment was noted by 5,4 %, but the severity of operations was statistically less, 1,08 versus 1,39. Also, in the main groups, there was a decrease in the level of peripheral blood leukocytes and the degree of bacterial contamination of the wound.

Conclusion. Direct endolymphatic application of ozonated solution allows to accelerate the relief of purulent-necrotic processes in patients with chronic lower limb ischemia with diabetic foot syndrome by stimulating the body's own enzyme systems, antihypoxic, antibacterial and detoxifying properties of ozone, reduces the number of high amputations.

Key words: diabetes mellitus, diabetic foot syndrome, neuroischemic form, direct endolymphatic ozone therapy.

Conflict of interests: none.

For citation: Alimkina Yu.N., Aralova M.V., Ostroushko A.P., Glukhov A.A., Andreev A.A., Laptiyova A.Yu. Application of direct endolymphatic ozone therapy in the treatment of purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome. *Moscow Surgical Journal*, 2024, № 4, pp. 143–150. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-4-143-150>

Contribution of the authors: Alimkina Yu.N. – selection of patients, completion of the stages of the study, Aralova M.V. – completion of the stages of the study, preparation of the article, Ostroushko A.P. – statistical analysis, literature review, Glukhov A.A. – correction, preparation of the final version of the article, Andreev A.A. – correction, preparation of the final version of the article, Laptieva A.Yu. – statistical analysis and preparation for publication.

Введение

По данным Эндокринологического научного центра сахарным диабетом в России страдают 10–12 млн. человек, что составляет 7–8 % населения страны. Одним из поздних осложнений данного заболевания является синдром диабетической стопы (СДС), проявлениями которого могут быть гнойно-некротические поражения стоп, приводящие в высоком проценте случаев к высокой ампутации и, как следствие, инвалидизации [1]. Также одним из важнейшихотягощающих моментов является ишемия нижней конечности вследствие макро- и микроангиопатии. Коррекция магистрального кровотока с применением реконструктивных операций и борьба с инфекцией составляют общепризнанные компоненты в лечении данной категории больных [2, 3].

Цель исследования. Оценить эффективность применения метода прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии в комплексном лечении пациентов с гнойно-некротическими поражениями при нейроишемической форме синдрома диабетической стопы после баллонной ангиопластики артерий пораженной конечности и при невозможности проведения реваскуляризирующих вмешательств.

Материалы и методы

Исследование проведено на базе отделения гнойной хирургии БУЗ ВО «Воронежская областная клиническая больница № 1».

В исследование включены 107 больных нейроишемической формой синдрома диабетической стопы.

Разработана методика прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии (патент № 2805258), эффективность которой, в зависимости от возможности реваскуляризации методом баллонной ангиопластики, изучали в 2 блоках исследований. Критерии включения в исследование: степень гнойно-некротических изменений стопы по Wagner 2–4, лодыжечно-плечевой индекс 0,4–0,7, отсутствие признаков системной воспалительной реакции, согласие пациента. Пациентов с сопутствующими заболеваниями в стадии декомпенсации в исследование не включали.

В I блоке исследования больным проведена баллонная ангиопластика (БП) артерий пораженной нижней конечности, пациентам II блока выполнить эндоваскулярную коррекцию кровотока было невозможно, в основном из-за периферического поражения сосудов.

В каждом блоке исследований выделены основная группа, пациентам которой в комплексном лечении применяли метод прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии, и контрольная, где разработанный метод не использовали (табл. 1). Рандомизацию пациентов по группам внутри блоков осуществляли по методу конвертов.

Оценивали клинические данные (характер жалоб, общий и локальный статус и пр.). Динамику выраженности болевого синдрома контролировали с использованием 4-балльной

вербальной шкалы. В оценке локального статуса пораженной конечности особое внимание уделяли степени выраженности трофо-некротических изменений, наличию отеков. Лабораторная диагностика включала общий и биохимический анализ крови, бактериологическое исследование раневого отделяемого из раны. Из инструментальных методов использовали ультразвуковое доплеровское ангиосканирование, рентгенографию стопы в двух проекциях, контрастную ангиографию сосудов пораженной конечности. Контроль лабораторных показателей осуществляли в дооперационный период, у пациентов после реваскуляризирующего вмешательства – в ранний послеоперационный период и перед выпиской, а у пациентов при невозможности выполнения реконструктивных операций на артериях и пролеченных консервативно – периоды поступления и выписки.

