

Растворы для инстилляции при вакуумной терапии ран: сравнительный анализ эффективности и безопасности (обзор литературы)

Г. В. Хамидулин¹, Ю. С. Пасхалова^{1, 2}, В. А. Митиш^{1, 2}, С. А. Оруджева²

¹ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы» Минобрнауки России
Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8

²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России
Россия, 117997, Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27

Контактное лицо: Георгий Валерьевич Хамидулин, gkhamidulin@mail.ru

Цель исследования — анализ российских и зарубежных источников литературы, посвященных эффективности и безопасности различных растворов, применяемых при вакуумной терапии ран с инстилляцией.

Материалы и методы исследования. В обзор включены публикации PubMed/MEDLINE и eLibrary с дополнительным просмотром ссылок и релевантных публикаций в Web of Science, Scholar Google, КиберЛенинка по ключевым словам за последние 10 лет, в которых проведена сравнительная оценка стандартной вакуумной терапии и ее модификаций с инстилляцией. Рассмотрены растворы изотонического натрия хлорида, антисептиков, антибиотиков, бактериофагов, применяемые в качестве инстиллятов, а также их механизмы действия, показания, эффективность и профиль безопасности.

Результаты исследования. Применение вакуумной терапии с инстилляцией обеспечивает быстрое очищение раневой поверхности, снижение степени бактериальной обсемененности, оптимизацию сроков формирования грануляционной ткани и подготовки к пластическому закрытию раны по сравнению со стандартной методикой. Среди растворов для инстилляций физиологический раствор (0,9 % NaCl) отличается безопасностью и универсальностью, традиционные антисептики (раствор Дакена, нитрат серебра) — выраженным противомикробным действием, современные антисептики на основе полигексанида (Пронтосан®) — высокой эффективностью при низкой цитотоксичности, а бактериофаги — избирательным бактериолитическим эффектом, включая активность против антибиотикорезистентных штаммов. Применение для инстилляций растворов антибиотиков требует строгого микробиологического контроля и рационального подбора препаратов с целью минимизации риска антибиотикорезистентности.

Заключение. Вакуумная терапия с инстилляцией является современным, патогенетически обоснованным методом лечения инфицированных и хронических ран. Рациональный выбор раствора с учетом характера инфекции, фазы течения раневого процесса и микробного пейзажа позволяет повысить эффективность терапии, максимально приблизить течение процесса к физиологическому и снизить риск осложнений. Особую перспективу представляет использование бактериофагов как безопасной и результативной альтернативы антибиотикам и антисептикам в условиях растущей антибиотикорезистентности.

Ключевые слова: вакуумная терапия ран, инстиллясия, антисептики, бактериофаги, антибиотикорезистентность, хронические раны, терапия отрицательным давлением, терапия отрицательным давлением с инстилляцией.

Для цитирования: Хамидулин Г. В., Пасхалова Ю. С., Митиш В. А., Оруджева С. А. Растворы для инстилляции при вакуумной терапии ран: сравнительный анализ эффективности и безопасности (обзор литературы). Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2026; 13 (1): 6–17.

DOI: 10.25199/2408-9613-2026-13-1-6-17

cc by 4.0

Irrigation Solutions for Vacuum-Assisted Wound Therapy: A Comparative Analysis of Efficacy and Safety (Literature Review)

G. V. Khamidulin¹, Yu. S. Paskhalova^{1, 2}, V. A. Mitish^{1, 2}, S. A. Orudzheva²

¹ Patrice Lumumba People's Friendships University of Russia
8 Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russia

² A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery
27 Bolshaya Serpuhovskaya Str., Moscow, 117997, Russia

Objective. To analyze the efficacy and safety of various irrigation solutions used in Negative Pressure Wound Therapy with Instillation (NPWTi) based on data from domestic and international literature sources.

Materials and Methods. The review includes PubMed/MEDLINE and eLibrary publications with additional viewing of links and relevant publications on the Web of Science, Google Scholar, and Cyberleninka by keywords over the past 10 years, which conducted a comparative assessment of standard vacuum therapy and its modifications with instillation. Solutions of isotonic sodium chloride, antiseptics, antibiotics, and bacteriophages used as instillates are considered, as well as their mechanisms of action, indications, efficacy, and safety profile.

Research Results. The analysis showed that the use of vacuum therapy with instillation provides rapid cleaning of the wound surface, reducing the degree of bacterial contamination, optimizing the timing of granulation tissue formation and preparation for plastic closure of the wound compared with the standard technique. Among instillation solutions, saline solution (0.9% NaCl) is characterized by safety and versatility, traditional antiseptics (Daken solution, silver nitrate) have a pronounced antimicrobial effect, modern polyhexanide-based antiseptics (Prontosan®) have low cytotoxicity, and bacteriophages have a selective bacteriolytic effect, including activity against antibiotic resistant strains. The use of antibiotic solutions for instillation requires strict microbiological control and rational selection of drugs to minimize the risk of antibiotic resistance.

Conclusion. Vacuum therapy with instillation is a modern, pathogenetically proven method of treating infected and chronic wounds. Rational choice of the solution, taking into account the nature of the infection, the phase of the wound healing process and the microbial landscape, makes it possible to increase the effectiveness of therapy, bring the course of the process as close as possible to the physiological one and reduce the risk of complications. The use of bacteriophages as a safe and effective alternative to antibiotics and antiseptics in conditions of increasing antibiotic resistance is of particular interest.

Keywords: vacuum wound therapy, instillation, antiseptics, bacteriophages, antibiotic resistance, chronic wounds, NPWT, NPWTi.

For citation: Khamidulin G. V., Paskhalova Yu. S., Mitish V. A., Orudzheva S. A. Irrigation Solutions for Vacuum-Assisted Wound Therapy: A Comparative Analysis of Efficacy and Safety (Literature Review). Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2026; 13 (1): 6–17.

Введение

Гнойные и хронические раны — серьезная медицинская и социально-экономическая проблема во всем мире, затрагивающая миллионы пациентов и оказывающая значительное влияние на качество жизни и увеличение расходов здравоохранения [1]. Хронические раны чаще всего встречаются у пожилых людей и связаны с такими заболеваниями, как хроническая венозная недостаточность, сахарный диабет и артериальная недостаточность. Распространенность хронических ран в развитых странах составляет 1–2 %, а в некоторых регионах и среди определенных групп (например, пациенты с сахарным диабетом) этот показатель существенно выше [2]. Основные причины развития и распространения хронических ран включают сахарный диабет, сосудистые нарушения, травмы и инфекции, причем с возрастом риск их возникновения увеличивается [2, 3]. Гнойно-некротические осложнения часто связаны с формированием биопленок и устойчивостью к антибактериальным препаратам, что затрудняет лечение и способствует хронизации процесса. Несмотря на внедрение новых технологий и материалов, эффективность существующих методов лечения остается недостаточной, что подчеркивает необходимость оптимизации подходов к терапии и внедрения инновационных решений [4].

