

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-2-184-191>

УДК: 006.617-089

© Кисляков В.А., Горшунова Е.М., Аль-Арики М.К.М., Мишарина Л.К., Мохареб А.А.Л., 2025

ОБЗОР/Review



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОГО ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ НА РЕКОНСТРУКТИВНО-ПЛАСТИЧЕСКОМ ЭТАПЕ ВЕДЕНИЯ ОБШИРНЫХ ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИХ РАН

В.А. КИСЛЯКОВ^{1,2}, Е.М. ГОРШУНОВА^{1*}, М.К.М. АЛЬ-АРИКИ², Л.К. МИШАРИНА¹, А.А.Л. МОХАРЕБ²

¹ГБУЗ ГKB им. А.К. Ерамишанцева ДЗМ, 129327 Москва, Россия

²Кафедра госпитальной хирургии с курсом детской хирургии ФGAOY BO Российский Университет Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы, 117198 Москва, Россия

Резюме

Введение. Обширные гнойно-некротические раны остаются актуальной проблемой современной медицины, несмотря на достижения в хирургии и терапии. Они могут возникать вследствие осложнений сахарного диабета, хирургических вмешательств, ишемии конечностей или инфекционных процессов, таких как некротизирующий фасциит. Основными трудностями при лечении этих ран являются обильная плазмопотеря, медленный рост грануляций, недостаток пластического материала для закрытия дефектов и высокий риск вторичных осложнений.

Цель исследования. Анализ эффективности метода локального отрицательного давления (ЛОД) на реконструктивно-пластическом этапе лечения обширных гнойно-некротических ран, а также определение его преимуществ в сочетании с другими методами пластики

Материалы и методы исследования. Обобщены данные клинических наблюдений, мета-анализов и исследований, рассматривающие варианты применения локального отрицательного давления в лечении обширных ран, включая сочетание метода с пластикой местными тканями, методами дозированного растяжения, свободной и несвободной аутодермопластикой.

Заключение. Метод локального отрицательного давления зарекомендовал себя как эффективное средство стимуляции заживления ран, улучшения условий для пластических операций и снижения риска осложнений. ЛОД способствует росту грануляционной ткани, реваскуляризации трансплантатов и уменьшению бактериальной нагрузки. Тем не менее, его использование требует учета особенностей ран, возможных ограничений и осложнений, а также дальнейших исследований для оптимизации параметров терапии.

Ключевые слова: метод локального отрицательного давления, обширные раны, заживление ран, аутодермопластика

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Кисляков В.А., Горшунова Е.М., Аль-Арики М.К.М., Мишарина Л.К., Мохареб А.А.Л. Применение метода локального отрицательного давления на реконструктивно-пластическом этапе ведения обширных гнойно-некротических ран. *Московский хирургический журнал*, 2025. № 2. С. 184–191. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-2-184-191>

Вклад авторов: Кисляков В.А. – разработка метода и дизайна исследования; критический пересмотр черновиков рукописи с внесением ценных замечаний интеллектуального содержания. Горшунова Е.М. – сбор данных, анализ, интерпретация полученных результатов. Аль-Арики Малик К.М. – подготовка к публикации работы, участие в научном дизайне. Мишарина Л.К. – подготовка и анализ литературных данных. Мохареб А.А.Л. – сбор литературных данных.

USE OF THE LOCAL NEGATIVE PRESSURE METHOD AT THE RECONSTRUCTIVE-PLASTIC STAGE OF MANAGEMENT OF EXTENSIVE PURULENT-NECROTIC WOUNDS

VALERY A. KISLAKOV^{1,2}, ELENA M. GORSHUNOVA^{1*}, MALIK K.M. ALARIKI², LIYA K. MISHARINA¹, ABANOUB A.L. MOHAREB²

¹GBUZ GKB named after A.K. Yeramishantsev DZM, 129327, Moscow, Russia.

