

# Тактико-клинические позиции предотвращения раневых осложнений этапной адьювантной озонхирургической обработкой поврежденных мягких тканей

В. Н. Князев

ГБУЗ Московской области «Долгопрудненская центральная городская больница, поликлиника № 4 (Водники)»  
Россия, 141703, Московская область, Долгопрудный, ул. Речная, д. 22

Контактное лицо: Владимир Николаевич Князев, vladimir.knyazev.60@mail.ru

В обзорной статье излагаются особенности этапной хирургической тактики боевых и небоевых повреждений в военной медицине и медицине катастроф. Выделена проблема хирургической инфекции у лечебно-эвакуационной категории легкораненых для проведения озонотерапии. Опираясь на преимущество хирургической обработки и блокад, введено понятие «озонхирургическая обработка» с доказательной составляющей ее методик и технических приемов. Представлена тактика этапной регионарной озонотерапии как адьювантного хирургического пособия с целью предотвращения раневой инфекции в поврежденных тканях.

**Ключевые слова:** лечебно-эвакуационные этапы, раневая инфекция, неотложная озонхирургическая обработка, тактическая озонотерапия.

**Для цитирования:** Князев В. Н. Тактико-клинические позиции предотвращения раневых осложнений этапной адьювантной озонхирургической обработкой поврежденных мягких тканей. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2022; 9 (3): 6-17.

DOI: 10.25199/2408-9613-2022-9-3-6-17.

cc by 4.0

## Tactical and clinical positions to prevention wound complications in damaged soft tissues with staged adjuvant ozone-surgical treatment

V. N. Knyazev

State Budgetary Health Institution of Moscow Region  
“Dolgoprudnenskaya Central City Hospital, Polyclinic No. 4 (Vodniki)”  
22 River Str., Dolgoprudny, 141703, Russia

The present review outlines features of a staged surgical tactics in treating battle and non-battle injuries in military medicine and disaster medicine. The problem of surgical infections in lightly wounded patients and the effectiveness of ozone therapy are also highlighted in the review. The authors introduce the concept of ozone-surgical treatment of wounds which is a combination of its evidence-based methods and acknowledged techniques of surgical care and blockades. The staged regional ozone therapy which is described in the article is an adjuvant surgical aid to prevent wound infection in damaged tissues.

**Key words:** treatment and evacuation stages, wound infection, urgent ozone surgical treatment, tactical ozone therapy.

**For citation:** Knyazev V. N. Tactical and clinical positions to prevent wound complications in damaged soft tissues with staged adjuvant ozone-surgical treatment. Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2022; 9 (3): 6-17.

### Введение

Сокращение медицинских этапов с коротким плечом эвакуации, спасая жизнь при тяжелых состояниях, не предупреждает раневую инфекцию [1]. Частота инфекционных осложнений в послеоперационном периоде остается высокой [2]. Для понимания эпидемиологии и механизмов их развития важен патогенетический подход [3, 4]. В настоящее время хирургическая обработка может дополняться использованием биофизических технологий [5, 6].

В частности, например, влияние озона на раневую процесс оправдывает его природную специфичность [7–10]. Озонотерпия в хирургии повреждений широко используется на госпитальном уровне [11–14]. Применение озона в очагах санитарных потерь и публикации, посвященные данному вопросу, встречаются редко. Изложение тактико-медицинской эффективности озонотерапии, начиная с догоспитального этапа, определяет ее актуальность [15, 16].

### **Раневая инфекция боевых и небоевых повреждений в соответствии с показанием к озонотерапии**

Военно-медицинские аспекты озонотерапии начаты С. И. Мирошиным и соавт. в 1995 г. При оказании помощи раненым и пострадавшим использовали портативные озонаторы в полевой упаковке «Озон-М-3» (Россия). Обработка поврежденных конечностей озоном (концентрация озона 4–6 мг/л) выполнялась следующими позициями: обкальвание озонкислородной газовой смесью и внутрикостное введение озоннасыщенного физиологического раствора, санация озонированными антисептиками, газация в пластиковой камере. Озонированные участки мышц сохраняли жизнеспособность в зонах первичного некроза и молекулярного сотрясения. Практическую значимость озонотерапии применительно к военной медицине составили бактерицидная активность озонированных антисептиков, профилактика и лечение аэробных и анаэробных осложнений. Действие озона обосновано стимуляцией антиоксидантной защиты и коррекцией метаболических процессов перекисного окисления липидов [17].

Если парентеральное и местное применение медицинского озона путем внутривенной и лимфотропной инфузии озонированного физиологического раствора, камерной газации озон-кислородной смесью, аппликаций озонированным маслом общеприняты, то технические приемы регионарных озонных блоков сформированы анатомо-топографически [18] и тракуются понятием «озонохирургическая обработка» [19–21]. Приближение озонохирургической помощи из госпитальных лечебных баз к передовым улучшает потенциал лечебно-эвакуационного обеспечения [22, 23].

Проанализирована хирургическая помощь взрослым и детям с ишемическим некрозом мышц конечностей травматического генеза при массовом поступлении. Для поддержания кровоснабжения пораженной конечности рекомендованы препараты простагландина E1 (ПГ E1) с уровнем доказательности 1С (Сб. научных трудов межд. науч.-практ. конф. «Высокие ампутации нижних конечностей у детей и взрослых». М.: Изд-во «Перо», 2019). Патогенетические аспекты специализированной помощи такой группе тяжелых больных посредством высокотехнологических озонотерапевтических процедур рассматривают П. В. Перетягин и соавт., А. А. Засорин [24, 25].

По сообщениям из клинических госпиталей МВД и войск национальной гвардии, у 70 раненых за 2010–2017 гг. со сроком доставки на 3–29-е сут гнойно-некротические осложнения составили 65,7 % [1]. У пациентов с зашитыми наглухо огнестрельными ранами, переведенных в клинический центр Вооруженных Сил Республики Беларусь, нарастание отека и некроза грозило ампутацией [26]. А озонная аэрация,

дренирование и открытое ведение ран – надежный способ избежать септических последствий и снизить процент высоких ампутаций. Так, И. М. Самохвалов и соавт. установили: «Оказание первичной хирургической помощи в военных конфликтах при ранениях в 61–74 % осуществлялось в передовых медицинских частях, а в 26–39 % – в военных госпиталях». Догоспитальная помощь с применением высокотехнологических устройств и упрощенных алгоритмов названа приоритетной (Материалы Всероссийской конф. М.: НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ, 2016. Т. 237. С. 55). Этапный алгоритм озонхирургической обработки реализует эти положения. Несложные внутритканевые озонные блокады в объеме первой врачебной помощи выполняют врачи подвижных медицинских частей. Квалифицированная помощь хирургами расширяет озонированное сопровождение хирургической обработки – рассечение, иссечение, санация.

Среди повреждений нередкой является компрессионная травма. Учитывая ишемический рабдомиолиз, развивающийся при них, были разработаны озонные блокады [27]. На этапе первой помощи освобожденным от сдавления проводят внутривенное и фулярное введение 200–300 мл озонированного физиологического раствора (концентрация озона 0,8–1,0 мг/л) наряду с гидрокарбонатом натрия 4 % в объеме 200 мл и гепарином натрия 5000 ед., что позволяет ликвидировать ацидоз и сгущение крови.

Лечение сложных хирургических инфекций – прерогатива специализированных клиник, заключается в точной диагностике, этапных хирургических обработках, использовании новейших антибиотиков [28]. Из работ военных медиков других стран выделены предикторы раневой инфекции и неудачи лечения огнестрельных ран конечностей, связанные с минновзрывным механизмом и загрязнением. Показаны возможности вакуум-терапии во время эвакуации, фаготерапии на уровне первичной госпитализации и создание центра по спасению конечности [29].

Хирурги в практике поливалентные качества медицинского озона используют в комплексе общей и местной терапии различной гнойно-септической патологии [30–34]. Руководствуясь этими положениями, создана последовательная линия военно-полевой озонотерапии [16, 23, 35].