В современной клинической практике активно внедряют и широко используют альтернативные и дополнительные методы воздействия на раневую процесс. К ним относят применение биологических антибактериальных средств, таких как бактериофаги (фаготерапия), а также физические способы обработки ран — ультразвуковая кавитация, терапия локальным

отрицательным давлением (ЛОД), воздействие плазменными потоками, озонотерапия и другие технологии [5–7].

Клиническое использование вакуума для лечения ран в 80–90-х годах XX века в России связано с Институтом хирургии им. А. В. Вишневского (ныне — ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского») и работами ярославской школы врачей и ученых (А. Б. Ларичев, 1998), что стало отправной точкой распространения данной методики местного лечения [8, 9]. За рубежом в современном виде вакуумирование было описано в 1997 г. в ставшей классической статье M.J. Morykwas и соавт. [10]. Однако повсеместное распространение и мировое признание методики связано с появлением в начале XXI века портативных аппаратов и одноразовых наборов расходных материалов. С тех пор отмечается рост числа публикаций, посвященных инновациям и новым устройствам для ЛОД.

Терапия ЛОД применяется при лечении различных форм острых и хронических ран, включая язвенные дефекты, хирургические инфекции и сложные травматические повреждения. Эффективность метода обусловлена действием нескольких ключевых механизмов: улучшением микроциркуляции за счет раскрытия капиллярного звена сосудистого русла, что способствует активизации окислительно-восстановительных процессов в раневой зоне; созданием макродеформации тканей; обеспечением эффективного дренирования экссудата; стабилизацией раневой среды, а также стимуляцией процессов репарации посредством микродеформации раневого ложа [11, 12]. Многочисленные рандомизированные исследования и мета-анализы показывают, что терапия ЛОД превосходит

традиционные методы по скорости заживления, снижению частоты инфекций, уменьшению длительности госпитализации и болевого синдрома [13]. Данная методика эффективна в местном лечении ран различного генеза: диабетической стопы, некротизирующего фасциита, послеоперационных и ожоговых ран, а также в травматологии и ортопедии, в том числе при массовом поступлении пострадавших и боевой травме [14–16]. Несмотря на доказанную эффективность, терапия ЛОД остается дорогостоящей и не всегда доступной, особенно в условиях ограниченных ресурсов. Однако появляются более бюджетные альтернативы и модификации, не уступающие по эффективности коммерческим вакуумным системам. Важно продолжать стандартизацию протоколов, проведение крупных многоцентровых исследований и разработку рекомендаций по применению терапии ЛОД в различных клинических сценариях.

Цель исследования – провести анализ данных об эффективности и безопасности различных растворов, применяемых при вакуумной терапии ран с инстилляцией, на основе российских и зарубежных источников литературы.

Материалы и методы исследования

В обзор включены публикации PubMed/MEDLINE и eLibrary (основной поиск) с дополнительным просмотром ссылок и релевантных публикаций в Web of Science, Scholar Google, КиберЛенинка по ключевым словам за последние 10 лет, в которых проведена сравнительная оценка стандартной вакуумной терапии и ее модификаций с инстилляцией. Рассмотрены растворы изотонического натрия хлорида, антисептиков, антибиотиков, бактериофагов, применяемые в качестве инстиллятов, а также их механизмы действия, показания, эффективность и профиль безопасности.

Результаты исследования

Механизм действия и преимущества вакуумной терапии ран с инстилляцией

Переход от традиционной терапии отрицательным давлением к терапии с инстилляцией стал значимым этапом в эволюции лечения сложных ран. В отличие от стандартной терапии ЛОД, где рана находится под постоянным отрицательным давлением, терапия ЛОД с инстилляцией сочетает циклическое введение раствора на поверхность раневого ложа и в полость раны, его экспозицию и последующее удаление с помощью вакуума, что обеспечивает регулярное промывание, очищение и подготовку раневой поверхности, а также способствует формированию грануляционной ткани и снижению бактериальной нагрузки [17, 18]. Современные исследования и международные

рекомендации отмечают расширение показаний для терапии ЛОД с инстилляцией, особенно при инфицированных, хронических и длительно заживающих ранах, а также при подготовке к кожной пластике или реконструкции [19]. Однако, несмотря на очевидные преимущества, вопросы стандартизации параметров терапии и экономической эффективности остаются предметом дальнейших исследований.

Вакуумная терапия ран с инстилляцией – это современный метод лечения острых и хронических ран, сочетающий отрицательное давление (аспирацию) с периодическим введением (инстилляцией) и экспозицией растворов в рану. Такой подход обеспечивает не только эффективное удаление экссудата и детрита, но и активное промывание и санацию, что способствует переходу течения раневого процесса в фазу регенерации в максимально физиологические сроки, что особенно важно при инфицированных и трудно заживающих ранах [20].

Вакуумная терапия ран с инстилляцией реализует три последовательные фазы [21, 22]:

1. Инстиляция: в рану подается антисептический или физиологический раствор, который равномерно распределяется по поверхности.
2. Экспозиция: раствор выдерживается в ране определенное время (от 10 до 30 мин), обеспечивая контакт с тканями и микробиотой.
3. Аспирация: включается отрицательное давление (от -80 до -125 мм рт. ст.), удаляя раствор, экссудат, детрит и микробы.

Вакуумная терапия ран с инстилляцией способствует [20, 21]:

1. Удалению некротических масс и снижению бактериальной нагрузки.
2. Уменьшению отека, улучшению микроциркуляции и стимуляции образования грануляционной ткани.
3. Поддержанию влажной среды, что создает оптимальные условия течения раневого процесса.
4. Усилению локального действия лекарственных средств за счет их равномерного распределения и поддержания постоянной концентрации.

Первое в России сообщение об успешном применении ЛОД с инстилляцией бактериофагов представлено в клиническом наблюдении, которое опубликовали В. А. Митиш и соавт. [7]. В работе описано комплексное хирургическое лечение пациентки с ревматоидным артритом и хронической, длительно незаживающей раной в области правой ягодицы, возникшей после оперативного вмешательства по поводу постинъекционного абсцесса. Авторы продемонстрировали эффективность отечественной системы отрицательного давления, оснащенной функцией

автоматической программируемой инстилляцией, что позволило достичь благоприятных отдаленных результатов. Представленное клиническое наблюдение убедительно иллюстрирует преимущества применения вакуумной терапии ран с инстилляцией, что подтверждено данными цитологических и микробиологических исследований на всех этапах лечения.