²Department of hospital surgery with a course of pediatric surgery of the RUDN University named after Patrice Lumumba, 117198, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. Extensive purulent-necrotic wounds remain an urgent problem of modern medicine, despite advances in surgery and therapy. They can occur due to complications of diabetes mellitus, surgical interventions, limb ischemia or infectious processes such as necrotizing fasciitis. The main difficulties in

the treatment of these wounds are abundant plasma loss, slow growth of granulation, lack of plastic material for closing defects and a high risk of secondary complications.

The purpose of the study. Analysis of the effectiveness of the local negative pressure (LNP) method at the reconstructive-plastic stage of treating extensive purulent-necrotic wounds in combination with other plastic methods.

Materials and methods of research. The article summarizes the data of clinical observations, meta-analyses and studies considering options for using local negative pressure in combination with different types of autodermoplasty.

Conclusion. The local negative pressure method has proven itself as an effective means of stimulating wound healing, improving conditions for plastic surgeries and reducing the risk of complications. LNP promotes the growth of granulation tissue, revascularization of grafts and a decrease in bacterial load. However, its use requires consideration of wound characteristics, possible limitations and complications, as well as further research to optimize therapy parameters.

Key words: NPWT (VAC) therapy, extensive wounds, wound healing, autodermoplasty

Conflict of interests: none.

For citation: Kislyakov V.A., Gorshunova E.M., Al-Ariki M.K.M., Misharina L.K., Mohareb A.A.L. Use of the local negative pressure method at the reconstructive-plastic stage of management of extensive purulent-necrotic wounds. *Moscow Surgical Journal*, 2025, № 2, pp. 184–191. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-2-184-191>

Contribution of the authors: Kislyakov V.A. – development of the research method and design; critical revision of the manuscript drafts with the introduction of valuable comments of intellectual content. Gorshunova E.M. – data collection, analysis, interpretation of the obtained results. Al-Ariki Malik K.M. – preparation of the work for publication, participation in the scientific design. Misharina L.K. – data collection. Mohareb A.A.L. – data collection.

Введение

Несмотря на достижения медицины, проблема обширных гнойно-некротических ран сохраняет свою актуальность: они появляются в исходе осложнённого течения сахарного диабета и могут быть осложнением хирургических вмешательств – в абдоминальной хирургии, гинекологии или онкологии; могут стать результатом продолжающейся ишемии в культе, поражённой атеросклерозом конечности; могут появиться в результате агрессивного инфекционного процесса при некротизирующем фасциите, гнилостном парапроктите, гангрене Фурнье. Даже при успешном очищении раны хирург сталкивается с такими проблемами как обильная плазмопотеря с площади раны, вялый рост грануляций, дефицит пластического материала для закрытия дефекта. При отсутствии возможности закрытия раны пациент попадает в порочный круг многочисленных болезненных перевязок, затягивания сроков стационарного лечения, обсеменения госпитальной флорой и вторичных гнойных осложнений, что еще больше ухудшает “пригодность” раны к пластике [1, 5, 7].

Существует несколько вариантов закрытия раневого дефекта. Наиболее удобным является пластика местными тканями, но этот метод ограничен в применении только ранами, края которых могут быть сопоставлены швами без натяжения и без нарушения кровоснабжения. Модификация этого метода – варианты лоскутной пластики (Z-образные лоскуты по Лимбергу, V-Y-пластика, ротация лоскута относительно основания): за счет сегментации раны укорачивается воспалительная фаза и ускоряется созревание рубца. Кроме того, использование местных лоскутов позволяет избежать контрактуры при пластике дефекта в проекции суставов [2, 4, 8].

При умеренном дефиците пластического материала альтернативой является метод дозированного растяжения тканей

посредством имплантации баллонов (экспандеров), наложения лигатур или проведения спиц. Недостатком метода является необходимость минимум двух операций (установка и удаление экспандера), длительный срок “ношения” экспандера; для некоторых моделей экспандеров также требуются регулярные неоднократные повторные обращения в стационар для инъекций физиологического раствора в экспандер [6].