### **Об озонхирургической обработке и ее доказательной составляющей**

Бактериологические методы, хирургическая обработка и озонотерапия являются компонентами комплексного лечения ран со времен Первой мировой войны. На фоне дезодорирующего эффекта аэрации газообразным озоном и озонированным физиологическим раствором гнойных ран, язв, свищей изучено

бактерицидное и противовирусное биологические свойства озона [9, 36]. Школы озонотерапии представляют основу адаптогенной субстанции озона, регулирующей естественные гомеостатические процессы [37–39]. Аспекты военно-полевой озонотерапии связаны с этим напрямую: «Частота и структура инфекционных осложнений у раненых зависит от тяжести ранения, сроков и качества хирургической помощи. Антибиотики не влияют на их частоту. В лечении важен патогенетический подход» [3]. Первичная хирургическая обработка в сочетании с антисептическим методом – стандарт лечения огнестрельных ран. Озонотерапия, не требующая дополнительной медикаментозной нагрузки, пример этого метода. Регионарное введение озонированных растворов с учетом анатомо-топографического строения и функционирования сосудисто-нервных пучков положено в основу выполнения озono-новокаиновых блоков [21, 23]. Как известно из анатомии, капиллярная сеть мышц и фасций с нервными окончаниями представляет собой рефлексогенные зоны, участвующие в регуляции обмена веществ. Механизмы, реализующиеся в тканях от ударов, давления, трения, сотрясения описаны в работах Р. Вирхова. «Кровь в микроциркуляторном русле сгущается, артериальная и венозная циркуляция прерывается, наступает некроз и гангрена» [40]. Патоморфология хирургии повреждений не меняется. Ишемизированные ткани огнестрельных, сдавленных, ушибленных, резаных ран склонны к формированию очагов фасциально-апоневротического компартмент-синдрома. Нарушение метаболизма, сладж-синдром, повышенное внутритканевое и перфузионное давление требуют хирургического и медикаментозного разрешения с адьювантной озонотерапией.

Отечественные технологии системной озонотерапии заслуженно включены в Международную декларацию по озонотерапии [www.imeof.org](http://www.imeof.org) [41]. Термином «озонохирургическая обработка» эти методики не обозначены, но в принципе отображают все, что связано с воздействием озона на ткани как во время проведения хирургической обработки, так и в процессе этапных перевязок [19]. В сочетании слов «озонохирургическая обработка» вкладывается смысл малоинвазивного способа применения озона совместно с элементами и этапами традиционной хирургической обработки и блокад в военно-полевых условиях с целью дополнительного снижения риска развития раневых осложнений (Сб. научных трудов 4-го междунар. науч.-практ. конгресса «Раны и раневые инфекции» М.: Изд. «Перо». 2018; 71–75).

Из феноменологической характеристики озонотерапии, данной Е. М. Ивановым и соавт. (2006), вытекает: «Патогенетическая значимость биооксидативной терапии существенна на преморбидных этапах патологии. Методологическое дозирование расширяет

витальные возможности клеток и создает оптимальный уровень метаболического обеспечения» [37]. S. R. Esperanza (2013) подчеркивает важность минимальных доз озона, в том числе при введении в мягкие ткани [8], что доказательно продемонстрировано Т. Н. Truong, К. S. Carroll (2012) из Мичиганского университета [42]. Дополняет приоритет патогенетического механизма влияния озона на течение раневого процесса отсутствие четкой тенденции снижения частоты инфекционных осложнений ранений и травм антибактериальной терапией [3, 13]. Звенья системной воспалительной реакции включаются в момент травмирования, на поле боя, до активного размножения микробов. Патогенетическое использование системной и местной озонотерапии, по опыту А. Засорина (2013), достоверно снижает в плазме С-реактивный белок, цитокины (фактор некроза опухоли альфа (TNF $\alpha$ ), интерлейкины (IL) 6, 8, 10) [25]. Гибель клеток формирует в ходе травмы контаминированный «стерильный сверток» с фибринозным субстратом, непреодолимый для антибактериальных препаратов. Внутритканевое введение озона в зоны микробиотического субстрата устраняет это препятствие и усиливает действие антибиотика. Антисептический озонный блок следует считать ранним профилактическим компонентом, доказательно выступающим базой малоинвазивного метода санации [12, 17, 34, 35].

Т. В. Кулемзин, С. В. Красножон подтверждают целесообразность озонотерапии в лечении и реабилитации 38 бойцов с минно-взрывными травмами конечностей, осложненными гнойной инфекцией. В госпитале им выполняли внутривенное введение озонированного физиологического раствора 200 мл и обработку ран озono-кислородной газовой смесью высокой (40–80 мкг/мл) концентрации в течение 3–5 сут, затем низкой концентрации – 3–6 сут. Окислительно-восстановительный потенциал озона обеспечил обезболивающее и антистрессовое действие. Статистически достоверно была снижена дозировка фармакологических препаратов, длительность антибиотикотерапии, вероятность осложнений [14].

Важное звено патогенеза травмы и токсемии – дислипидемия. Перестройка обмена липидов клеточных мембран – составляющая часть «биохимической адаптации» организма в условиях травматической системной воспалительной реакции. У пострадавших с тяжелой механической травмой при лечении квантовой гемотерапией, перфтораном, рекомбинантным эритропоэтином, лазерным облучением реализованы антиоксидантный эффект иммуномодулирующим воздействием, стимуляция механизмов биотрансформации токсических субстанций, произошло улучшение реологических свойств крови и развились благоприятные изменения со стороны систем перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты [43].

Патологические изменения в ране – следствие нарушений свободнорадикальных реакций в липидах мембран, что приводит к усилению перекисного окисления липидов и требует антиоксидантной терапии [6]. Э. А. Добрякова, Г. В. Титова проводили комбинированную экстракорпоральную гемокоррекцию с локальной озонотерапией. Удалось сохранить нижнюю конечность у пациентки с сочетанной травмой, осложненной системной воспалительной реакцией, гангреной, остеомиелитом. Этапные хирургические обработки дополнялись орошением и обкалыванием ран озонированным физиологическим раствором [32].

Озон, вступая во взаимодействие с мембранами липидного бислоя, улучшает функциональные возможности клеток. М. Sagai, V. Bossi экспериментальными и клиническими исследованиями (рандомизированный контроль) целенаправленно выделили способность озона корректировать метаболические процессы посредством AhR-hydrocarbon receptor и Nrf2-nuclear factor, модулируя перестройку nuclear factor of activated T-cells (NFAT), activated protein-1 (AP-1), hypoxia inducible factor-1 $\alpha$  (HIF-1 $\alpha$ ) [44]. Влияние озона на процессы очищения ран и репарацию тканей изучены экспериментально и в клинике. Озонированная вода в концентрации 2,0 мг/л активизирует антиоксидантную защиту. Методом хемилюминесценции исследована кровь больных на показатели перекисного окисления липидов (маноловый альдегид и диеновые конъюгаты) и антиоксидантной защиты организма (супероксиддисмутаза и каталаза). Составлена суммарная активность первичных, промежуточных, конечных молекулярных продуктов перекисного окисления липидов и антиоксидантных ферментов [45].

П. В. Перетягин и соавт. включили активные формы кислорода (озона и озонидов) в комплексную терапию раннего периода комбинированной термической травмы для поддержания компенсаторных механизмов восстановления периферического микрокровоотока за счет метаболических путей контроля микроциркуляции. В эксперименте на группах животных исследованием микроциркуляции в околораневой зоне лазерной доплерографией установлено усиление функционирования вазоактивных субстанций эндотелия через синтез оксида азота и ПГ E1 при ингаляции и инфузии озон-кислородной смеси [24].

#### **Технологии воздействия на раневой процесс в сочетании с озоном**

Сложность подбора местного лечения последствий минно-взрывных и огнестрельных ранений обусловлена разможенностью тканей, нечеткой зоной ишемии, обсемененностью раны. Озонотерапия относится к числу дополнительных методов воздействия на раневую поверхность [6]. Практика показывает, что в

озонхирургической обработке заимствованы приемы вакуумной терапии, гидрохирургии, вальнеросорбции, ультразвуковой кавитации. Так, в клинической флебологии санация трофических венозных язв нижних конечностей представлена ультразвуковой гидрохирургической обработкой, а компартмент-синдром разрешается фасциотомией [46].

По данным Ю. С. Винника и соавт., ультразвуковая обработка венозных трофических язв сочеталась с озоном дважды в день в течение 3–4 мин. В первую фазу воспалительного процесса использована озонированная дистиллированная вода (концентрация озона 5 мг/л) во вторую – озонированное масло. Улучшены репаративные процессы, сокращены сроки пребывания в стационаре [47]. К. Н. Контрощикова и соавт. схожие трофические изменения тканей нижних конечностей орошали озоном (концентрация 5–10 мг/л) в пластиковых камерах ежедневно по 30–40 мин. После очищения язвы концентрацию озона снижали до 1–2 мг/л с периодичностью процедуры через день. Используя дозаторы и иглы 0,4 × 13 мм, язвенные поверхности подкожно обкалывали озон-кислородной смесью (концентрация 2–2,5 мг/л, генераторы озона «Экозон» (Ростов-на-Дону) и Medozons (Нижний Новгород)) и закрывали повязками с облепиховым озонированным маслом и озонированной аутокровью. Под влиянием озона активирована антиоксидантная система, уменьшено образование простагландинов. Ранозаживление в короткие сроки улучшило качество жизни [48].