На сегодняшний день данный метод зарекомендовал себя как высокоэффективный при лечении следующих патологических состояний:

1. Некротизирующих инфекций мягких тканей.
2. Гнойно-некротических форм синдрома диабетической стопы.
3. Послеоперационных осложнений, включая медиастенит, перитонит и раневые инфекции [23].

4. Инфекционных процессов в ортопедии и торакальной хирургии.

В работе Ю. С. Пасхаловой и соавт. были получены многообещающие результаты лечения коморбидных пациентов с хирургической инфекцией различной этиологии и локализации при помощи вакуумной терапии с инстилляцией, подтвержденные рядом объективных методов обследований: цитологическое, микробиологическое и электронно-микроскопическое исследования биоптатов тканей ран и раневых отпечатков [24]. Полученные данные подтвердили выраженное бактериостатическое и бактерицидное действие бактериофагов, а также нормализацию сроков перехода течения раневого процесса из фазы воспаления в фазу регенерации, что проявлялось

Таблица 1. Основные классы растворов для лечения ран локальным отрицательным давлением с инстилляцией

Table 1. The main classes of solutions for wound treatment by local negative pressure with instillation

Вид Type	Состав Composition	Основные свойства Basic properties	Фаза течения раневого процесса The phase of the wound healing process
Физиологический раствор Physiological solution	0,9 % NaCl (натрия хлорид изотонический) 0.9 % NaCl (Isotonic sodium chloride)	Наиболее часто используемый, безопасный, универсальный, механическое очищение раны The most commonly used, safe, versatile, mechanical wound cleaning	Все фазы All phases
Растворы антисепти- ков Antiseptics solutions	0,4–0,5 % NaOCl (раствор Дакена), 0,5–1,0 % AgNO ₃ (ляпис, нитрат серебра)	Снижение бактериальной нагрузки, применя- ются при инфицированных и гнойных ранах Reduction of bacterial load, used for infected and purulent wounds	Воспаления, экссудации Inflammation, exudation
Растворы антисепти- ков с поверхностно- активными веществ- ами Antiseptic solutions with surfactants	0,1 % полигексанид (Пронто- сан [®] , Лавасепт [®]) 1,0 % повидон-йод (Брауно- дин [®])	Широкий спектр действия (антимикробное, фунгицидное, вирулицидное, противопрото- зойное), механическое очищение, низкая цитотоксичность, действие на биопленочные формы при экспозиции Broad spectrum of action (antimicrobial, fungicidal, virucidal, antiprotozoal), mechanical cleansing, low cytotoxicity, effect on biofilm forms during exposure	Воспаления, экссудации, переходная к регенерации Inflammation, exudation, transitional to regeneration
Растворы бактерио- фагов Bacteriophages solutions	Смесь стерильных фильтратов фаголизатов стафилококков, стрептококков, энтерококков, протея, клебсиел, синегнойной и кишечной палочек или монофаговые растворы A mixture of sterile filtrates of phagolysates of Staphylococcus spp., Streptococcus spp., Enterococcus spp., Proteus spp., Klebsiella spp., Pseudomonas aeruginosa and E. coli or monophage solutions	Выраженная бактериолитическая и бактерио- статическая активность, безопасный, универ- сальный или селективный в зависимости от вида используемого раствора (коктейль фагов или монофаговый раствор), возможность типирования фагов под культуру выделенных из гнойного очага микроорганизмов. Pronounced bacteriolytic and bacteriostatic activity, safe, universal or selective, depending on the type of solution (phage cocktail or monophage solution), the possibility of phage typing for the culture of microorganisms isolated from a purulent focus.	Воспаления, экссудации, переходная к регенерации Inflammation, exudation, transitional to regeneration
Растворы антибио- тиков Antibiotic solutions	Комбинированные антибакте- риальные препараты (цефопе- разона сульбактам, амоксици- лина клавунат и др.) Combined antibiotics (cefoperazone sulbactam, amoxicillin clavunate, etc.)	Используются редко, широкий спектр антимикробного действия, бактерицидные, требуется титрование дозы для избежания токсического эффекта и превышения средних терапевтических концентраций They are rarely used, have a wide range of antimicrobial effects, and are bactericidal. Dose titration is required to avoid toxic effects and exceed average therapeutic concentrations.	Воспаления, экссудации Inflammation, exudation

очищением раневой поверхности, снижением степени бактериальной обсемененности и стимуляцией образования грануляционной ткани. В результате было отмечено формирование зрелой грануляционной ткани с выраженной краевой эпителизацией раневого ложа, готового к пластическому закрытию раневого дефекта в более ранние сроки, по сравнению с традиционными методами лечения. Таким образом, использование вакуумной терапии с инстилляцией, в том числе с инстилляцией бактериофагов можно рассматривать как перспективное направление в комплексной терапии гнойно-воспалительных процессов, особенно у пациентов с тяжелой коморбидной патологией.

Растворы для вакуумной терапии ран с инстилляцией

Растворы для вакуумной терапии ран с инстилляцией классифицируются по составу и назначению. Основные группы включают изотонический раствор хлорида натрия, растворы антисептиков (в том числе специализированные с поверхностно-активными веществами), антибиотиков, бактериофагов (табл. 1) [24–27].

Приведенные данные обобщают сведения о наиболее распространенных растворах, применяемых при терапии ран с использованием ЛОД в режиме инстилляций. Представленные растворы различаются по составу, механизму действия и клиническому назначению, что определяет стратегию их выбора в зависимости от характера экссудата и фазы течения раневого процесса.

Физиологический раствор (0,9 % NaCl) рассматривается как базовое и универсальное средство, отличающееся безопасностью и хорошей переносимостью, эффективно механически очищает рану от гноя и детрита, не обладает цитотоксическим и местнораздражающим действием, подходит для лечения в первой и второй фазах течения раневого процесса, доступный и дешевый. Растворы химических антисептиков, такие, например, как раствор Дакена (0,4–0,5 % NaOCl) или нитрат серебра (AgNO_3), используют преимущественно при инфицированных и гнойных ранах для снижения микробной контаминации и подавления бактериальной активности. Современные растворы антисептиков с поверхностно-активными веществами (0,1 % полигексанид, 1,0 % повидон-йод), сочетают очищающее и антисептическое (бактерицидное, вирулицидное, фунгицидное, противопротозойное) действие при низкой цитотоксичности, что делает их оптимальными для применения во всех фазах течения раневого процесса; кроме того, при экспозиции способны растворять биопленки.