Если эти методы не позволяют восполнить дефицит пластического материала, для закрытия дефекта используют кожные лоскуты с неповрежденных участков тела пациента. Существует два типа аутодермопластики: свободная и несвободная. В широком смысле, описанные выше методы лоскутной пластики относятся к несвободной пластике местными тканями. Применяется одномоментная, прямая пересадка лоскута (так называемая “итальянская пластика”, или пластика Тальякоцци) и метод мигрирующего кожного лоскута. Последний разделяется на плоский лоскут и стебельчатый по В.П. Филатову (“чемоданная ручка”). Также используют трансплантацию кожных лоскутов на микрососудистых анастомозах. Свободная кожная пластика может осуществляться полнослойным или расщепленным лоскутом. Полнослойный трансплантат обеспечивает хороший косметический эффект, но отличается низкой приживаемостью. Расщепленный кожный трансплантат в меньшей степени “вредит” донорскому участку, где заживление происходит за счет репарации оставшейся дермы [4, 8].

Существует вариант “марочной” пластики по Ж. Ревердену-С.М. Янович-Чайнскому. Основными осложнениями после выполнения аутодермопластики являются расхождение швов, отторжение трансплантата, лизис лоскута (для расщепленных лоскутов), образование сером (для полнослойных лоскутов), инфицирование. Принципиальное значение для приживаемости трансплантата имеют местные факторы. Рана может иметь плохую васкуляризацию; тромбоз трансплантата, высокая

контаминация раны. Также к отторжению трансплантата может привести техническая ошибка в ходе самого вмешательства [3, 4].

Для предотвращения осложнений представляется перспективным использование систем для лечения ран методом локального отрицательного давления (ЛОД; NPWT = negative pressure wound therapy; VAC = vacuum assisted closure). Считается, что данную модель впервые предложил в 1997 г. Morykwas [9], и в том же году Argenta [10] опубликовал результаты 300 наблюдений (175 хронических, 94 подострых и 31 свежая рана), из которых в 297 случаях применение системы для лечения ран отрицательным давлением увенчалось успехом. К 2024 году в мире существует не менее 20 производителей. Общепринятой классификации аппаратов и методов NPWT в настоящее время нет, но условно можно выделить следующие группы. В зависимости от графика воздействия отрицательного давления и типа среды, создаваемой устройством NPWT, можно разделить аппараты на:

А. Модели для непрерывного воздействия – в виде VAC. Давление может поддерживаться на постоянном уровне, либо изменяться – в переменном режиме.

В. Модели для периодического воздействия – например, повязка с ограниченным доступом (LAD) – метод, который сочетает в себе принципы влажного заживления ран и местной повязки с отрицательным давлением с добавлением дополнительного порта (трубка размером 12–14 FR) для инстилляции раствора антисептика или внедрения газа по выбору (изменение среды раны на аэробную/анаэробную в зависимости от флоры) без необходимости менять повязку целиком.

В зависимости от подключения источника вакуума можно выделить:

А. Классическую (стационарную) систему NPWT.

В. Одноразовую систему, или sNPWT (она же – карманная, безрезервуарная, механическая, портативная), подходящую для лечения пациентов на дому; смена аппарата или демонтаж производятся в амбулаторных условиях.

Режим создания отрицательного давления может быть прерывистым, непрерывным и переменным. Прерывисто создаваемое давление больше стимулирует образование грануляционной ткани, но пациенты могут испытывать больший дискомфорт при переходе с обычного состояния на указанное давление. Поэтому чаще используют непрерывный режим с постоянным “отрицательным” давлением. В качестве расходного материала выступает пористая губка – черная губка из полиуретанового эфира или белая губка из поливинилового спирта [12].