В отделении торакальной хирургии Института хирургии им. А. В. Вишневского Н. Ю. Германович и соавт. после операции по поводу хронических форм нелактационного мастита физическую обработку раны проводили отрицательным давлением, NO-потоками и озон-кислородной смесью (Сб. научных трудов 5 междунар. науч.-практ. конгресса «Раны и раневые инфекции». 2021. С. 39–41).

Э. Я. Фисталь, Д. С. Меркулов на Донбассе 62 раненым с взрывной травмой первичную хирургическую обработку дополняли ультразвуковой кавитацией акустической средой 0,9 % хлорида натрия (Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. «Хирургические инфекции кожи и мягких тканей у детей и взрослых». 2017. С. 244–245). По общепринятому протоколу ведения пациентов такой же категории разработана система обработки ультразвуковой кавитацией ран с озонированным физиологическим раствором хлорида натрия (концентрация озона 15–20 мкг/мл). В ЦВКГ им. А. А. Вишневского и Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова пролечено 34 раненых с верифицированными полирезистентными штаммами. При ежедневном использовании озона у основной группы пациентов (19 человек) в 90,0 % случаях за 5 сут снижена микробная обсемененность до уровня ниже 10<sup>4</sup>

в 1 г ткани с преобладанием регенеративного типа цитогамм. У группы больных без озонирования (15 человек) такой же эффект отмечен лишь у 35,0 %. Летальность в 1-й группе отсутствовала, во 2-й группе составила 3 (20,0 %) пациента [13]. Особенностью явилась не имевшая эффекта антибактериальная терапия у раненых обеих групп, что подтверждает патогенетическую концепцию раневой инфекции. Б. Н. Котив и соавт. применили озонирование раневой поверхности огнестрельных ран конечностей во 2-й фазе течения раневого процесса озонатором ОП1-М «Орион-СИ» (Россия). Аэрация в пластиковом изоляторе ежедневно озono-кислородной газовой смесью с концентрацией в ней озона 80 мкг/мл с постепенным снижением до 40 мкг/мл. Экспозиция – 15 мин [2].

Еще одна актуальная проблема при раневой инфекции – эрадикация бактериальной биопленки. Специалисты Института хирургии им. А. В. Вишневского, констатируя рост микробной резистентности и наличия биопленочных форм существования, продолжают поиск новых методов воздействия на раневую поверхность, позволяющих добиваться деконтаминации раны, разрушая биопленки без их повторного формирования и реинфицирования ран. К таким методам можно отнести радикальную хирургическую обработку гнойно-некротического очага, дополненную ультразвуковой кавитацией ран с 0,2 % раствором Лавасепт [49]. Также лечение биопленочной бактериальной инфекции с помощью озона проводят анестезиологи, обладающие большим клиническим опытом озонотерапии [34]. Повреждающее действие озона на биопленку приводит к дезорганизации ее матричной структуры, открывает доступ к бактериям антибиотиков, фагоцитов, самого озона и озонидов с эрадикацией микробной популяции. Антимикробная активность озона в концентрации 1–5 мг/л вызывает гибель патогенной микрофлоры, снижает уровень эндотоксемии, формирующейся на фоне антибактериальной терапии. Озонотерапия у кардиохирургических больных с инфекционным биопленочным эндокардитом осуществлялась по следующему протоколу: операции на открытом сердце в условиях озонированного искусственного кровообращения с обработкой перфузата озono-кислородной газовой смесью с содержанием озона 0,05–0,1 мг/л, обработка полостей сердца озонированным физиологическим раствором с концентрацией озона 5 мг/л, внутривенные инфузии озонированного физиологического раствора 200 мл/сут с содержанием озона 2 мг/л в течение 10 сут послеоперационного периода, обработка палат кардиохирургического отделения озono-кислородной смесью с концентрацией озона 6–8 мг/л и скоростью газового потока 1 л/мин в течение 30–40 мин 2 раза в сутки.

В поисках способов очищения ран S. Rowley и S. Clare публикуют дискуссионные мнения подготовки раневого слоя, начиная с исторически сложившейся асептики [50]. Примиряющим и неоспоримым остается независимо от технологии воздействия на раневой процесс и очищающего агента придерживаться основных положений урегулирования критической колонизации и биостимуляции: удаления материала, уменьшения бактериальной нагрузки, оценки пациента и раны, неухудшения процесса заживления. Анализируя эти положения, можно сделать вывод, что методики озонотерапии соответствуют им и направлены на профилактику раневой инфекции. В зависимости от этапа медицинской помощи, категории санитарных потерь, характера повреждений и преследуемых целей озонхирургическая обработка служит основным и/или вспомогательным средством. Недопущение развития раневой инфекции с помощью технологий озонирования складывается из ликвидации некробиотического очага, устранения ранних признаков инфицирования, пошаговой преемственности на каждом этапе, освоения методик озонотерапии врачами и фельдшерами первичного звена. После сопоставления всех фактов и тенденций у специалистов военной медицины и медицины катастроф выбор в пользу озона из других биофизических средств, улучшающих хирургическую обработку, сомнений не вызовет.

**Результаты фундаментальных исследований свидетельствуют, что дополнение хирургической обработки озонотерапией обеспечивает:**

- высокую степень стерилизации раневой поверхности независимо от состава патогенной микрофлоры (бактерии, вирусы, грибы, споры) и ее антибиотикорезистентности [9, 17, 31, 34, 38, 39];
- улучшение кислородного питания травмированных тканей [15, 37, 44];
- купирование боли [10, 21, 51];
- снижение риска рецидива раневой инфекции и ампутации конечности [12, 13, 25, 33, 52].

Основная мишень действия озона – фосфолипиды (компонент биологических мембран микроорганизмов). В отличие от других методов влияния на инфицированную рану, озонотерапия используется выборочно и освещается узко. Однако по своим свойствам воздействия на раневой процесс методики озонирования так же эффективны, научно обоснованы и в то же время просты и доступны. Алгоритмизация медицинского озонирования в сочетании со стандартными протоколами лечения продолжается Ассоциацией российских озонотерапевтов, Азиатско-европейским союзом озонотерапевтов, Международной ассоциацией озонотерапевтов.

### Базово-доказательная озонотерапия ран госпитального звена

Совместно с хирургическим пособием и антибактериальной терапией разработан путь регионарного введения озono-кислородной смеси как в сосудистое русло, так и местно в пораженные ткани с оптимальной барботажной концентрацией озона 1,0–3,0 мг/л [16, 53]. Обработка кислородно-озоновой асептической средой поврежденных конечностей чаще всего проводится с помощью камерной газации. Пораженные участки, укрытые увлажненными повязками, подвергаются санированию, адсорбированию, дренированию в пластиковых мешках или под сферой в течение 10–30 мин (концентрация озона в газовой смеси 5–20 мг/л). При этом хирургические принципы и медикаментозная терапия соответствуют стандартам.

У 310 военнослужащих с инфекцией мягких тканей местным проточным методом озонирования в камерах (концентрация озона 5 мг/л) и системной инфузии 200 мл озонированного физиологического раствора (концентрация озона 0,7 мг/л) улучшена микроциркуляция в раневой зоне и прервано прогрессирование системной воспалительной реакции. По результатам лабораторной оценки 4 цитокинов (IL-6, IL-8, IL-10, TNF $\alpha$ ) в плазме крови и компьютеризированной лазерной доплеровской флуометрии в динамике достоверно снижены интегралы системного и местного воспаления [25].

В обзоре материалов боевых действий показано лечение 129 раненых с огнестрельными повреждениями нижних конечностей методом асептической среды атмосфер, насыщенных кислородно-озоновой смесью (концентрация озона 90–100 мг/л, экспозиция 20 мин, курс 14–16 сут). У 15 раненых очаги нагноения купированы через 2–4 сут, в остальных случаях раневые дефекты заживали без нагноения. Достоверным анализом качества помощи зарегистрировано снижение болевого синдрома. Решены вопросы профилактики инфекционных осложнений дефектов мягких тканей огнестрельного происхождения для военной медицинской службы и отечественного здравоохранения. Авторский метод озонирования рекомендован в условиях массового поступления [11]. Клиническая эффективность аналогичной методики (озонатор «Медозонс БМ», Россия) отмечена в лечении 17 раненых с осколочными повреждениями конечностей, поступивших в ЦГБ г. Донецка из первого военного госпиталя ДНР (2016) в течение 1-х сут с момента получения боевой травмы. Проточная газация озono-кислородной смесью с концентрацией озона 2–5 мг/л в основной группе сохраняла серозный характер отделяемого. На 7–10-е сут раны закрывали вторичными швами и аутодермопластикой. В группе сравнения раневой процесс протекал через нагноение с повторными обработками и удлинением сроков санации до 12–14 сут [12].