Отдельную группу составляют бактериофаги — смеси/коктейли стерильных фильтратов фаголизатов, активных в отношении широкого спектра патогенных микроорганизмов, включая стафилококки,

стрептококки, энтерококки, протей, клебсиеллы, синегнойную и кишечную палочки. Эти препараты обладают выраженной бактериолитической и бактериостатической активностью, при этом сохраняют высокий уровень безопасности и универсальности, что позволяет рассматривать их как перспективное направление в лечении инфицированных ран в фазе воспаления. Также применяются монокомпонентные фаголизаты для направленной фаготерапии резистентных инфекций. В настоящее время появилась возможность серотипировать и секвенировать вирусы для подбора наиболее эффективных бактериофагов против культур микроорганизмов, выделенных из гнойного очага больного. Также имеются данные о проникновении бактериофагов в биопленку.

Растворы антибиотиков для инстилляций применяются сравнительно редко, преимущественно в случаях тяжелых инфекционных осложнений, когда требуется комбинированное антимикробное воздействие и/или создание высокой концентрации бактерицидного препарата широкого спектра действия в гнойном очаге. При использовании следует тщательно подходить к вопросу концентрации раствора и времени его экспозиции для предотвращения аллергических, токсических, системных эффектов.

Вакуумная терапия ран с инстилляцией бактериофагами

Комбинированная вакуумная терапия с инстилляцией бактериофагов показала значительное снижение длительности лечения, частоты рецидивов и летальности при глубоких инфекциях грудины и послеоперационных осложнениях [28–32]. В одном из исследований частота рецидивов снизилась на 29,6 % по сравнению с традиционным лечением, а летальность — вдвое [28, 30]. В других случаях отмечено успешное применение при инфекциях мягких тканей, ранах и после аутодермопластики [31].

Оптимальные параметры вакуумной терапии с бактериофагами до конца не определены. Экспериментальные данные свидетельствуют, что для эффективного разрушения биопленок и уничтожения бактерий требуется экспозиция не менее 1 ч, при этом слишком малое по времени воздействие может снижать эффективность. Важно учитывать частоту и длительность инстилляций, а также концентрацию бактериофагов [27–30]. Большинство исследований отмечают высокий профиль безопасности бактериофагов, отсутствие серьезных побочных эффектов и хорошую переносимость даже при тяжелых инфекциях [31].

Несмотря на положительные результаты, остаются вопросы стандартизации протоколов, подбора фагов, длительности терапии и взаимодействия с иммунной системой пациента. Также отмечается необходимость

Zetuvit® Plus Silicone Border /
Цетувит Плюс Силикон Бордер

ЧТО, ЕСЛИ

ваше решение по уходу
за хроническими
и труднозаживающими
ранами будет надёжным?

Zetuvit® Plus Silicone Border

Стерильная суперабсорбирующая повязка
с контактным слоем из силикона



Эффективная

Обеспечивает влажную среду в ране и сокращает активность матричных металлопротеиназ (ММП)^[1,2,3]



Удобная

Простота и удобство использования^[2]



Помогает

Атравматичная и практически безболезненная смена повязки. Обеспечивает блокирование неприятного запаха и предотвращает протекание^[1,4,5,6,7]

Тел. 8-495-796-99-61

Тел. Бесплатной горячей линии по РФ: 8-800-505-12-12

www.hartmann-shop.ru

РУ № РЗН 2022/18939 от 25.11.2022 г.

Информация предназначена для специалистов здравоохранения.

Источники:

[1] Data on file: 27. Z+SilBorder_benchmark. [2] Call, E., et al., Comparing fluid handling and microclimate conditions under superabsorbent polymer and superabsorbent foam dressings over an artificial wound. WCET Journal, 2019. [3] Davies, L.O., Carney J., Purcell L.E., Rippon M.G., and Westgate S.J. (2017) Microbial Sequestration and Proteinase Modulation Properties of Silicone-Coated Superabsorbent Dressings. Perfectus Paper 2017: Poster presented at Wounds UK, Harrogate, UK. [4] World Union of Wound Healing Societies (WUWHS) Consensus Document. Wound Exudate: effective assessment and management Wounds International, 2019. [5] Davies, L.O., Rippon M.G. and Westgate S.J. (2017) Odour Sequestration Properties of Superabsorbent Dressings. Perfectus Paper 2017: Poster presented at Wounds UK, Harrogate, UK. [6] Data on file: 27. Z+SilBorder_Add_Feat_adhesiveness assessment_V2. [7] Barrett, S., M. Rippon, and A. Rogers, Treatment of 52 patients with a self-adhesive siliconised superabsorbent dressing: a multicentre observational study. Journal of Wound Care, 2020.

РЕКЛАМА

ЭФФЕКТИВНЫЙ
КОНТРОЛЬ
ЭКССУДАЦИИ
НА ВСЕХ ЭТАПАХ
ЗАЖИВЛЕНИЯ
РАНЫ

Сделайте
Zetuvit® Plus
Silicone Border
повязкой
первого выбора

индивидуального подбора бактериофагов для каждого случая.

Вакуумная терапия ран с инстилляцией антибиотиков и антисептиков

Вакуумная терапия ран с инстилляцией растворов антибиотиков и антисептиков – инновационный подход для лечения инфицированных и длительно заживающих ран. Комбинация вакуумной терапии с локальным введением антибиотиков или антисептиков может оптимизировать процесс заживления, снижать бактериальную нагрузку и уменьшать риск осложнений, однако выбор раствора и клинические результаты могут различаться (табл. 2).

Применение вакуумной терапии ран с инстилляцией антисептиков или антибиотиков эффективно снижает бактериальную нагрузку, особенно при хронических инфицированных ранах. В ряде исследований антисептики сокращают длительность терапии по сравнению с физраствором, но долгосрочные исходы сопоставимы. Локальное введение растворов антибиотиков для системного применения позволяет достичь высоких концентраций в ране при минимальном системном воздействии, однако требует мониторинга побочных эффектов. Стоит обратить внимание на тот факт, что при длительном использовании и воздействии антибактериальных препаратов может возникнуть проблема антибиотикорезистентности. Соответственно, для предупреждения данного явления требуется постоянный и тщательный микробиологический контроль. Кроме того, необходимо проведение рациональной антибактериальной терапии с учетом спектра чувствительности выделенных микроорганизмов, ограничение необоснованного применения антибиотиков широкого спектра действия и соблюдение принципов антимикробной политики. Важную

роль играет также мониторинг динамики микробного пейзажа раны, своевременная коррекция терапии и использование альтернативных или адъювантных методов лечения, таких как бактериофаги или препараты с антисептическим действием, что позволяет снизить селекционное давление и риск формирования устойчивых штаммов.

Сравнение методики локального отрицательного давления и инстилляций при лечении ран

Сравнение стандартного ЛОД и ЛОД с инстилляцией показывает, что ЛОД с инстилляцией может обеспечивать более быстрое очищение ран, лучшее снижение бактериальной контаминации и ускоренное формирование грануляционной ткани (переход во вторую фазу течения раневого процесса), однако различия по времени подготовки к пластике не всегда статистически значимы (табл. 3).