На основе животных моделей было подобрано оптимальное для адекватной перфузии и образования грануляционной ткани отрицательное давление – 125 мм рт. ст. При давлении меньшем, чем –75 мм рт. ст., перфузия увеличивается, но не такая устойчивая, как при –125 мм рт. ст. При отрицательном давлении больше –125 мм рт. ст. перфузия уменьшается, а при более чем –400 мм рт. ст. перфузия снижается критически [14].

Согласно исследованиям, создание локального отрицательного давления (ЛОД) влияет на заживление ран посредством четырех основных механизмов – макродеформации, микродеформации, удаления жидкости и изменения среды раны; они, в свою очередь, влияют на нейрогенез, гемостаз, ангиогенез, модуляцию воспаления, клеточную пролиферацию, дифференцировку и миграцию, образование грануляций и изменение микробной нагрузки [11, 14].

Система ЛОД может быть использована для стимуляции роста грануляций и заживления ран вторичным натяжением, или же для подготовки реципиента к пластике расщепленным или полнослойным кожным лоскутом.

Описано успешное сочетание метода ЛОД с приемами дозированного растяжения. Так, Eseciv в течение года собирал наблюдения за пациентами, подвергшимися обширным фасциотомиям конечностей ввиду компартмент-синдрома. Авторы статьи сочетали технику шнуровки (протягивание эластичного шнура через кожные скобы, размещенные по краю кожи вдоль первоначального фасциотомического разреза, с постепенным утягиванием) с наложением системы для лечения ран отрицательным давлением, что позволило сократить время закрытия больше, чем при использовании каждого из этих методов по отдельности [15].

Также метод ЛОД показал свою эффективность в виде так называемой инцизионной NPWT – наложение системы на уже ушитую рану, что уменьшает отек и увеличивает перфузию по краям раны, что подтверждается работами Karlakki [16], Strugala [17] и Chang [18].

Отрицательное давление может быть применено и к расщепленным лоскутам – при этом, целесообразно дополнительно защищать его от “впечатывания” в губку и отрыва при снятии повязки дополнительной подкладкой из неприлипающей сетчатой повязки с инертной пропиткой (типа ПараПран, Physiottulle). Использование системы ЛОД может устранить венозный застой – одну из основных причин отторжения пересаженного лоскута, так как способствует улучшению локального кровотока и стимулирует венозный возврат от края раны, облегчает реваскуляризацию донорского лоскута от ложа реципиента через стимуляцию неоангиогенеза и снижение интерстициального давления благодаря эвакуации избытка жидкости из ложа раны; это же способствует снижению бактериальной нагрузки за счет механического удаления инфекционного агента [15].

В мета-анализе Jiang et al [19] – десять рандомизированных контролируемых исследований (выполненных до февраля 2020 г.) на 488 пациентах с ранами различного генеза (травматические отрывы, ожоги, укусы, диабетические язвы, венозные язвы) – показано, что при применении системы ЛОД поверх расщепленных кожных трансплантатов приживаемость расщепленного лоскута и успешная интеграция трансплантата происходили чаще, чем использование обычных повязок. Анализ подгрупп показал улучшение процента приживаемости трансплантата при отрицательном давлении 80 мм рт. ст. и

отсутствие улучшения (по сравнению с традиционными повязками) приживаемости трансплантата при отрицательном давлении 125 мм рт. ст.

В мета-анализе Grant-Freemantle et al рассмотрены были 9 исследований, выполненных до 2019 г. = 1095 пациентов с данными по первичному исходу глубокой инфекции: 55 случаев инфекций у 614 пациентов в группе NPWT и 84 инфекции у 481 пациента в группе с традиционными повязками. Было показано, что использование NPWT при лечении открытых переломов приводит к снижению вероятности глубокой инфекции и отторжения расщепленного лоскута по сравнению с традиционными повязками [20].