Инновационное лечение сочетанной травмы мирного времени Ю. В. Дужинской и соавт. представлено совмещением озонотерапии с эндолимфатическим введением гентамицина. При помощи портативного озонатора с процедурными камерами «ОРИОН-СИ» (Москва) у 107 пациентов для лечения ран конечностей, в том числе послеоперационных, использована местная озонотерапия. По спектру противовоспалительных цитокинов определялся уровень IL-1 и IL-6 в сыворотке периферической крови. На различных стадиях раневого процесса показаны положительные результаты ответа иммунной системы на лечение и заживления ран (Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Хирургические инфекции кожи и мягких тканей у детей и взрослых». 2017. С. 80–82).

Е. А. Назаров и соавт. в эксперименте на крысах и при лечении 159 пациентов с посттравматическим остеомиелитом, огнестрельными ранениями и ожогами конечностей показали положительное воздействие озона на течение гнойного процесса (озонатор НПО «Плазма», Россия) совместно с ультрафиолетовым и гелий-неоновым лазером [30]. А. Б. Зайцев в гнойной травматологии разработал способ локальной озонотерапии пролонгированного действия остаточных костно-суставных полостей в лечении хронического остеомиелита длинных костей (из 54 пациентов у 6 был огнестрельный остеомиелит). Ирригационное дренирование раневой полости осуществлялось 30,0 % водным раствором мочевины и озонированным физиологическим раствором. После хирургической обработки конечность помещалась в пластиковый изолятор, тампонирующая раневая полость через дренажную систему насыщалась озono-кислородной смесью в концентрации 2–5 мг/л в течение 15–20 мин ежедневно (курс 2 нед). Заживление ран, стихание воспалительного процесса контролировались тепловизионными исследованиями и лабораторными показателями. Положительными результатами стали купирование болевого синдрома (2–3-е сут), гнойного отделяемого (3–5-е сут), отрицательные посевы (3–5-е сут), появление грануляций (7-е сут), эпителизации (10-е сут). Авторский алгоритм озонотерапии рекомендован в практику с подчеркиванием отсутствия альтернативного подхода [10].

В Международном центре исследований экстремальных состояний организма (Красноярск) использовано сочетание ультразвуковой кавитации и озонированного масла (среда проведения волн). У пациентов с отморожениями, получавших инфузии озонированного физиологического раствора и местную обработку гранулирующих ран озонированным маслом «ОТРИ 6000» ООО «Медозонс» (Нижний Новгород, Россия), отмечалась тенденция к сокращению повторных хирургических обработок. Озонированные масла (олеозоны) с бактерицидными и

антигипоксическими свойствами проявили способность проникать глубоко в ткани, куда нет доступа другим антисептикам. За счет пероксидных и кислотных чисел (активные формы кислорода) в составе озонированных масел данные препараты стимулировали регенерацию и аппликационную сорбцию [54]. P. Patel et al. рандомизированным цитологическим контролем удостоверяют эффективность озонированных масел [55].

Приемы озонхирургической обработки (санация, гидропрепаровка, аппликационное дренирование) публикуются и в зарубежной литературе. Лечение озонем воспалительных и травматических повреждений нижних конечностей представлено авторами из Гватемалы (М. López), Венесуэлы (J. Medina), Испании (J. Ruiz). Трофические язвы, раны, спортивную травму (Панамериканские и Олимпийские игры в Торонто (2015), Рио-де-Жанейро (2016) в том числе обрабатывали методами аппликационной (в составе перевязочного материала) и инфльтрационной озонотерапии. У 205 пациентов с диабетической стопой сеансы озонирования улучшили микроциркуляцию, усилили бактерицидный и фунгицидный эффект, что привело к переходу раневого процесса к репарации и снизило риск ампутаций. Соблюдая топографо-анатомическую структуру подошвенных пространств, патологические очаги инъекционно инфльтрировали озоном. Туннельный (компрессионный) и артериальный синдром голенистопа в 89,0 % случаев купирован после 3 блокадных инфльтраций. В итоге при разнообразной этиопатогенетической патологии суставов стоп (травма, воспаление, дегенеративно-дистрофические изменения) озонотерапия поливалентно обеспечила получение хороших анатомо-функциональных результатов и возможность длительного сохранения функций сегментов конечности [21, 52, 56]. Клиническими центрами Испании и Мексики после проведения совместных исследований создана альтернативная тактика мультидисциплинарной озонотерапии. Включение локальных методик (озонированное оливковое масло и герметические камеры) в лечение инфицированных язвенных поражений диабетической стопы позволило предотвратить развитие гангрены и уменьшить процент ампутаций [33].

В Аргентине Е. Gonzales (2013) как часть мультидисциплинарной программы представил различные методики озонотерапии во флебологии. Варикозные язвы газифицировали озоном в камерах, обрабатывали озоновым раствором с целью удаления раневого детрита, обкалывали подкожно и закрывали озонированным маслом. Общая озонотерапия проводилась трансректально и интравенозно. Автор обосновывает клинический успех антибактериальным, противовоспалительным, анальгезирующим, иммуномодулирующим и антиоксидантным воздействием озона [51].

Нашими методиками представлено лечение пациентов с трофическими проявлениями лимфенозной недостаточности нижних конечностей. С целью воздействия на патогенез транскапиллярного обмена флеботропная терапия дополнялась общей и регионарной адьювантной озонотерапией. Озонированный физиологический раствор 200,0 мл с концентрацией озона 0,8–1,0 мг/л вливали в венозное русло. Во время хирургической обработки деструктивные ткани блокаде обкалывали озон-кислородной газовой смесью 20,0–50,0 мл с концентрацией озона 3–5 мг/л. Озон пропитывал фасциально-дермальные футляры и паравазальные пространства. Покрытиями «Воскопран» («Биотекфарм», Россия) с нанесением оливкового масла (озонид) перевязывали трофические дефекты. На конечности накладывали компрессионные бинты, пролонгируя озоновое блокирование лимфенозного эндотоксикоза. В тканевом патологическом субстрате выравнивались метаболические нарушения, улучшая регенерацию. К 3–5-м сут контаминированность раневых зон ассоциациями микробных тел снижалась до  $10^2$ – $10^3$  КОЕ на 1 г ткани, рН среды соответствовал уровню 7,5 и выше, в мазках-отпечатках преобладала картина пролиферации. Тесты коагулограмм по протромбированному индексу (75–92 %) и МНО (1,0–1,1) поддерживали гипокоагуляционный гемостаз с антикоагулянтным эффектом озона [57].

По данным хирургических клиник ГКБ им. С. П. Боткина, озонотерапия в послеоперационном периоде лечения острой патологии брюшной полости усиливала окислительные процессы и одновременно стимулировала антиоксидантную активность. Достигнуты улучшение показателей клеточного и гуморального иммунитета, индекса совершенности фагоцитоза, подавление роста аэробной и анаэробной микрофлоры [31].

Ю. И. Козин и соавт. показали эффективность оригинальной системной и местно-проводниковой озонотерапии на ранних стадиях развития гнойно-раневых инфекционных процессов у 94,3 % больных. В составе хирургической обработки очага дополнительно промывались озонированным физиологическим раствором посредством ультразвуковой кавитации и закрывались повязками с маслом «Озонид». Расписана техника озонхирургической санации раны. После наложения сдавливающей манжеты проксимальнее очага воспаления последний обкалывается подкожно озон-кислородной смесью (концентрация озона в смеси до 22,0 мг/л) по 3,0 мл, расстояние между инъекциями до 5,0 см. Перед снятием манжеты через 60 мин паранодулярно в зону региональных лимфоузлов подкожно капельно вводится озонированный физиологический раствор (100,0 мл), ежедневно до регрессии местного воспаления. У авторов прослеживается патогенетический подход к лечению и профилактике

гноино-некротических процессов осложненных форм рож. Озоно-ультразвуковые обработки в послеоперационном периоде кавитацией с помощью аппарата Soring (Германия) осуществлялись при постоянном поступлении в рану через наконечник приготовленного озонированного физиологического раствора ex tempore. Прямое действие озона и мобилизация антиоксидантной системы, по мнению авторов, гарантирует предупреждение рецидивирования [20].