Таким образом, ЛОД с инстилляцией снижает количество хирургических обработок и оптимизирует сроки подготовки к закрытию по сравнению со стандартным ЛОД [18, 25, 40]. Снижение бактериальной нагрузки при вакуумной терапии ран с инстилляцией более выражено, особенно при инфицированных и колонизированных ранах [18, 26, 40, 41]. Формирование и созревание грануляционной ткани происходит быстрее и в большем объеме при ЛОД с инстилляцией [25, 26, 41]. Время до окончательного закрытия раны (пластики): разница между стандартным ЛОД и ЛОД с инстилляцией часто не достигает статистической значимости, хотя ЛОД с инстилляцией иногда позволяет сократить сроки [40, 42]. Однако методы не показывают статистически значимой разницы при анализе показателей рецидивов инфекции и осложнений [40, 42]. Соответственно ЛОД с инстилляцией превосходит стандартную вакуумную терапию ран по скорости

Таблица 2. Сравнение различных растворов для инстилляций [32–39]

Table 2. Comparison of different instillation solutions [32–39]

Вид раствора для инстилляций Type of instillation solution	Основные эффекты Main effects
ЛОД + антисептик (Пронтосан®) NPWTi + antiseptic (Prontosan®)	Широкий спектр действия, разрушает биопленку, особенно при длительной экспозиции Wide spectrum of action, destroys biofilm, especially during prolonged exposure
ЛОД + гентамицин NPWTi + Gentamicin	Высокая локальная концентрация, эффективная подготовка раневого ложа, редкие побочные эффекты High local concentration, effective preparation of the wound bed, rare side effects
ЛОД + ванкомицин NPWTi + Vancomycin	Не снижает эффективность антибиотика, способствует снижению микробной нагрузки It does not reduce the effectiveness of the antibiotic, it helps to reduce the microbial load.
ЛОД + физраствор NPWTi + Isotonic sodium chloride	Сравнимая эффективность с антисептиками по долгосрочным исходам за счет механического очищения, но антисептики сокращают срок лечения Comparable effectiveness with antiseptics in long-term outcomes due to mechanical cleansing, but antiseptics shorten the duration of treatment.

Таблица 3. Сравнительный анализ стандартной терапии отрицательным давлением и с использованием инстилляцией в лечении ран [40–42]

Table 3. Comparative analysis of standard negative pressure therapy and using instillation in wound treatment [40–42]

Параметр Parameter	Стандартная методика ЛОД Standard procedure of NPWT	Методика ЛОД с инстилляцией NPWTi
Скорость очищения раны The speed of wound cleansing	Эффективна, но уступает ЛОД с инстилляцией Effective, but inferior to NPWT with instillation	Быстрее очищает рану, меньше хирургических обработок Cleanses the wound faster, fewer surgical procedures
ЛОД + гентамицин NPWT + Gentamicin	Высокая локальная концентрация, эффективная подготовка раневого ложа, редкие побочные эффекты High local concentration, effective preparation of the wound bed, rare side effects	Значительно снижает бактериальную нагрузку Significantly reduces bacterial load
ЛОД + ванкомицин NPWT + Vancomycin	Не снижает эффективность антибиотика, способствует снижению микробной нагрузки It does not reduce the effectiveness of the antibiotic, it helps to reduce the microbial load.	Быстрее и более зрелая грануляционная ткань Faster and more mature granulation tissue
ЛОД + физраствор NPWT + Isotonic sodium chloride	Сравнимая эффективность с антисептиками по долгосрочным исходам за счет механического очищения, но антисептики сокращают срок лечения Comparable effectiveness with antiseptics in long-term outcomes due to mechanical cleansing, but antiseptics shorten the duration of treatment.	Иногда короче, но не всегда значимо Sometimes shorter, but not always meaningful.

очистения раны, снижению бактериальной контаминации и стимуляции роста и созревания грануляционной ткани, однако время подготовки к пластике может статистически значимо не отличаться. Выбор метода должен учитывать тип раны, бактериальную нагрузку, антибиотикограмму и клинические задачи.

Обсуждение

Проанализированные данные литературы подтверждают, что внедрение терапии отрицательным давлением с инстилляцией (NPWTi) является важным этапом в развитии современных технологий аппаратного лечения ран. В отличие от стандартной вакуумной терапии, данный метод сочетает механическое действие отрицательного давления с активным промыванием раневого ложа, что обеспечивает постоянное удаление экссудата, некротических масс и микробных биопленок, а также программируемую экспозицию лекарственного средства с целью создания его максимальной концентрации в очаге хирургической инфекции. Это позволяет не только очищать раны от гноя и детрита, но и создавать благоприятные условия для перехода раневого процесса из фазы воспаления в фазу регенерации. В ряде клинических наблюдений установлено, что использование инстилляцией приводит к сокращению количества хирургических обработок и уменьшению сроков подготовки раны к пластике, особенно при гнойно-некротических процессах и послеоперационных осложнениях, протекающих в пределах мягких тканей.

Одним из ключевых факторов эффективности метода является выбор раствора для инстилляцией.

Результаты многочисленных исследований показывают, что физиологический раствор, хотя и является универсальным и безопасным, не обладает антисептическим действием и чаще используется на этапах завершения лечения. Растворы традиционных антисептиков (например, раствор Дакена, ляпис) демонстрируют более выраженное влияние на снижение бактериальной обсемененности, однако их цитотоксичность требует строгого соблюдения концентраций и экспозиции. Наиболее перспективным направлением представляется использование бактериофагов (после получения результатов фагограммы), которые проявляют избирательное действие в отношении патогенных микроорганизмов, включая антибиотикорезистентные штаммы, не нарушая при этом баланс нормальной микрофлоры и не оказывая токсического воздействия на ткани. Ряд российских и зарубежных авторов указывают, что инстилляцией фаговых растворов в рамках вакуумной терапии благоприятно влияет на формирование и созревание грануляционной ткани и снижение частоты рецидивов инфекции, что особенно важно у пациентов с коморбидной патологией и иммунными нарушениями.

Применение растворов антибиотиков в системе ЛОД с инстилляцией остается предметом дискуссий. С одной стороны, локальное введение антибиотиков позволяет достичь высоких концентраций в зоне инфекции при минимальном системном воздействии, с другой — длительное использование повышает риск формирования антибиотикорезистентности. Это диктует необходимость комплексного микробиологического мониторинга, индивидуального подбора

доз препаратов и сочетания их с альтернативными средствами — бактериофагами или антисептическими растворами.