В исследовании Kempton et al (160 пациентов с последствиями травмы, которым была выполнена аутодермопластика расщепленным лоскутом – 120 с применением NPWT и 40 с традиционными повязками), в котором не выявлено значимой разницы в успехе выздоровления. Однако сами авторы указывают на тот факт, что использование ЛОД нецелесообразно в случае ран с изначально низким риском осложнений при аутодермопластике расщепленным лоскутом (хорошее кровоснабжение, отсутствие признаков инфекции, отсутствие сопутствующей системной патологии и т.п.); таким образом, вопрос применения NPWT при пластике ран инфицированных, у коморбидных пациентов требует дальнейшего исследования [21].

Серия наблюдений Blume из 142 пациентов, перенесших реконструктивные операции на стопе и голеностопном суставе с выполнением аутодермопластики расщепленным лоскутом; среди патологий были пролежни (27), посттравматические раны (3), диабетические язвы (54), фибромы подошвы (6), остеомиелит (21) и различные хронические язвы (31). У 87 пациентов пересадка расщепленного лоскута дополнялась наложением системы ЛОД, у 55 после пластики рана велась под традиционными повязками. Средняя площадь трансплантации составила 45,4 см² для группы NPWT и 47,4 см² для группы традиционных повязок. Средняя продолжительность применения для NPWT составила 5,3 дня, для группы традиционных повязок 5,1 дня. Не было никакой значительной разницы в возрасте, общей продолжительности госпитализации. При этом в группе NPWT потребовалось значительно меньше повторных аутодермопластик, чем в группе традиционных повязок; приживление трансплантата составило 97 % против 84 %; было меньше осложнений (серома, гематома и инфекция). Авторы отмечают, что метод ЛОД снижает необходимость в повторной трансплантации [22].

Трансплантация полнослойного лоскута также может осложниться серомой, гематомой или нагноением; но в отличие от расщепленного лоскута, может осложниться тромбозом питающего сосуда, что приведет к ишемии/некрозу лоскута или его части. Технические недочеты при планировании операции, пережатие питающей ножки также могут привести к ишемии. Поэтому одним из ключевых моментов при ведении таких пациентов является мониторинг состояния лоскута. Kim

et Park сравнивают в группах NPWT и лечения традиционной повязкой по 27 пациентов, перенесших аутодермопластику полнослойным либо расщепленным лоскутом по поводу травмы (23), раны после иссечения злокачественного новообразования (5), диабет-ассоциированной гангрены (9) и ожогов (5) верхних или нижних конечностей. Контроль состояния лоскута (цвета лоскута, температуры, капиллярного наполнения, доплерография) в течение дня операции выполнялся каждые 2 часа; каждые 4 часа в течение следующих 24 часов; далее каждые 6 часов до третьего послеоперационного дня; каждые 8 часов в течение последующих 48 часов. При отсутствии осложнений система ЛОД снималась на 5-й день после операции. Осложнения: нагноение, серома и гематома не отмечались; частичный лизис у 3 расщепленных лоскутов в группе NPWT и полный – у 3 расщепленных лоскутов группы традиционных повязок; полнослойные лоскуты успешно прижились все [23].

Также положительное влияние ЛОД на приживаемость полнослойных лоскутов отмечают Chen et al в серии наблюдений из 16 пациентов (2 свободных переднебоковых лоскута бедра, 11 лоскутов на ножке и 3 мышечных лоскута), где только у 2 ввиду венозного застоя в первые же сутки выполнили демонтаж системы NPWT, и все же произошла частичная потеря лоскута; остальные успешно прижились без осложнений [24].

Chim et al также подтверждают это наблюдение, сравнивая 9 свободных мышечных лоскутов, пересаженных с наложением ЛОД, с 8 традиционно проведенными аутооттрансплантациями. Кроме того, наложение повязки VAC после пересадки свободных мышечных лоскутов на нижнюю конечность не ухудшает приживаемость лоскута, а приводит к уменьшению его толщины и улучшению эстетического результата [25].

Более того, есть возможность применения систем ЛОД для борьбы с венозным застоем в пересаженном лоскуте. Qiu et al описывают 12 пациентов с застоем, не связанным с механической причиной и не поддающимся хирургическому лечению, все они получали NPWT в период с 3 по 10 день после операции [26].