Таблица 1
Характеристика блоков и групп исследования

Table 1

Characteristics of the study blocks and groups

Группа исследования Research Group	Характеристика группы Characteristics of the group	Количество пациентов Number of patients
I блок исследования (пациенты после реваскуляризации) Block I of the study (patients after revascularization)		
Основная Main	БП + прямая эндолимфатическая озонотерапия balloon plastic + direct endolymphatic ozone therapy	20
Контрольная Control	БП balloon plastic	20
II блок исследования (пациенты без реваскуляризации)		
Основная Main	прямая эндолимфатическая озонотерапия direct endolymphatic ozone therapy	23
Контрольная Control	«традиционные» методы лечения «traditional» methods of treatment	44

Для оценки тяжести состояния пациентов с гнойно-некротическими осложнениями СДС проводили расчёт лейкоцитарных индексов, таких как индекс нейтрофильного (ядерного) сдвига (ИЯС) Н.И. Яблучанского, лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) Я.Я. Кальф-Калифа (1941 г.), лимфоцитарный индекс (ЛИ) Л.Х. Гаркави, индекс иммунореактивности (ИИР) по Д.О. Иванову и соавторам. Для оценки эффективности лечения в целом выбраны следующие показатели: количество

дней госпитализации, количество выполненных операций; тяжесть проведенных операций.

Математическая и статистическая обработка данных проведена с использованием методов описательной статистики, дисперсионного и корреляционного анализ. Статистическая обработка полученных результатов выполнена с помощью непараметрических критериев. Расчёты показателей проведены на персональном компьютере Intel Pentium IV с помощью русифицированного универсального статистического пакета «STATISTICA 10.0» фирмы «StatSoft-Russia».

Результаты

Эндоваскулярные вмешательства у пациентов I блока были представлены баллонной ангиопластикой артерий нижней конечности ниже паховой складки антеградным доступом (табл. 2).

Таблица 2
Уровень проведения баллонной пластики артерий нижней конечности у пациентов I блока

Table 2
The level of balloon plasty of the arteries of the lower extremity in patients of the I block

Наименование артерии Name of the artery	Основная группа The main group n-20	Контрольная группа The control group n-20
Бедренная артерия Femoral artery	6 (30 %)	9 (45 %)
Подколенная артерия Popliteal artery	8 (40 %)	6 (30 %)
Передняя большеберцовая артерия Anterior tibial artery	7 (35 %)	10 (50 %)
Задняя большеберцовая артерия Posterior tibial artery	8 (40 %)	2 (10 %)
Малоберцовая артерия Fibular artery	7 (35 %)	7 (35 %)
Многосудистая баллонная пластика Multivessel balloon plastic surgery	9 (45 %)	9 (45 %)

У большинства пациентов (87,5 %) хирургическое лечение гнойно-некротического очага стопы пораженной конечности выполнено в один этап, у 12,5 % потребовалось 2 и более операции. Объем выполненных вмешательств представлен в таблице 3.

Таблица 3

Характер выполненных операций на гнойно-некротическом очаге стопы у пациентов I блока

Table 3

The nature of the performed operations on the purulent-necrotic foot lesion in patients of the I block

Наименование операции Name of the operation	I блок исследований I block of research	
	Основная группа The main group n-20	Контрольная группа The control group n-20
Некрэктомия Necrectomy	1 (5 %)	8 (40 %)
Вскрытие абсцесса / флегмоны Opening of an abscess / phlegmons	1 (5 %)	2 (10 %)
Ампутация пальцев / резекция плюсневых костей Amputation of fingers / metatarsal resection	9 (45 %)	4 (20 %)
Резекция стопы Foot resection	4 (20 %)	3 (15 %)
Ампутация голени Lower leg amputation	–	–
Ампутация бедра Hip amputation	–	–
Без операции Without surgery	10 (50 %)	6 (30 %)
Многоэтапные операции Multi-step operations	2 (10 %)	3 (15 %)

Проведение баллонной ангиопластики артерий нижней конечности и постановка эндолимфатического катетера в области средней трети голени при оценке количества этапов хирургического лечения не учитывали.