Таким образом, терапия отрицательным давлением с инстилляцией — не просто модификация классического метода, а самостоятельная технология, позволяющая сочетать механическую санацию раны с направленным антимикробным воздействием. Рациональный выбор раствора, индивидуализация параметров инстилляционной и контроль микробного пейзажа являются ключевыми факторами, определяющими успех лечения. Дальнейшие исследования в этом направлении должны быть направлены на стандартизацию протоколов, оптимизацию состава растворов, оценку их взаимодействия с клеточными элементами регенерации и поиск оптимального баланса между эффективностью и безопасностью терапии.

Заключение

Вакуумная терапия ран с инстилляцией — высокоэффективное и перспективное направление в лечении острых и хронических гнойно-воспалительных процессов различной этиологии. Сочетание отрицательного давления с циклическим введением растворов обеспечивает более быстрое очищение раневой поверхности, выраженное снижение бактериальной контаминации, стимуляцию образования грануляционной ткани и сокращение сроков подготовки к пластическому закрытию раны по сравнению со

стандартной методикой. Выбор раствора для инстилляционной определяется фазой течения раневого процесса, микробным пейзажем и клиническими задачами: физиологический раствор (0,9 % NaCl) является универсальным и безопасным; растворы традиционных антисептиков, такие как раствор Дакена или нитрат серебра, эффективны при инфицированных ранах; современные средства с ПАВ (например, Пронтосан®) сочетают очищающее и противомикробное действие (включая разрушение биопленок) при низкой цитотоксичности. Особое место занимают бактериофаги, демонстрирующие выраженный бактериолитический и бактериостатический эффект, в том числе в отношении антибиотикорезистентных штаммов, что делает их особенно ценными при лечении коморбидных пациентов с тяжелыми хирургическими инфекциями. Введение растворов антибиотиков при ЛОД с инстилляцией обеспечивает высокие концентрации препаратов в очаге, однако требует строгого микробиологического контроля и рационального использования для предупреждения антибиотикорезистентности. Таким образом, терапия ЛОД с инстилляцией, особенно с применением бактериофагов и современных антисептических растворов, значительно расширяет возможности комплексного лечения инфицированных ран, улучшая клинические исходы и открывая перспективы для дальнейшей стандартизации протоколов и оптимизации параметров лечения.

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

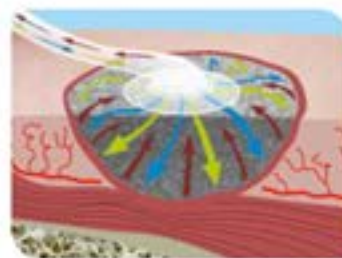
1. Falanga V., Isseroff R.R., Soulika A.M., et al. Chronic wounds. *Nat Rev Dis Primers*. 2022;8(1):50. doi: <https://doi.org/10.1038/s41572-022-00377-3>
2. Alam W., Hasson J., Reed M. Clinical approach to chronic wound management in older adults. *J American Geriatrics Society*. 2021;69(8):2327–2334. doi: <https://doi.org/10.1111/jgs.17177>
3. Cheng B., Jiang Y., Fu X., et al. Epidemiological characteristics and clinical analyses of chronic cutaneous wounds of inpatients in China: Prevention and control. *Wound Repair Regeneration*. 2020;28(5):623–630. doi: <https://doi.org/10.1111/wrr.12825>
4. Harding K.G. Chronic wounds: a clinical problem requiring ownership and coordination. *Br J Dermatol*. 2022;187(2):133–134. doi: <https://doi.org/10.1111/bjd.21650>
5. Pinto A.M., Cerqueira M.A., Bañobre-López M., et al. Bacteriophages for Chronic Wound Treatment: From Traditional to Novel Delivery Systems: 2. Viruses. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. 2020;12(2):235. doi: <https://doi.org/10.3390/v12020235>
6. Митиш В.А., Пасхалова Ю.С., Муньос Сэпэда П.А. и др. Ультразвуковая кавитация в лечении нейроишемической формы синдрома диабетической стопы при наличии биопленочных форм бактерий (обзор литературы) // Раны и раневые инфекции. Журнал имени проф. Б.М. Костюченка. — 2020. — Т. 7. — № 3. — С. 20–30. [*Mitish V.A., Paskhalova Yu.S., Munioz Sepeda P.A., et al. Ultrasonic cavitation in the treatment of neuro-ischemic diabetic foot the presence of biofilm forms of bacteria (literature review). Wounds and wound infections. The prof. B.M. Kostyuchenok journal. 2020;7(3):20–30. (In Russ.)*] doi: <https://doi.org/10.25199/2408-9613-2020-7-3-20-31>
7. Митиш В.А., Хамидулин Г.В., Пасхалова Ю.С. и др. Комплексное хирургическое лечение рецидивирующего постинъекционного абсцесса на фоне системного аутоиммунного заболевания // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. — 2023. — № 12. — С. 123–133. [*Mitish V.A., Khamidulin G.V., Paskhalova Yu.S., et al. Complex surgical treatment of recurrent post-injection abscess in a patient with systemic autoimmune dis-*

Вакуум-инстилляционная терапия



Терапия ран	Вакуумная	Вакуум-инстилляционная
Удаление отделяемого	✓	✓ ✓ *
Препятствует дальнейшей контаминации тканей	✓	✓ ✓ **
Воздействие на раневое ложе	✓	✓ ✓ ***
Очищение раны	Только при смене повязки	Постоянно в автоматическом режиме
Антисептическая терапия	Только при смене повязки	Постоянно в автоматическом режиме

- ✓ * Инстилляционная терапия уменьшает вязкость экссудата и способствует более эффективной эвакуации его из раны
- ✓ ** Продолжительность стационарного лечения ниже на 23%
- ✓ *** Закрытие раневого дефекта на 40% быстрее



↑ **Лечение** – В режиме инстилляционной терапии происходит подача раствора на всю площадь раны выбранного врачом лекарственного раствора.

↑ **Очищение** – Как следствие режима инстилляционной терапии рана очищается и смывается в автоматическом режиме по заданному алгоритму.

↓ **Угрозы** – Инфицированный материал, продукты распада, эвакуируются после проведения инстилляционной терапии.