М. N. Mawsouf et al. (госпиталь Университета Александрии) представили лечение 100 пострадавших с ожоговыми ранами повторными обработками с использованием озонированных растворов. Тактически учтены локализации ожогов. перевязки лица, туловища сопровождалась аппликационной обработкой озонированной дистиллированной водой в виде орошения спреем повязок и раневых и околораневых поверхностей после их снятия. Озоновая газация верхних и нижних конечностей осуществлялась в транспортных мешках по 25 мин. В зависимости от течения ожогового раневого процесса составлены протоколы концентрации озона: инфекционная стадия — 70 мг/л 7 курсов, механическая обработка — 40 мг/л при каждой санации, образование грануляций — 15–20 мг/л до полного заживления. Результаты авторы связывают с дополнительным химическим энзиматическим компонентом местного влияния озона, приводящего к ускорению лизиса тканей; восстановлению скорости эпителизации клеток, вазодилатации, оксигенации, нормализации pH тканей, стимуляции синтеза цитокинов. Бактерицидное и фунгицидное воздействие озона повышало резистентность организма при ожоговой болезни. Местная аппликация купировала ожоговую травму клеток, способствовала раннему появлению грануляционной ткани и эпителизации, сокращению сроков стационарного лечения [15].

#### **Военно-полевая озонотерапия. Тактико-клинические позиции**

В условиях лечебно-эвакуационного обеспечения этапное чередование озонотерапии соответствует требованиям военно-полевой доктрины по профилактике инфекционных осложнений ранений и травм. Передовые технологии, к которым отнесем озонотерапию, способствуют дальнейшему развитию хирургической обработки [19, 58]. В сравнении с подачей озона на раны путем оросительно-распылительной обработки в годы Первой мировой войны (поверхностная озоновая «аэрация») внутритканевой путь введения озонового блока (глубокая озоновая «аэрация») создаст экспозицию раствора с пролонгированным действием озона, купируя морфологические зоны травматической ишемии и токсемии.

Основной контингент, которому целенаправленно показана озонхирургическая обработка

— легкораненые (живая сила возвратных потерь). Подготовленному врачебно-фельдшерскому составу допускается выполнение технически несложных озоно-новокаиновых блокад легкораненым в сортировочной (перевязочной) [59]. Ex tempore готовится озоно-кислородная смесь в объеме 200–300 мл с концентрацией озона 1,0–3,0 мг/л. Генератором озона служат отечественные портативные медицинские озонаторы вятOZON (по лицензии В.И. Пантелеева, ОАО «ЛЕПСЕ», г. Киров). Озонохирургическая обработка в этих случаях — основное асептическое пособие, которое можно поручить скорпомощному звену фельдшерских бригад, привлеченных для оказания неотложной помощи в чрезвычайных ситуациях. Более сложные блокады выполняются хирургами в условиях перевязочной или малой операционной (по типу регионарных, футлярных и блокад поперечного сечения). Такая озоновая обработка выступает вспомогательным антисептическим средством в составе основного лечения. Методика введения озоно-кислородной смеси (концентрация 2,0–3,0 мг/л) подкожно и глубоко внутримышечно длинными иглами отработана на госпитальном уровне при обширных боевых размозжениях и входит в практические рекомендации руководств по озонотерапии [35].

Таким образом, на этапах преемственно осуществляется последовательный алгоритм озоновой аэрации:

- на передовых пунктах первого эшелона врачебной помощи в первые часы поступления (до 75,0 % случаев оказание первичной хирургической помощи) — первичные местные озоновые блокады. Целевая точка приложения озона в качестве основного средства — контаминированный до 97,0 % (аэробы и патогенные клостридии) фибринозный первичный субстрат, недоступный антибактериальным средствам;
- на этапах квалифицированной и специализированной помощи второго эшелона с доставкой после 6–8 ч (до 40,0 % случаев оказание первичной хирургической помощи) — сочетания различных видов местной озонотерапии. Целевая точка приложения озона в качестве вспомогательного средства — интенсивный процесс колонизации и бактериальная полирезистентная биопленочная микрофлора.

#### **Заключение**

Несмотря на то, что в военно-полевой хирургии четко разработана концепция обработки ран, раневая инфекция на лечебно-эвакуационных этапах непреодолима. Решая проблему местной ишемической эндотоксемии приоритетом патогенетических механизмов развития раневой инфекции над этиологическими, «от этапа к этапу» пролонгированная озонхирургическая помощь объективно улучшает результаты хирургической обработки. Благодаря мобильным полевым

укладкам и стационарозамещающим технологиям оборудование для озонотерапии может быть использовано непосредственно в очагах на выезде и в модульных палатах. Технические тонкости озонхирургической обработки не должны быть обязательными в стандарте лечения и являются практическими рекомендациями, освоение которых не вызовет у медицинского персонала сложностей.

Тактико-клиническая основа военно-полевой озонотерапии изучена, ее эффективность доказана,

широкое практическое внедрение возможно благодаря существующим организационным и медицинским алгоритмам. Заинтересованность в достижении лучших клинических результатов и исходов лечения раневой инфекции предрасполагает к продолжению клинических исследований в этом направлении. Оценка эффективности озонирования поможет обосновать позицию озонхирургической обработки, внести ясность в спорных деталях и сделать шаг навстречу разумной стандартизации ее методик.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Funding.** The study had no sponsorship.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Зубрицкий В. Ф., Земляной А. Б., Колтович А. П. и др. Тактика лечения гнойно-некротических осложнений огнестрельных ранений конечностей. Альманах Института хирургии им. А. В. Вишневского. 2018; (1): 711–712. [Zubritsky V. F., Zemlyanoy A. B., Koltovich A. P., et al. Treatment of purulent-necrotic complications of gunshot wounds of the extremities = Zubritsky V. F., Zemlyanoy A. B., Koltovich A. P. i dr. Taktika lecheniya gnoyno-nekroticheskikh oslozhneniy ognestrel'nykh raneniy konechnostey. Al'manakh Instituta khirurgii im. A. V. Vishnevskogo. 2018; (1): 711–712. (In Russ.)]
2. Котив Б. Н., Ивануса С. Я., Лазуткин М. В. и др. Особенности диагностики и лечения инфекционных осложнений огнестрельных ран. Труды института. НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ. М.: НПО ВНМ, 2022. Т. 250. С. 152–154. [Kotiv B. N., Ivanusa S. Ya., Lazutkin M. V. i dr. Osobennosti diagnostiki i lecheniya infektsionnykh oslozhneniy ognestrel'nykh ran. Trudy instituta. NII SP im. N. V. Sklifosovskogo DZM. M.: NPO VNM, 2022. T. 250. S. 152–154. (In Russ.)]
3. Указания по военно-полевой хирургии / под ред. С. А. Бельских, И. М. Самохвалова. М., 2013. 474 с. [Guidelines for military field surgery = Ukazaniya po voyenno-polevoy khirurgii / pod red. S. A. Bel'skikh, I. M. Samokhvalova. M., 2013. 474 s. (In Russ.)]
4. Зубрицкий В. Ф., Левчук А. Л., Фоминых Е. М. Хирургическая инфектология. М.: ДПК Пресс, 2021. [Zubritsky V. F., Levchuk A. L., Fominykh E. M. Surgical infectology = Zubritsky V. F., Levchuk A. L., Fominykh Ye. M. Khirurgicheskaya infektsiologiya. M.: DPK Press, 2021. (In Russ.)]
5. Брижань Л. К., Давыдов Д. В., Хоминец В. В. и др. Современное комплексное лечение раненых и пострадавших с боевыми повреждениями конечностей. Вестник национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. 2016; 11 (1): 74–80. [Brizhan L. K., Davydov D. V., Khominets V. V., et al. Modern complex treatment of the wounded and injured with combat injuries of the extremities = Brizhan L. K., Davydov D. V., Khominets V. V. i dr. Sovremennoye kompleksnoye lecheniye ranenyykh i posttradvashikh s boyevymi povrezhdeniyami konechnostey. Vestnik natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N. I. Pirogova. 2016; 11 (1): 74–80. (In Russ.)]
6. Блатун Л. А., Чекмарева И. А., Митиш В. А. и др. Гнойно-некротические поражения кожи и мягких тканей. Тактика местного медикаментозного лечения. Гастроэнтерология. Хирургия. Интенсивная терапия. Consilium Medicum. 2019; (2): 53–62. [Blatun L. A., Chekmareva I. A., Mitish V. A., et al. Purulent-necrotic lesions of the skin and soft tissues. Tactics of local drug treatment = Blatun L. A., Chekmareva I. A., Mitish V. A. i dr. Gnoyno-nekroticheskkiye porazheniya kozhi i myagkikh tkaney. Taktika mestnogo medikamentoznogo lecheniya. Gastroenterologiya. Khirurgiya. Intensivnaya terapiya. Consilium Medicum. 2019; (2): 53–62. (In Russ.)]
7. Горбунов С. Н. Применение медицинского озона для профилактики, лечения и интенсивной терапии гнойно-септических заболеваний и осложнений в хирургии и травматологии у взрослых и детей: автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2000. [Gorbunov S. N. The use of medical ozone for the prevention, treatment and intensive care of purulent-septic diseases and complications in surgery and traumatology in adults and children = Gorbunov S. N. Primeneniye meditsinskogo ozona dlya profilaktiki, lecheniya i intensivnoy terapii gnoyno-septicheskikh zabolevaniy i oslozhneniy v khirurgii i travmatologii u vzroslykh i detey: avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. M., 2000. (In Russ.)]
8. Esperanza S. R. The Administration of Ozone Subcutaneously in Minimum Doses Its Explanation Based on Biological Medicine. Monography-IV World Congress of Oxygen-Ozone Therapy, Buenos Aires, Argentina, October 30 to November 1, 2013. International Journal of Ozone Therapy. 2013; 12 (2): 147–148.
9. Leonardi M. Possibilities of Medical Ozone. Monography-IV World Congress of Oxygen-Ozone Therapy, Buenos Aires, Argentina, October 30 to November 1, 2013. International Journal of Ozone Therapy. 2013; 12 (2): 131–132.
10. Зайцев А. Б. Пролонгированная локальная озонотерапия остаточных костных полостей. Биорадикалы и Антиоксиданты. 2018; 5 (3): 180–181. [Zaitsev A. B. Prolonged local ozone therapy of residual bone cavities = Zaitsev A. B. Prolongirovannaya lokal'naya ozonoterapiya ostatochnykh kostnykh polostey. Bioradikal'y i Antioksidanty. 2018; 5 (3): 180–181. (In Russ.)]
11. Samoday V. G., Yushin I. V., Shevelev I. I. The experience of oxygen-ozone gas mixture uses in the treatment of soft tissues extensive defects after gunshot injuries of the lower extremities. Revista Ozonoterapia. 2009; 1 (3 Suppl.): 163–164.