Всеми пациентами была отмечена положительная динамика по субъективным ощущениям. В лабораторных показателях пациентов основной группы уровень лейкоцитов периферической крови снизился до $6,94 \pm 0,35 \times 10^9 / \text{л}$, у пациентов контрольной группы – до $7,67 \pm 0,64 \times 10^9 / \text{л}$. В основной группе I блока статистически достоверно изменился уровень лимфоцитов периферической крови и ЛИИ, что может указывать на активное влияние метода прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии на динамику гнойно-некротического процесса нижней конечности.

Оценка клинических параметров пациентов с гнойным и/или некротическим поражением тканей стопы по результатам проведенных исследований при выписке из стационара представлена в таблице 4.

Таблица 4

Клиническое состояние при выписке у пациентов I блока

Table 4

Clinical condition at discharge in patients of the I block

Признак / Sign	Основная группа The main group n-20	Контрольная группа The control group n-20
Болевой синдром Pain syndrome		
Сильный Strong	–	–
Средней интенсивности Medium intensity	3 (15 %)	4 (20 %)
Слабый Weak	5 (25 %)	7 (35 %)
Нет боли No pain	12 (60 %)	9 (45 %)
Лабораторные показатели Laboratory indicators		
Лейкоциты крови, $10^9 / \text{л}$ Blood leukocytes, $10^9 / \text{l}$	$6,94 \pm 0,35$	$7,67 \pm 0,64$
Лимфоциты крови, % Blood lymphocytes, %	$29,25 \pm 1,66^*$	$24,5 \pm 1,71$
Глюкоза крови, мм/л Blood glucose, mM/l	$9,22 \pm 0,63$	$7,69 \pm 0,49$
Лейкоцитарные индексы Leukocyte indices		
Индекс ядерного (нейтрофильного) сдвига (ИЯС) Nuclear (Neutrophilic) Shift Index	$0,04 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$
Лейкоцитарный индекс интоксикации Я.Я. Кальф-Калифа (ЛИИ) Leukocyte intoxication index of Ya. Ya. Kalf-Kalifa	$0,56 \pm 0,13^*$	$0,8 \pm 0,14$
Лимфоцитарный индекс (ЛИ) Lymphocytic index	$0,5 \pm 0,04$	$0,4 \pm 0,04$
Индекс иммунореактивности (ИИР) Immunoreactivity index	$4,49 \pm 0,38$	$4,48 \pm 0,59$

Примечание: * $p < 0,05$

Note: * $p < 0,05$

При бактериологическом исследовании раневого отделяемого у пациентов основной группы микробная контаминация ран снизилась на 59,4 %, а в контрольной – на 28 %.

Эффективность проводимой терапии оценивали также по продолжительности госпитализации, количеству и тяжести выполненных операций; результаты представлены в таблице 5. Для каждого показателя рассчитано среднее значение и стандартная ошибка среднего значения (табл. 5).

Таблица 5
Длительность госпитализации, количество и тяжесть операций у пациентов I блока

Table 5
Duration of hospitalization, number and severity of operations in patients of the I block

Показатель Indicator	Основная группа The main group n-20	Контрольная группа The control group n-20
Длительность госпитализации (дни) Duration of hospitalization (days)	25,3 ± 3,77	24 ± 2,14
Количество операций Number of operations	0,75 ± 0,25	0,85 ± 0,15
Тяжесть операций Severity of operations	1,08 ± 0,24	1,39 ± 0,24

Примечание: * p<0,05.