Метод локального отрицательного давления в целом является безопасным, но имеет свои ограничения и осложнения. Следует воздержаться от использования NPWT в определенных клинических ситуациях (обнаженные сосудисто-нервные структуры, зона анастомоза или злокачественное новообразование в ране); в некоторых случаях – применить защитные меры (например, изолировать сердце жестким щитком, чтобы избежать его ранения при монтаже системы ЛОД на дефект грудины). А также и помнить, что сбой системы NPWT из-за потери герметичности, переполнения контейнера, закупорки дренажной системы или отключения питания может привести к длительному перерыву в терапии, а это связано с повышенным риском расхождения краев раны и инфицирования раны. Осложнения редки, но могут быть жизнеугрожающими; к ним относятся кровотечение, инфекция, боль. Кровотечение наиболее часто, оно может быть следствием не скорректированной вовремя

коагулопатии либо установкой системы непосредственно над открытым сердцем или кровеносным сосудом [15].

Вопрос раневой инфекции при использовании ЛОД до сих пор остается открытым. В исследовании модели раны *in vitro* бактериальная нагрузка не снижалась при использовании повязки NPWT [28].

В реальных условиях эвакуация экссудата идет только тогда, когда аппарат включен; при любом перерыве в терапии губки, тампонирующие рану, становились рассадником инфекции. Возможно, это связано с формированием биопленок на структурах раны или даже самих губках, но этот вопрос требует дальнейшего изучения. Ситуация может зависеть от географических и социальных особенностей: например, в Китае все аппараты подключаются не к индивидуальному аппарату, а в систему центрального отрицательного давления, и там перебои на смену контейнера или перезарядку устройства исключены. Также имеются отдельные сообщения о конверсии флоры при лечении в условиях ЛОД, или даже сведения об увеличении роста *Staphylococcus aureus* в среде под NPWT, но это также требует продолжения исследований [28].

Боль обычно сопровождает момент перевязки; таким образом, пациенты с системами ЛОД, требующие перевязок реже, меньше страдают от боли. Обычно боль при смене повязок NPWT описывается пациентами как слабая или как дискомфорт. Однако у пациентов с нейропатией возможно извращение чувствительности, и у них описаны мучительные боли при смене губок NPWT [30].

Раневой экссудат имеет высокое содержание белка, глюкозы и других необходимых питательных веществ, что способствуют заживлению ран, но из-за эффекта непрерывного всасывания эти вещества удаляются из раневого ложа, и организм вынужден тратить еще больше белка, глюкозы и других питательных веществ, что создает предпосылки к истощению. Проспективное исследование Hourigan et al показало, что NPWT создает даже большую потерю экссудата и белка, чем ожоги. Установлено, что применение NPWT неэффективно для истощенных пациентов с альбумином менее 3,0 мг/дл. Таким образом, адекватное питание является обязательным условием для успешного применения метода ЛОД [29].

Также у части пациентов длительная терапия методом ЛОД может снижать качество жизни и вызывать беспокойство, что требует внимательного наблюдения за пациентом и применением индивидуального подхода [27].

Заключение

Заключаем, что метод локального отрицательного давления показывает хорошие результаты при применении к обширным ранам, перфорированным лоскутам и полнотойным трансплантатам, однако для подтверждения эффективности и безопасности метода в данной области – как, впрочем, и во многих смежных – необходимы более хорошо спланирован-

ные, высококачественные рандомизированные клинические исследования.