12. Мирошин С. И., Баркалов С. В. Оценка эффективности использования местной озонотерапии в лечении множественных слепых осколочных ранений нижних конечностей. Биорадикалы и Антиоксиданты. 2016; 3 (3): 184–185. [Miroshin S. I., Barkalov S. V. Evaluation of the effectiveness of the use of local ozone therapy in the treatment of multiple blind shrapnel wounds of the lower extremities = Miroshin S. I., Barkalov S. V. Otsenka effektivnosti ispol'zovaniya mestnoy ozonoterapii v lechenii mnozhestvennykh slepykh oskolochnykh raneniy nizhnikh konechnostey. Bioradikal'y i Antioksidanty. 2016; 3 (3): 184–185. (In Russ.)]
13. Кисленко А. М., Маркевич П. С., Муклецов В. А. и др. Пути улучшения результатов лечения огнестрельных и минно-взрывных ранений с полирезистентной раневой инфекцией. Сб. научных трудов 4-го межд. науч.-практ. конгресса «Раны и раневые инфекции» / под науч. ред. В. А. Митиша, Ю. С. Пасхаловой. М.: Изд. «Перо», 2018. С. 60–62. [Kislenko A. M., Markevich P. S., Mukletsov V. A., et al. Ways to improve the results of treatment of gunshot and mine-explosive wounds with multiresistant wound infection = Kislenko A. M., Markevich P. S., Mukletsov V. A. i dr. Puti uluchsheniya rezul'tatov lecheniya ognestrel'nykh i minno-vzryvnykh raneniy s polirezistentnoy ranевой infektsiyey. Sb. nauchnykh trudov 4-go mezhd. nauch.-prakt. kongressa «Rany i ranevyye infektsii» / pod nauch. red. V. A. Mitisha, YU. S. Paskhalovoy. M.: Izd. «Pero», 2018. S. 60–62. (In Russ.)]
14. Кулемзина Т. В., Красножон С. В. К вопросу о реабилитации боевых травм. Биорадикалы и Антиоксиданты. 2018; 5 (3): 158–200. [Kulemzina T. V., Krasnozhon S. V. To the question of the rehabilitation of combat injuries = Kulemzina T. V., Krasnozhon S. V. K voprosu o reabilitatsii boyevykh travm. Bioradikal'y i Antioksidanty. 2018; 5 (3): 158–200. (In Russ.)]
15. Mawsouf M. N., Shalaby H. E. M., Masoud M. N. Z., et al. Ozone therapy in moderate and severe burns. Вестник физиотерапии и курортологии. 2016; 22 (2): 71–77.
16. Князев В. Н., Фоминых Е. М., Мирошин С. И. Озоновая обработка поврежденных тканей на лечебно-эвакуационных этапах. Современные подходы к диагностике и лечению хирургических заболеваний, травм и их осложнений. Сб. трудов Общероссийской межведомственной науч.-практ. конф. М.: Редакция журнала «На боевом посту», 2022. С. 111–113. [Knyazev V. N., Fominykh E. M., Miroshin S. I. Ozone treatment of damaged tissues at the treatment and evacuation stages. Modern approaches to the diagnosis and treatment of surgical diseases, injuries and their complications = Knyazev V. N., Fominykh Ye. M., Miroshin S. I. Ozonovaya obrabotka povrezhdennykh tkaney na lechebno-evakuatsionnykh etapakh. Sovremennyye podkhody k diagnostike i lecheniyu khirurgicheskikh zabolovaniy, travm i ikh oslozhneniy. Sb. trudov Obshcherossiyskoy mezhdovedstvennoy nauch.-prakt. konf. M.: Redaktsiya zhurnala «Na boevom postu», 2022. S. 111–113. (In Russ.)]
17. Мирошин С. И. Применение озона в хирургии. Военно-медицинские аспекты: автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 1995. [Miroshin S. I. The use of ozone in surgery. Military medical aspects = 17. Miroshin S. I. Primeneniye ozona v khirurgii. Voyenno-meditsinskiye aspekty: avtoref. dis. ... dokt med. nauk. M., 1995. (In Russ.)]
18. Куценко С. Н., Войно-Ясенецкая Т. В., Полищук Л. Л. и др. Блокады в травматологии и ортопедии. 2-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2018. [Kutsenko S. N., Voyno-Yasenetskaya T. V., Polishchuk L. L., et al. Blockades in traumatology and orthopedics = Kutsenko S. N., Voyno-Yasenetskaya T. V., Polishchuk L. L. i dr. Blokady v travmatologii i ortopedii. 2-ye izd. M.: MEDpress-inform, 2018. (In Russ.)]
19. Knyazev V. N. Ozone-surgical debridement in trauma surgery. Abstract Book. Aepromo, 2018. Revista Espanola de Ozonoterapia. 2018; 8 (2 Suppl. 1): 42–43.
20. Козин Ю. И., Исаев Ю. И., Гербенко Г. И. и др. Озонотерапия в лечении и профилактике рецидивирования гнойных раневых инфекций. Вестник физиотерапии и курортологии, 2016; 22 (2): 82–83. [Kozin Yu. I., Isaev Yu. I., Gerbenko G. I., et al. Ozone therapy in the treatment and prevention of recurrence of purulent wound infections = Kozin Yu. I., Isayev Yu. I., Gerbenko G. I. i dr. Ozonoterapiya v lechenii i profilaktike retsedivirovaniya gnoynykh ranevykh infektsiy. Vestnik fizioterapii i kurortologii, 2016; 22 (2): 82–83. (In Russ.)]
21. Ruiz J. L-L. Infiltrations with Medical Ozone in Ankle and Foot Pathologies. V International Congress of AEPROMO VI International Congress of IMEOF “Better Ozone Therapy with Training, Investigation and Publication”, 1-3 June, 2017, School of Medicine, Complutense University, Madrid, Spain. Abstract Book. Revista Española de Ozonoterapia. 2017; 7 (2 Suppl. 1): 22.
22. Knyazev V. Organizational Principles of Field Staging Adjuvant Ozone Therapy. Surgery. Abstracts of papers submitted to the IASGO World Congress September 9-12, 2018, Moscow. Gastroenterology and Oncology. 2018; 23 (Suppl. 1): 100.
23. Мирошин С. И., Князев В. Н. Способы озонирования поврежденных тканей при хирургической обработке на лечебно-эвакуационных этапах. Труды института. СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ, М.: НПО ВНМ. НИИ, 2022. Т. 250. С. 25–26. [Miroshin S. I., Knyazev V. N. Methods of ozonation of damaged tissues during surgical treatment at medical and evacuation stages = Miroshin S. I., Knyazev V. N. Sposoby ozonirovaniya povrezhdennykh tkaney pri khirurgicheskoy obrabotke na lechebno-evakuatsionnykh etapakh. Trudy instituta. SP im. N. V. Sklifosovskogo DZM, M.: NPO VNM. NII, 2022. T. 250. S. 25–26. (In Russ.)]
24. Перетягин П. В., Мартусевич А. К., Перетягин С. П. Влияние использования активных форм кислорода на состояние микроциркуляции при моделированной комбинированной термической травмы в эксперименте. Медицинский альманах. 2013; (3): 77–79. [Peretyagin P. V., Martusevich A. K., Peretyagin S. P. Influence of the use of reactive oxygen species on the state of microcirculation in simulated combined thermal injury in the experiment = 24. Peretyagin P. V., Martusevich A. K., Peretyagin S. P. Vliyaniye ispol'zovaniya aktivnykh form kisloroda na sostoyaniye mikrotsirkulyatsii pri modelirovannoy kombinirovannoy termicheskoy travmy v eksperimente. Meditsinskiy al'manakh. 2013; (3): 77–79. (In Russ.)]
25. Засорин А. А. Опыт озонотерапии в комплексном лечении хирургической инфекции мягких тканей. Медицинский альманах. 2013; (3): 106–107. [Zasorin A. A. Experience of ozone therapy in the complex treatment of surgical infection of soft tissues = Zasorin A. A. Opyt ozonoterapii v kompleksnom lechenii khirurgicheskoy infektsii myagkikh tkaney. Meditsinskiy al'manakh. 2013; (3): 106–107. (In Russ.)]
26. Трухан А. П., Васильев Д. В., Сухарев А. А. Организационные аспекты лечения огнестрельных ранений мирного времени в Республике Беларусь. Альманах Института хирургии им. А. В. Вишневского. 2018; (1): 163. [Trukhan A. P., Vasiliev D. V., Sukharev A. A. Organizational aspects of the treatment of peacetime gunshot wounds in the Republic of Belarus = Trukhan A. P., Vasil'ev D. V., Sukharev A. A. Organizatsionnyye aspekty lecheniya ognestrel'nykh raneniy mirnogo vremeni v Respublike Belarus'. Al'manakh Instituta khirurgii im. A. V. Vishnevskogo. 2018; (1): 163. (In Russ.)]
27. Князев В. Н., Мирошин С. И., Королев С. Б. и др. Краш-синдром. Футлярные озоново-новокаиновые блокады. Кафедра травматологии и ортопедии. 2015; 1 (13): 5–7. [Knyazev V. N., Miroshin S. I., Korolev S. B., et al. Crush syndrome. Case ozone-novocaine blockade = Knyazev V. N., Miroshin S. I., Korolev S. B. i dr. Krash-sindrom. Futlyarnyye ozonovo-novokainovyye blokady. Kafedra travmatologii i ortopedii. 2015; 1 (13): 5–7. (In Russ.)]
28. Stevens D. L., Bisno A. L., Chambers H. F., et al. Practice guidelines for the diagnosis and management of skin and soft infections: 2014 up date by the infectious Diseases Society of America. Clin Infect Dis. 2014; 59 (2): 147–159.