Note: * p<0.05

В основной группе длительность госпитализации была больше, чем в контрольной, при этом количество операций в среднем по группе от контрольной не отличалось. Однако самый важный показатель – степень тяжести операций – был значительно ниже в основной группе, т.е. выполнены максимально щадящие операции – вскрытие флегмоны или абсцесса, некрэктомии, малые ампутации (в основном, ампутации одного или нескольких пальцев и резекции костей плюсны).

Применение метода прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии определило статистически достоверное снижение порядка микробных тел в тканях гнойно-некротических ран, то есть метод активно влияет на течение воспалительного гнойно-некротического процесса стопы.

Во II блок исследования вошли пациенты, которым выполнить баллонную ангиопластику было невозможно. Регенерация в данных случаях была значительно снижена. Тем не менее, была показана хирургическая санация гнойно-некротического очага стопы. Виды и количество выполненных операций представлены в таблице 6. Постановку эндолимфатического катетера в области голени при оценке количества этапов хирургического

лечения не учитывали.

Таблица 6
Характер выполненных операций на гнойно-некротическом очаге стопы у пациентов II блока

Table 6
The nature of operations performed on the purulent-necrotic foot lesion in patients of the II block

Наименование операции Name of the operation	Основная группа The main group n-23	Контрольная группа The control group n-44
Некрэктомия Necrectomy	–	7 (16 %)
Вскрытие абсцесса / флегмоны Opening of an abscess / phlegmons	2 (8,7 %)	4 (9,1 %)
Ампутация пальцев / резекция плюсневых костей Amputation of fingers / metatarsal resection	11 (47,8 %)	16 (36,4 %)
Резекция стопы Foot resection	4 (17,4 %)	10 (22,7 %)
Ампутация голени Lower leg amputation	–	5 (11,4 %)
Ампутация бедра Hip amputation	–	5 (11,4 %)
Без операции Without surgery	7 (30,4 %)	5 (11,4 %)
Многоэтапные операции Multi-step operations	1 (4,3 %)	6 (13,6 %)

Положительную динамику по субъективным ощущениям отметили все пациенты в обеих группах. Тем не менее, болевой синдром средней интенсивности сохранился у 8 пациентов (34,8 %) основной и 17 пациентов (38,6 %) контрольной групп. Уровень лейкоцитов периферической крови достоверно снизился у пациентов обеих групп (на 9,8 % в основной группе и на 5,2 % в контрольной). Достоверно снизился уровень бактериальной обсеменённости гнойно-некротического очага стопы в основной группе, что может свидетельствовать о положительном влиянии метода прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии на течение воспалительного гнойно-некротического процесса нижней конечности.

Оценка клинических параметров пациентов с гнойным и/или некротическим поражением тканей стопы по результатам проведённых исследований при выписке из стационара пред-

ставлена в таблице 7.

Таблица 7

Клиническое состояние пациентов II блока при выписке из стационара

Table 7

Clinical status of patients of the II block at discharge from the hospital

Признак Sign	Основная группа / The main group n-23	Контрольная группа / The control group n-44
Болевой синдром Pain syndrome		
Сильный Strong	–	–
Средней интенсивности Medium intensity	8 (34,8 %)	17 (38,6 %)
Слабый Weak	6 (26,1 %)	15 (34,1 %)
Нет боли No pain	9 (39,1 %)	12 (27,3 %)
Лабораторные показатели Laboratory indicators		
Лейкоциты крови, 109/л Blood leukocytes, 109/l	8,2 ± 0,48	8,9 ± 0,76
Лимфоциты крови, % Blood lymphocytes, %	25,88 ± 1,85	27,89 ± 1,4
Глюкоза крови, мМ/л Blood glucose, mM/l	9,83 ± 0,64	8,65 ± 0,32
Лейкоцитарные индексы Leukocyte indices		
Индекс ядерного (нейтрофильного) сдвига (ИЯС) Nuclear (Neutrophilic) Shift Index	0,03 ± 0	0,03 ± 0
Лейкоцитарный индекс интоксикации Я.Я. Кальф-Калифа (ЛИИ) Leukocyte intoxication index of Ya.Ya. Kalf-Kalifa	0,61 ± 0,09	0,58 ± 0,08
Лимфоцитарный индекс (ЛИ) Lymphocytic index	0,45 ± 0,03	0,5 ± 0,03
Индекс иммунореактивности (ИИР) Immunoreactivity index	6,4 ± 1,29	5,78 ± 0,48

Примечание: * p<0,05.