ООО "ВИТ Медикал"

Линейка аппаратов для лечения ран:

- ВИТ Ультра
- ВИТ Мобил
- ВИТ Мобил Плюс
- ВИТ Мини

- 📍 Адрес: Москва, 1-я Курьяновская ул. дом 34 стр. 3
- ☎ Телефон: +7 (925) 705-97-11 (с 10:00 до 18:00, выходные дни: суббота, воскресенье)
- ✉ E-mail: info@vit-medical.com
- www.vit-medical.com

*Информация предназначена для работников здравоохранения

- ease. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2023;12:123–133. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.17116/hirurgia2023121123>
8. Костюченко Б.М. Раны и раневая инфекция. Руководство для врачей. 2-е изд., перераб. и доп. изд. Москва: Медицина, 1990. 591 с. [Kostyuchenok B.M. *Wounds and wound infection. A guide for doctors. 2nd ed., revised and additional ed. Moscow: Medicine, 1990. 591 p. (In Russ.)*]
9. Ларичев А.Б. Регуляция раневого процесса и лечение ран методом вакуум-терапии: автореферат диссертации на соискание ученой степени д.м.н. – Москва. – 1998. – 32 с. [Larichev A.B. *Regulation of the wound process and treatment of wounds by vacuum therapy: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Medicine – Moscow. – 1998. – 32 s. (In Russ.)*]
10. Morykwas M.J., Argenta L.C., Shelton-Brown E.I., McGuirt W. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Annals of Plastic Surgery*. 1997;38(6):553–562. doi: <https://doi.org/10.1097/00000637-199706000-00001>
11. Todorović S. Use of negative pressure in wound therapy. *Srpski medicinski časopis Lekarske komore*. 2023;4(3):311–322.
12. Normandin S., Safran T., Winocour S., et al. Negative Pressure Wound Therapy: Mechanism of Action and Clinical Applications. *Semin Plast Surg*. 2021;35(3):164–170. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731792>
13. Kumaar A., Shanthappa A.H., Ethiraj P. A Comparative Study on Efficacy of Negative Pressure Wound Therapy Versus Standard Wound Therapy for Patients With Compound Fractures in a Tertiary Care Hospital. *Cureus*. 2022;14(4):e23727. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.23727>
14. Abd El-Raouf Ali Hussein H., Ahmed Hamdy A.-Set al. Outcomes of vac versus conventional dressing in management of diabetic foot ulcer. *Al-Azhar Medical Journal*. 2020;49(4):1619–1628.
15. Вагнер Д.О., Зиновьев Е.В., Солошенко В.В., Шаповалов С.Г. Опыт применения метода вакуумной терапии в отделе термических поражений. Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – № 3. – С. 26–34. [Vagner D.O., Zinoviev E.V., Soloshenko V.V., Shapovalov S.G. *Experience of using vacuum therapy in the burn department. Med.-biol. soc.-psihol. probl. bezop. чрезвычайnyh situac.* 2021;3:26–34. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2021-0-3-26-34>
16. Kumar B., Mohil R.S., Mohan S.K., et al. Comparison of vacuum assisted closure therapy with conventional dressing in the management of necrotizing fasciitis wound. *Int Surg J*. 2021;8(12):3587–3594. doi: <https://doi.org/10.18203/2349-2902.isj20214750>
17. Kim P.J., Attinger C.E., Constantine T., et al. Negative pressure wound therapy with instillation: International consensus guidelines update. *International Wound Journal*. 2020;17(1):174–186. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.13254>
18. Gabriel A., Camardo M., O'Rorke E., et al. Effects of Negative-Pressure Wound Therapy With Instillation versus Standard of Care in Multiple Wound Types: Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Plastic & Reconstructive Surgery*. 2021;147(1S-1):68S–76S. doi: <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000007614>
19. Kanapathy M., Mantlakis A., Khan N., et al. Clinical application and efficacy of negative pressure wound therapy with instillation and dwell time (NPWTI -d): A systematic review and meta-analysis. *International Wound Journal*. 2020;17(6):1948–1959. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.13487>
20. Milica N.N., Soldusova V.V., Steblianko V.V. Vacuum instillation therapy in the treatment of purulent-necrotic forms of diabetic foot. *Modern Medical Technology*. 2020;4:71–75. doi: [https://doi.org/10.34287/MMT.4\(47\).2020.12](https://doi.org/10.34287/MMT.4(47).2020.12)
21. Horodova-Andrieieva T., Akimov O., Kostenko V., et al. The effect of the use of vacuum therapy and instillation of L-arginine in the treatment of purulent wounds on the activity of nitric oxide cycle enzymes. *Emergency medicine*. 2025;21(1):71–76. doi: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.21.1.2025.1834>
22. Hofmann H.-S. Minimally Invasive Vacuum-Assisted Closure Therapy With Instillation (Mini-VAC-Instill) for Pleural Empyema. *Surg Innov*. 2015;22(3):235–239.
23. Ромащенко П.Н., Сазонов А.А., Майстренко Н.А. и др. Применение вакуум-инстилляционной лапаростомии в лечении пострадавшего с огнестрельным ранением живота. Вестник хирургии имени И. И. Грекова. – 2023. – Т. 182. – №6. – С. 50–54. [Romashchenko P.N., Sazonov A.A., Maistrenko N.A., et al. *Application of vacuum-instillation laparostomy in gunshot abdominal wounds. Grekov's Bulletin of Surgery*. 2023;182(6):50–54. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2023-182-6-50-54>
24. Пасхалова Ю.С., Митиш В.А., Хамидулин Г.В. и др. Анализ эффективности фаговой терапии у коморбидных пациентов с ранами и хирургической инфекцией различной этиологии по результатам сравнительного клинического исследования // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2025. – № 3. – С. 124–138. [Paskhalova Yu.S., Mitish V.A., Khamidulin G.V., et al. *Phage therapy analysis of effectiveness in comorbid patients with wounds and surgical infections of various etiology based on the results of a comparative clinical study. Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2025;3:124–138. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.17116/hirurgia2025031124>
25. Kanapathy M. Clinical application and efficacy of negative pressure wound therapy with instillation and dwell time (NPWTI -d): A systematic review and meta-analysis. *International Wound Journal*. 2020;17(6):1948–1959.
26. De Pellegrin L. Effects of negative pressure wound therapy with instillation and dwell time (NPWTI -d) versus NPWT or standard of care in orthoplastic surgery: A systematic review and meta-ANALYSIS. *International Wound Journal*. 2023;20(6):2402–2413.
27. Митиш В.А., Пасхалова Ю.С. Местное лечение ран. Учебное пособие. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2026. 128 с. [Mitish V.A., Paskhalova Yu.S. *Local wound treatment. The training manual. Moscow: GEOTAR-Media, 2026. 128 p. (In Russ.)*]
28. Потапов В.А., Кохан Е.П., Асанов О.Н., Мусаилов В.А. Применение вакуум-терапии и бактериофагов в комплексном лечении глубокой стерильной инфекции. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. – 2021. – Т. 16. – № 2. – С. 66–71. [Potapov V.A., Kohan E.P., Asanov O.N., Musailov V.A. *Use of vacuum therapy and bacteriophages in the complex treatment of deep sternal wound infection. Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2021;16(2):66–71. (In Russ.)] doi: https://doi.org/10.25881/20728255_2021_16_2_66
29. Grabowski Ł., Łepeck K., Stasiłojć M., et al. Bacteriophage-encoded enzymes destroying bacterial cell membranes and walls, and their potential use as antimicrobial agents. *Microbiological Research*. 2021;248:126746. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126746>
30. Zeng W., Chen P., Li S., et al. Hand-Powered Vacuum-Driven Microfluidic Gradient Generator for High-Throughput Antimicrobial Susceptibility Testing. *Biosens Bioelectron*. 2022;205:114100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bios.2022.114100>
31. Nebeluk N., Tyne D.V., Saharia K., Doub J.B. What Are the Optimal Irrigating Wound Vacuum Parameters When Using Bacteriophage Therapeutics? *Surgical Infections*. 2025; 26(8):557–560. doi: <https://doi.org/10.1089/sur.2025.029>
32. Nikolich M.P., Filippov A.A. Bacteriophage Therapy: Developments and Directions. *Antibiotics*. 2020;9(3):135. doi: <https://doi.org/10.3390/antibiotics9030135>
33. Meshkin D.H., Fan K.L., Charipova K., et al. Long-Term Outcome Assessment Between Antiseptic and Normal Saline for Negative Pressure Wound Therapy with Instillation. *Advances in Wound Care*. 2021;10(10):535–543. doi: <https://doi.org/10.1089/wound.2021.0023>
34. Zhong M., Guo J., Qahar M., et al. Combination therapy of negative pressure wound therapy and antibiotic-loaded bone cement for accelerating diabetic foot ulcer healing: A prospective randomised controlled trial. *International Wound Journal*. 2024;21:e70089. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.70089>