29. Бесчастнов В. В. Особенности лечения боевой травмы конечности у военнослужащих блока НАТО в период вооруженных конфликтов на территории Ирака и Афганистана (обзор литературы). Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б.М. Костюченка. 2021; 8 (3): 6–10. [Beschastnov V. V. Peculiarities of treatment of combat trauma of extremities in military personnel of the NATO bloc during armed conflicts in Iraq and Afghanistan (literature review) = Beschastnov V. V. Osobennosti lecheniya boyevoy travmy konechnostey u voyennosluzhashchikh bloka NATO v period vooruzhennykh konfliktov na territorii Iraka i Afganistana (obzor literatury). Rany i ranevyye infektsii. Zhurnal im. prof. B.M. Kostyuchonka. 2021; 8 (3): 6–10. (In Russ.)]
30. Назаров Е. А., Фокин И. А., Селезнев А. В. Применение лазерного излучения и озона в гнойной травматологии. Кафедра травматологии и ортопедии. 2015; 3 (15): 14–16. [Nazarov E. A., Fokin I. A., Seleznev A. V. The use of laser radiation and ozone in purulent traumatology = Nazarov E. A., Fokin I. A., Seleznev A. V. Primeneniye lazernogo izlucheniya i ozona v gnoynoy travmatologii. Kafedra travmatologii i ortopedii. 2015; 3 (15): 14–16. (In Russ.)]
31. Васильев И. Т., Мумладзе Р. Б., Якушин В. И. и др. Применение озона в комплексном лечении больных с острыми хирургическими заболеваниями органов брюшной полости. Медицинский алфавит. 2015; 1 (3): 9–20. [Vasiliev I. T., Mumladze R. B., Yakushin V. I., et al. The use of ozone in the complex treatment of patients with acute surgical diseases of the abdominal cavity = Vasil'yev I. T., Mumladze R. B., Yakushin V. I. i dr. Primeneniye ozona v kompleksnom lechenii bol'nykh s ostrymi khirurgicheskimi zabolevaniyami organov bryushnoy polosti. Meditsinskiy alfavit. 2015; 1 (3): 9–20. (In Russ.)]
32. Добрякова Э. А., Титова Г. В. Применение озонотерапии в комплексном лечении хирургической инфекции мягких тканей (клинический случай). Вестник физиотерапии и курортологии. 2016; 22 (2): 59–64. [Dobryakova E. A., Titova G. V. The use of ozone therapy in the complex treatment of surgical infection of soft tissues (clinical case) = Dobryakova E. A., Titova G. V. Primeneniye ozonoterapii v kompleksnom lechenii khirurgicheskoy infektsii myagkikh tkaney (klinicheskii sluchay). Vestnik fizioterapii i kurortologii. 2016; 22 (2): 59–64. (In Russ.)]
33. Rivera-Soto M. A., Peredo Llaguno A., Weber-Chuliá N. Pie diabético, tratamiento Médico multidisciplinario y Ozonoterapia, una alternativa más. Abstract Book. Aerpro-mo, 2018. Revista Espanola de Ozonoterapia. 2018; 8 (2 Suppl.1): 73.
34. Бояринов Г. А., Бояринова Л. В., Гордеев А. С. и др. Можно ли лечить озоном биопленочные бактериальные инфекции? Биорадикалы и Антиоксиданты. 2018; 5 (3): 162–173. [Boyarinov G. A., Boyarinoval L. V., Gordetsov A. S. et al. Can biofilm bacterial infections be treated with ozone? = Boyarinov G. A., Boyarinoval L. V., Gordetsov A. S. i dr. Mozhno li lechit' oazonom bioplenochnyye bakterial'nyye infektsii? Bioradikaly i Antioksidanty. 2018; 5 (3): 162–173. (In Russ.)]
35. Бояринов Г. А., Перетягин С. П., Горбунов С. Н. и др. Озонотерапия боевой хирургической травмы. Методические рекомендации. Н. Новгород, 2002. [Boyarinov G. A., Peretyagin S. P., Gorbunov S. N. et al. Ozone therapy for combat surgical trauma = Boyarinov G. A., Peretyagin S. P., Gorbunov S. N. i dr. Ozonoterapiya boyevoy khirurgicheskoy travmy. Metodicheskiye rekomendatsii. N. Novgorod, 2002. (In Russ.)]
36. Sallinen M. Early history of ozone therapies. Cardiology and Internal Medicine-XXI Tbilisi. 2017; 1-2 (LVII-LX): 10–15.
37. Иванов Е. М., Кытикова О. Ю., Новгородцев А. Д. Озонотерапия в гериатрии. Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та, 2006. С. 7–55, 46–47. [Ivanov E. M., Kytikova O. Yu., Novgorodtsev A. D. Ozone therapy in geriatrics = Ivanov E. M., Kytikova O. Yu., Novgorodtsev A. D. Ozonoterapiya v geriatrii. Vladivostok. Izd-vo Dal'nevostochnogo un-ta, 2006. S. 7–55, 46–47. (In Russ.)]
38. Shallenberg F. Principles and applications of ozonotherapy. (A practical guideline for physicians). USA, 2011. 124 p.
39. Holmes J. Ozone, Experimental Medicine and Medical Treatment: MRSA Infection Control Skin Regeneration. Poster Presentation, IOAND. 2013.
40. Антология истории русской хирургии. Из работ Р. Вирхова. М.: Изд-во «Весть», 2006. С. 789–780. [Anthology of the history of Russian surgery. From the works of R. Virchow = Antologiya istorii russkoy khirurgii. Iz rabot R. Virkhova. M.: Izd-vo "Vest'", 2006. S. 789–780. (In Russ.)]
41. Миронов Н. А., Зайцев Р. М., Перетягин С. П. и др. Организационные основы применения технологий озонотерапии в системе бюджетного здравоохранения. Медицинский альманах. 2013; (3): 14–16. [Mironov N. A., Zaitsev R. M., Peretyagin S. P., et al. Organizational bases for the use of ozone therapy technologies in the public health system = Mironov N. A., Zaytsev R. M., Peretyagin S. P. i dr. Organizatsionnyye osnovy primeneniya tekhnologii ozonoterapii v sisteme byudzhethogo zdravookhraneniya. Meditsinskiy al'manakh. 2013; (3): 14–16. (In Russ.)]
42. Truong T. H., Caroll K. S. Redox regulation of epidermal growth factor receptor signaling through cysteine oxidation. Biochemistry. 2012; 51 (50): 9954–9965.
43. Фундаментальные проблемы реаниматологии (избранное). Т. 11. Травма и кровопотеря / под ред. В. В. Мороза. ФГБНУ «НИИОР», 2015. С. 3–4, 181–190, 211–212. [Fundamental problems of resuscitation (selected). T. 11. Trauma and blood loss = Fundamental'nyye problemy reanimatologii (izbrannoye). T. 11. Travma i krvopoterya / pod red. V. V. Moroz. FGBNU "NIIOR", 2015. S. 3–4, 181–190, 211–212. (In Russ.)]
44. Sagai M., Bocci V. Mechanisms of Action Involved in Ozone Therapy: Is healing induced via a mild oxidative stress? Med Gas Res. 2011; 1: 29.
45. Никитин О. Л., Крюков Н. Н., Кочетков С. Г. и др. Озонотерапия и перекисное окисление липидов: современное состояние вопроса. Вестник физиотерапии и курортологии. 2016; 22 (2): 31–32. [Nikitin O. L., Kryukov N. N., Kochetkov S. G., et al. Ozone therapy and lipid peroxidation: the current state of the issue = Nikitin O. L., Kryukov N. N., Kochetkov S. G. i dr. Ozonoterapiya i perekisnoye okisleniye lipidov: sovremennoye sostoyaniye voprosa. Vestnik fizioterapii i kurortologii. 2016; 22 (2): 31–32. (In Russ.)]
46. Клиническая флебология / под ред. Ю. Л. Шевченко, Ю. М. Стойко. М.: ДПК Пресс, 2016. С. 178–180. [Clinical phlebology = Klinicheskaya flebologiya / pod red. Yu. L. Shevchenko, Yu. M. Stoyko. M.: DPK Press, 2016. S. 178–180. (In Russ.)]
47. Винник Ю. С., Якимов С. В., Микитин И. Л. и др. Применение низкочастотного ультразвука и озонотерапии в лечении больных с трофическими язвами венозной этиологии. Вестник физиотерапии и курортологии. 2016; 22 (2): 65–66. [Vinnik Yu. S., Yakimov S. V., Mikitin I. L. et al. The use of low-frequency ultrasound and ozone therapy in the treatment of patients with trophic ulcers of venous etiology = Vinnik Yu. S., Yakimov S. V., Mikitin I. L. et al. The use of low-frequency ultrasound and ozone therapy in the treatment of patients with trophic ulcers of venous etiology (In Russ.)]
48. Конторщикова К. Н., Хунов З. Д., Хунов А. З. Озонотерапия при трофических язвах. Вестник физиотерапии и курортологии. 2016; 22 (2): 79–80. [Kontorshchikova K. N., Khunov Z. D., Khunov A. Z. Ozone therapy for trophic ulcers = Kontorshchikova K. N., Khunov Z. D., Khunov A. Z. Ozonoterapiya pri troficheskikh yazvakh. Vestnik fizioterapii i kurortologii. 2016; 22 (2): 79–80. (In Russ.)]
49. Блатун Л.А., Митиш В.А., Паскалова Ю.С. и др. Анаэробная неклостридиальная инфекция мягких тканей и опорно-двигательного аппарата. Consilium Medicum. 2017; 19 (7.2. Хирургия): 13–18. [Blatun L.A., Mitish V.A., Paskhalova Yu.S., et al. Anaerobic non-clos-