Список литературы:

1. Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Родоманова Л.А., Кутянов Д.И., & Афанасьев А.О. Возможности современных методов реконструктивно-пластической хирургии в лечении больных с обширными посттравматическими дефектами тканей конечностей. *Травматология и ортопедия России*, 2011. № 2. С. 164–170.
2. Ogawa R. Surgery for scar revision and reduction: from primary closure to flap surgery. *Burns Trauma*, 2019, Mar 1; № 7, pp. 7. <https://doi.org/10.1186/s41038-019-0144-5>
3. Niederstätter I.M., Schiefer J.L., Fuchs P.C. Surgical Strategies to Promote Cutaneous Healing. *Medical sciences (Basel, Switzerland)*, 2021, Jun № 16;9(2), pp. 45. <https://doi.org/10.3390/medsci9020045>
4. Золтан Я. Пересадка кожи. Будапешт: Изд. Академии наук Венгрии, 1984. 304 с.
5. Липатов К.В., Комарова Е.А. Значение аутоотрансплантации расщепленной кожи в гнойной хирургии. *Трансплантология*, 2012, № 1–2, pp. 5–9. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2012-0-1-2-5-9>
6. Пятаков С.Н., Порханов В.А., Бенсман В.М., Барышев А.Г., Пятакова С.Н., & Бутенко Д.В. Изучение клинической эффективности метода дозированной тканевой дистракции при лечении дефектов мягких тканей различной этиологии в области нижних конечностей. *Инновационная медицина Кубани*, 2019. № 2 (14). С. 36–44.
7. Ославский А.И. Сорбционные средства и методы в комплексном лечении гнойных ран (обзор литературы). *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*, 2016. № 3. С. 30–37.
8. Слесаренко С.В., Бадюл П.А. Методика пространственного перераспределения покровных тканей при пластическом закрытии глубоких и обширных раневых дефектов. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*, 2013. № 4 (47). С. 17–25.
9. 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, Jun; № 38(6), pp. 553–562. <https://doi.org/10.1097/0000637-199706000-00001>. PMID: 9188970
10. Argenta L.C., Morykwas M.J. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Annals of plastic surgery*, 1997, Jun; № 38(6), pp. 563–576.
11. Овденко А.Г., Нефедов О.Н. Лечение вакуумом: от Римской империи до наших дней. *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2018. № 3.
12. Тео Л. Как выбрать вариант NPWT на практике (губки или повязки, показания к их использованию в зависимости от цели лечения, выбор аппарата). *Раны и раневые инфекции. Журнал имени проф. Б.М. Костюченко*, 2020. № 7(2). С. 10–21. <https://doi.org/10.25199/2408-9613-2020-7-2-10-21>
13. Panayi A.C., Leavitt T., Orgill D.P. Evidence based review of negative pressure wound therapy. *World Journal of Dermatology*, 2017, № 6(1), pp. 1–16.

14. Порханов В.А., Богданов С.Б., Горюнов С.В., Фисталь Э.Я., Меркулов Д.С., Поляков И.С., Коваленко А.Л., Федоров П.Л., Муханов М.Л., Керимов А.А. Вакуумная терапия – учебно-методическое пособие для врачей. Краснодар: ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, 2023. 348 с.

15. Eceviz E., Çevik H.B. Shoelace Technique Plus Negative-Pressure Wound Therapy Closure in Fasciotomy Wounds. *Advances in skin & wound care*, 2020, Sep; № 33(9), pp. 497–500. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000672492.38463.58>. PMID: 32694300

16. Karlakki S., Brem M., Giannini S., Khanduja V., Stannard J., Martin R. Negative pressure wound therapy for management of the surgical incision in orthopaedic surgery: A review of evidence and mechanisms for an emerging indication. *Bone & joint research*, 2013, Dec 18; № 2(12), pp. 276–284. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.212.2000190>

17. Strugala V., Martin R. Meta-analysis of comparative trials evaluating a prophylactic single-use negative pressure wound therapy system for the prevention of surgical site complications. *Surgical Infections*, 2017, № 18, pp. 810–819.

18. Chang H., Maldonado T.S., Rockman C.B. et al. Closed incision negative pressure wound therapy may decrease wound complications in major lower extremity amputations. *Journal of Vascular Surgery*, 2021, № 73, pp. 1041–1047.