Note: * p<0.05

При бактериологическом исследовании раневого отделяе-

мого микробная контаминация снизилась в основной группе на 56,2 %, в контрольной — на 37,8 %. Эффективность лечения оценивали также по длительности госпитализации, количеству и тяжести выполненных операций; результаты представлены в таблице 8. Для каждого показателя рассчитаны среднее значение и стандартная ошибка среднего значения.

Таблица 8

Длительность госпитализации, количество и тяжесть операций у пациентов II блока

Table 8

Duration of hospitalization, number and severity of operations in patients of the II block

Показатель Indicator	Основная группа The main group n-23	Контрольная группа The control group n-44
Длительность госпитализации (дни) Duration of hospitalization (days)	19,48 ± 1,33	21,48 ± 1,52
Количество операций Number of operations	0,74 ± 0,12	1,07 ± 0,09
Тяжесть операций Severity of operations	1,25 ± 0,22*	2,51 ± 0,27

Примечание: * p<0,05.

Note: * p<0.05

Продолжительность госпитализации в основной и контрольной группах статистически значимо не отличалась, но в основной группе II блока исследования тяжесть операций статистически достоверно ниже (p<0,05), также количество операций снизилось на 30,8 %. В контрольной группе выполнены более тяжелые операции вплоть до ампутаций на уровне средней и верхней трети бедра.

Таким образом, применение метода прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии способствует ускорению ликвидации гнойно-некротического процесса нижней конечности даже в условиях невозможности проведения реваскуляризации.

Обсуждение

Полученные нами данные дают возможность полагать, что прямое эндолимфатическое применение озонированного физиологического раствора позволяет ускорять купирование гнойно-некротических процессов при нейроишемической форме СДС путём стимуляции собственных ферментных систем организма, антигипоксического, антибактериального и детоксикационных свойств озона [4], что в конечном итоге значительно уменьшает количество высоких ампутаций.

Высокая реакционная способность молекулы озона вступать

во взаимодействие с разными биологическими частицами, в том числе со структурами клетки, реализуется опосредовано за счет действия «озоноидов» — соединений озона с органическими веществами, содержащими «двойные связи». Основная масса двойных связей в структурах организма находится в ненасыщенных жирных кислотах, и их взаимодействие с озоном приводит к образованию перекиси ненасыщенной жирной кислоты, что является органическим озонидом, для которого доказано неспецифическое бактерио-, фунги- и вирусцидное действие, а также метаболическое воздействие на все ткани и клетки организма [5, 6]. Доказано иммуномодулирующее действие озона, при этом системная озонотерапия стимулирует преимущественно гуморальное звено иммунитета и, особенно, фагоцитарную активность нейтрофилов [7, 8]. Таким образом, основными патогенетически обоснованными факторами применения озона в гнойной хирургии являются его низкая стоимость при получении и относительная простота применения, высокая антимикробная активность, неспецифическое корректирующее воздействие на иммунный статус и антигипоксические свойства [9].

Заключение

Использование прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии в лечении пациентов с гнойно-некротическими осложнениями нейроишемической формы синдрома диабетической стопы как после баллонной ангиопластики, так и при невозможности выполнить реваскуляризирующие вмешательства ускоряет купирование гнойно-некротических процессов, снижает риск распространения инфекции за счет детоксикационных свойств озона, обеспечивает иммунокорректирующий эффект. Применение прямой антеградной эндолимфатической озонотерапии позволяет снизить количество повторных операций для санации гнойно-некротического очага стопы, увеличить число экономных резекций и, соответственно, сохранить опоро-способность конечности.