35. Guo H., Xue Z., Mei S., et al. Clinical efficacy of antibiotic-loaded bone cement and negative pressure wound therapy in multidrug-resistant organisms diabetic foot ulcers: a retrospective analysis. *Front Cell Infect Microbiol.* 2025;14:1521199. doi: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1521199>
36. Shiels S.M., Sgromolo N.M., Wenke J.C. Negative pressure wound therapy does not diminish efficacy of topical antibiotic powder in a preclinical contaminated wound model: an animal study. *Bone & Joint Research.* 2021;10(2):149–155. doi: <https://doi.org/10.1302/2046-3758.102.BJR-2020-0171.R1>
37. Kitano D., Sakurai A., Kuwazuru K., et al. Intra-soft tissue and intramedullary antibiotic perfusion in combination with negative pressure wound therapy. *J Wound Care.* 2023;32(Suppl):14–S23. doi: <https://doi.org/10.12968/jowc.2023.32.Sup11.S14>
38. Terabe Y., Kaneko N., Ando H. Negative Pressure Wound Therapy with Instillation and Dwell Time Using Antiseptic Solution in Chronic Limb-threatening Ischemia. *Plastic and Reconstructive Surgery – Global Open.* 2024;12(2):e5578. doi: <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000005578>
39. Tahir S., Parvin F., Wang M., et al. The efficacy of antimicrobial solutions against multi-species bacterial biofilm with or without negative pressure wound therapy in an in vitro wound model. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy.* 2024;79(12):3178–3185. doi: <https://doi.org/10.1093/jac/dkac338>
40. Wang G., Xu H., Xu G., et al. Clinical outcomes of negative pressure wound therapy with instillation vs standard negative pressure wound therapy for wounds: A meta-analysis of randomised controlled trials. *International Wound Journal.* 2023;20(5):1739–1749. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.13989>
41. Diehm Y.F., Loew J., Will P.A., et al. Negative pressure wound therapy with instillation and dwell time (NPWTI-d) with V. A. C. VERAFLOR in traumatic, surgical, and chronic wounds – A helpful tool for decontamination and to prepare successful reconstruction. *International Wound Journal.* 2020;17(6):1740–1749. doi: <https://doi.org/10.1111/iwj.13462>
42. Popivanov G., Penchev D., Chipeva S., et al. 14 Conventional versus instillation NPWT in the treatment of surgical site infections – an interim analysis of ongoing prospective trial. *British Journal of Surgery.* 2025;112(Supplement_4). doi: <https://doi.org/10.1093/bjs/zna024.020>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Хамидулин Георгий Валерьевич – ассистент кафедры медицины катастроф МИ ФГАОУ ВО «РУДН им. П. Лумумбы» Минобрнауки России, Москва, Россия
ORCID: 0000-0001-6583-1890

Georgy V. Khamidulin – assistant at the Department of Disaster Medicine in Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

Пасхалова Юлия Сергеевна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела ран и раневых инфекций ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России; доцент кафедры медицины катастроф МИ ФГАОУ ВО «РУДН им. П. Лумумбы» Минобрнауки России, Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-1215-8035

Yulia S. Paskhalova – MD, Cand. Sci. (Med.), senior researcher at the department of wounds and wound infections at A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery subordinate to the Ministry of Health of Russia; Associate Professor at the department of disaster medicine in Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

Митиш Валерий Афанасьевич – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий отделом ран и раневых инфекций ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России; заведующий

кафедрой медицины катастроф МИ ФГАОУ ВО «РУДН им. П. Лумумбы» Минобрнауки России, Москва, Россия
ORCID: 0000-0001-6411-0709

Valery A. Mitish – MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, head of the department of wounds and wound infections at A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery subordinate to the Ministry of Health of Russia; head of the department of disaster medicine at the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

Оруджева Саида Алировна – доктор медицинских наук, врач – анестезиолог-реаниматолог, научный сотрудник отдела ран и раневых инфекций ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России; доцент кафедры медицины катастроф МИ ФГАОУ ВО «РУДН им. П. Лумумбы» Минобрнауки России, Москва, Россия
ORCID: 0000-0002-0212-5742

Saida A. Orudzheva – MD, Dr. Sci. (Med.), anesthesiologist and intensive care physician, researcher at the Department of Wounds and Wound Infections of A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery subordinate to the Ministry of Health of Russia; Associate Professor at the department of disaster medicine in Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

Авторы: Г. В. Хамидулин,
Ю. С. Пасхалова, В. А. Митиш,
С. А. Оруджева

Authors: G. V. Khamidulin,
Yu. S. Paskhalova, V. A. Mitish,
S. A. Orudzheva

Участие авторов:

Концепция и дизайн – Г. В. Хамидулин,
Ю. С. Пасхалова
Сбор и обработка материала – Г. В. Хамидулин,
С. А. Оруджева
Написание текста – Г. В. Хамидулин
Редактирование – В. А. Митиш,
Ю. С. Пасхалова

Authors' contribution:

Concept and design – G. V. Khamidulin,
Yu. S. Paskhalova
Material collection and processing –
G. V. Khamidulin, S. A. Orudzheva
Text writing – G. V. Khamidulin
Editing – V. A. Mitish, Yu. S. Paskhalova