- tridial infection of soft tissues and musculoskeletal system = Blatun L.A, Mitish V.A, Paskhalova Yu.S. i dr. Anaerobnaya neklostriidial'naya infektsiya myagkikh tkaney i oporno-dvigatel'nogo apparata. Consilium Medicum. 2017; 19 (7.2. Khirurgiya): 13–18. (In Russ.)]*
50. Rowley S., Clare S. Expert commentary: wound cleansing. *Wounds International*. 2014; 5 (3): 31.
51. Gonzales E. R. Ozone Therapy in Phlebology. Monography-IV World Congress of Oxygen-Ozone Therapy, Buenos Aires, Argentina, October 30 to November 1, 2013. *International Journal of Ozone Therapy*. 2013; 12 (2): 150.
52. López M. A. Ozone Therapy and its Different Applications for the Regeneration of Ulcers and Wounds in Lower Limbs. V International Congress of AEPROMO VI International Congress of IMEOF “Better Ozone Therapy with Training, Investigation and Publication”, 1–3 June, 2017, School of Medicine, Complutense University, Madrid, Spain. Abstract Book. *Revista Española de Ozonoterapia*. 2017; 7 (2 Suppl. 1): 30.
53. Knyazev V., Miroshchin S., Miroshchina O. Adjuvant Local Ozonotherapy for the Treatment of Panaritium. Monography-IV World Congress of Oxygen-Ozone Therapy, Buenos Aires, Argentina, October 30 to November 1, 2013. *International Journal of Ozone Therapy*. 2013; 12 (2): 159–160.
54. Винник Ю. С., Юрьева М. Ю., Якимов С. В. и др. Возможности применения озонотерапии у больных с холодовой травмой. Биорадикалы и Антиоксиданты. 2018; 5 (3): 174–176. [Vinnik Yu. S., Yurieva M. Yu., Yakimov S. V., et al. Possibilities of using ozone therapy in patients with cold injury = Vinnik Yu. S., Yur'yeva M. Yu., Yakimov S. V. i dr. Vozmozhnosti primeneniya ozonoterapii u bol'nykh s kholodovoy travмой. Bioradikaly i Antioksidanty. 2018; 5 (3): 174–176. (In Russ.)]
55. Patel P., Kumar S., Patel A., et al. Cytological Assessment of Healing Palatal Donor Site Wounds and Grafted Gingival Wounds after Application of Ozonated Oil: An Eighteen-Month Randomized Controlled Clinical Trial. *Acta Cytologica*. 2012; 56: 277–284.
56. Medina J. G. Sports Injuries and Ozone Therapy. Applications and Recommendations. V International Congress of AEPROMO VI International Congress of IMEOF “Better Ozone Therapy with Training, Investigation and Publication”, 1–3 June, 2017, School of Medicine, Complutense University, Madrid, Spain. Abstract Book. *Revista Española de Ozonoterapia*. 2017; 7 (2 Suppl. 1): 30.
57. Knyazev V. N., Fattiakhudinova E. S. Ozone therapy as surgical intervention in dystrophic stage of lymphovenous failure of lower extremities. *Cardiology and Internal Medicine-XXI Tbilisi*. 2017; 1-2 (LVII-LX): 83–85.
58. Pollak A. N., Jones A. L., Castillo R. C., et al. The relationship between time to surgical debridement and incidence of infection after open high-energy lower extremity trauma. *J Bone Joint Surg Am*. 2010; 92: 7–15. Inc.
59. Knyazev V. N. Emergency Ozone Therapy Delivered as Regional Blocks at the Early Surgery Stage. Aspects of Pathogenesis. V International Congress of AEPROMO VI International Congress of IMEOF “Better Ozone Therapy with Training, Investigation and Publication”, 1–3 June, 2017, School of Medicine, Complutense University, Madrid, Spain. Abstract Book. *Revista Española de Ozonoterapia*. 2017; 7 (2 Suppl. 1): 45.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Владимир Николаевич Князев** – врач-хирург ГБУЗ МО «Долгопрудненская центральная городская больница», поликлиника №4 (Водники), кандидат медицинских наук  
*Vladimir N. Knyazev* – surgeon, Dolgoprudny Central City Hospital, Polyclinic No. 4 (Vodniki), MD, Ph.D.

### Авторы:

В. Н. Князев

### Authors:

V. N. Knyazev

### Участие авторов:

Концепция и дизайн – В. Н. Князев  
Сбор и обработка материала – В. Н. Князев  
Написание текста – В. Н. Князев  
Редактирование – В. Н. Князев

### Author contribution:

Concept and design – V. N. Knyazev  
Material collection and processing – V. N. Knyazev  
Text writing – V. N. Knyazev  
Editing – V. N. Knyazev