Список литературы:

1. Есипов А.В., Алехнович А.В., Мусаилов В.А., Маркевич П.С., Потапов В.А. Актуальные проблемы диагностики синдрома диабетической стопы. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*, 2023. Т. 18. № 2. С. 115–120. https://doi.org/10.25881/20728255_2023_18_2_115
2. Золотухин О.В., Аралова М.В., Глухов А.А., Алимкина Ю.Н. Анализ эффективности прямой эндолимфатической озонотерапии у пациентов с синдромом диабетической стопы. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*, 2023. Т. 16. № 1. С. 27–32. <https://doi.org/10.18499/2070-478X-2023-16-1-27-32>
3. Суковатых Б.С., Григорьян А.Ю., Бежин А.И. Роль биопленки микроорганизмов в развитии раневого процесса. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*, 2022. Т. 15. № 1. С. 92–96. <https://doi.org/10.18499/2070-478X-2022-15-1-92-96>

doi.org/10.18499/2070-478X-2022-15-1-92-96

4. Абдукаримова Э.Э. Эффективность озонотерапии в лечении эндотоксикоза у больных с эмпиемами плевры. *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*, 2023. Т. 23. № 5. С. 4–8. <https://doi.org/10.36979/1694-500X-2023-23-5-4-8>

5. Маматов А.М., Жапаров К.А., Анарбаев Н.А. Эффективность оперативного лечения острого гематогенного остеомиелита у детей в комплексе с озонотерапией и лимфогенной технологией. *Бюллетень науки и практики*, 2023. Т. 9. № 10. С. 176–180. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/95/16>

6. Винник Ю.С., Кочетова Л.В., Куликова А.Б., Медведева Н.Н. Эффективность озонотерапии и ультразвука при регенерации инфицированной раны в эксперименте. *Сибирское медицинское обозрение*, 2022. Т. 3. № 135. С. 100–104. <https://doi.org/10.20333/25000136-2022-3-100-104>

7. Жукембаева А.М., Латкина К.С., Капарова К.М., Куат А.К., Атахан Ж.К., Атахан Г.К., Калиев Ж.А., Ниязова Г.И., Мутен Н.С., Мустафа Б.Ж. Влияние озонотерапии на динамику показателей гуморального иммунитета при обострении ХОБЛ. *Фармация Казахстана*, 2021. № 4. С. 60–64.

8. Суслова Е.В. Воздействие озонотерапии на состояние иммунитета у пациентов с тяжелым течением детской формы атопического дерматита. *Биорадикалы и антиоксиданты*, 2020. Т. 7. № 4. С. 33–46.

9. Кыткова О.Ю., Гвозденко Т.А. Феномен множественности терапевтических эффектов озонотерапии. *Новая наука: Проблемы и перспективы*, 2015. Т. 5. № 2. С. 62–65.

References:

1. Esipov A.V., Alekhovich A.V., Musailov V.A., Markevich P.S., Potapov V.A. Actual problems of diagnosis of diabetic foot syndrome. *Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov*, 2023, vol. 18, № 2, pp. 115–120. (In Russ.). https://doi.org/10.25881/20728255_2023_18_2_115
2. Zolotukhin O.V., Aralova M.V., Glukhov A.A., Alimkina Y.N. Direct Endolymphatic Ozone Therapy in Patients with Diabetic Foot Syndrome: Analysis of the Effectiveness. *Journal of Experimental and Clinical Surgery*, 2023, vol. 16, № 1, pp. 27–32. (In Russ.). <https://doi.org/10.18499/2070-478X-2023-16-1-27-32>
3. Sukovatykh B.S., Grigoryan A.Yu., Bezhin A.I. The role of microbial biofilm in the development of the wound process. *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery*, 2022, vol. 15, № 1, pp. 92–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.18499/2070-478X-2022-15-1-92-96>
4. Abdurakimova E.E. The effectiveness of ozone therapy in the treatment of endotoxemia in patients with pleural empyema. *Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University*, 2023, vol. 23, № 5, pp. 4–8. (In Russ.). <https://doi.org/10.36979/1694-500X-2023-23-5-4-8>
5. Mamatov A.M., Zhaparov K.A., Anarbayev N.A. The effectiveness of surgical treatment of acute hematogenous osteomyelitis in children in combination with ozone therapy and lymphogenic technology. *Bulletin of Science and Practice*, 2023, vol. 9, № 10, pp. 176–180. (In Russ.). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/95/16>

org/10.33619/2414-2948/95/16

6. Vinnik Yu.S., Kochetova L.V., Kulikova A.B., Medvedeva N.N. The effectiveness of ozone therapy and ultrasound in the regeneration of an infected wound in an experiment. *Siberian Medical Review*, 2022, vol. 3, № 135, pp. 100–104. (In Russ.). <https://doi.org/10.20333/25000136-2022-3-100-104>

7. Zhukembayeva A.M., Latkina K.S., Kaparova K.M., Kuat A.K., Athan Zh.K., Athan G.K., Kaliev Zh.A., Niyazova G.I., Muten N.S., Mustafa B.J. The effect of ozone therapy on the dynamics of indicators of humoral immunity in exacerbation of COPD. *Pharmacy of Kazakhstan*, 2021, № 4, pp. 60–64. (In Russ.).

8. Suslova E.V. The effect of ozone therapy on the state of immunity in patients with severe childhood atopic dermatitis. *Bioradicals and antioxidants*, 2020, vol. 7, № 4, pp. 33–46. (In Russ.).

9. Kytikova O.Yu., Gvozdenko T.A. The phenomenon of the multiplicity of therapeutic effects of ozone therapy. *New Science: Problems and Prospects*. 2015, vol. 5, № 2, pp. 62–65. (In Russ.).

Сведения об авторах:

Алимкина Юлия Николаевна – соискатель кафедры общей и амбулаторной хирургии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10. Email amica3@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4971-201X

Аралова Мария Валерьевна – доктор медицинских наук, профессор кафедры общей и амбулаторной хирургии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10. Email mashaaralova@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4257-5120

Антон Петрович Остроушко – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей и амбулаторной, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10. Email anton@vrngmu.ru, ORCID: 0000-0003-3656-5954

Глухов Александр Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей и амбулаторной хирургии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10. e-mail: glukhov-vrn@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9675-7611

Андреев Александр Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры общей и амбулаторной хирургии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10. Email sugeru@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8215-7519

Лаптиёва Анастасия Юрьевна – ассистент кафедры общей и амбулаторной хирургии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минз-

драва России, 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10. Email laptievaa@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3307-1425

Автор ответственный за переписку

Лаптиёва Анастасия Юрьевна – ассистент кафедры общей и амбулаторной хирургии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10. 89056576301. E-mail: laptievaa@mail.ru

Information about the authors:

Alimkina Yulia Nikolaevna – Postgraduate student of the Department of General and Outpatient Surgery, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Ministry of Health of the Russian Federation, 394036, Russia, Voronezh, Studentskaya str., 10. Email amica3@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4971-201X

Aralova Maria Valeryevna – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of General and Outpatient Surgery, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Ministry of Health of the Russian Federation, 394036, Russia, Voronezh, Studentskaya str., 10. Email mashaaralova@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4257-5120

Anton Petrovich Ostroushko – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of General and Outpatient Medicine, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Ministry of Health of the Russian Federation, 394036, Russia, Voronezh, Studentskaya str., 10. Email anton@vrngmu.ru, ORCID: 0000-0003-3656-5954

Alexander Anatolievich Glukhov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of General and Outpatient Surgery at the Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Ministry of Health of the Russian Federation, 394036, Russia, Voronezh, Studentskaya str., 10. Email: glukhov-vrn@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9675-7611

Andreev Alexander Alekseevich – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of General and Outpatient Surgery, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Ministry of Health of the Russian Federation, 394036, Russia, Voronezh, Studentskaya str., 10. Email sugeru@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8215-7519

Laptiyova Anastasia Yurievna – Assistant of the Department of General and Outpatient Surgery, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Ministry of Health of the Russian Federation, 394036, Russia, Voronezh, Studentskaya str., 10. Email laptievaa@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3307-1425