19. Jiang Z.Y., Yu X.T., Liao X.C. et al. Negative-pressure wound therapy in skin grafts: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Burns*, 2021, № 47, pp. 747–755.

20. Grant-Freemantle M.C., Ryan É.J., Flynn S.O., Moloney D.P., Kelly M.A., Coveney E.I., O'Daly B.J., Quinlan J.F. The Effectiveness of Negative Pressure Wound Therapy Versus Conventional Dressing in the Treatment of Open Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 2020, May; № 34(5), pp. 223–230. <https://doi.org/10.1097/BOT>

21. Kempton L.B., Larson T.B., Montijo H.E. et al. Increased cost of negative pressure dressings is not justified for split-thickness skin grafting of low-risk wounds. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 2015, № 29, pp. 301–306.

22. Blume, P.A., Walters, J., Payne, W. et al. Comparison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a multicenter randomized controlled trial. *Diabetes Care*, 2008, № 31, 4, pp. 631–636.

23. Kim T.H., Park J.H. A novel negative pressure wound therapy (NPWT) monitoring system for postoperative flap management. *Medicine (Baltimore)*, 2021, Nov 5; № 100(44), pp. e27671. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027671>

24. Chen C.Y., Kuo S.M., Tarng Y.W., Lin K.C. Immediate application of negative pressure wound therapy following lower extremity flap reconstruction in sixteen patients. *Scientific Reports*, 2021, Oct 27; № 11(1), pp. 21158. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00369-5>

25. Chim H., Zoghbi Y., Nugent A.G., Kassira W., Askari M., Salgado C.J. Immediate application of vacuum assisted closure dressing over free muscle flaps in the lower extremity does not compromise flap survival and results in decreased flap thickness. *Archives of Plastic Surgery*, 2018, Jan; № 45(1), pp. 45–50. <https://doi.org/10.5999/aps.2016.01977>

26. Qiu S.S., Hsu C.C., Hanna S.A., Chen S.H., Cheong C.F., Lin C.H., Chang T.N. Negative pressure wound therapy for the management of flaps with venous congestion. *Microsurgery*, 2016, Sep; № 36(6), pp. 467–473. <https://doi.org/10.1002/micr.30027>

27. Jones D.A., Neves Filho W.V., Guimarães J.S., Castro D.A., Ferracini A.M. The use of negative pressure wound therapy in the treatment of infected wounds. Case studies. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*, 2016, Nov 2; № 51(6), pp. 646–651. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2016.10.014>

28. Bowler P.G., Duerden B.I., Armstrong D.G. Wound microbiology and associated approaches to wound management. *Clinical Microbiology Reviews*, 2001, Apr; № 14(2), pp. 244–269. <https://doi.org/10.1128/CMR.14.2.244-269.2001>

29. Hourigan L.A., Linfoot J.A., Chung K.K., Dubick M.A., Rivera R.L., Jones J.A. et al. Loss of protein, immunoglobulins, and electrolytes in exudates from negative pressure wound therapy. *Nutrition in Clinical Practice*, 2010, № 25, pp. 510–516.

30. Franczyk M., Lohman R.F., Agarwal J.P., Rupani G., Drum M., & Gottlieb L.J. The impact of topical lidocaine on pain level assessment during and after vacuum-assisted closure dressing changes: a double-blind, prospective, randomized study. *Plastic and reconstructive surgery*, 2009, № 124(3), pp. 854–861. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181b038b4>

References:

1. Tikhilov R.M., Kochish A.Yu., Rodomanova L.A., Kutyanov D.I., Afanasyev A.O. Possibilities of modern methods of reconstructive plastic surgery in the treatment of patients with extensive post-traumatic defects of limb tissues. *Traumatology and Orthopedics of Russia*, 2011, № 2, pp. 164–170. (In Russ.)

2. Ogawa R. Surgery for scar revision and reduction: from primary closure to flap surgery. *Burns Trauma*, 2019, Mar 1; № 7, pp. 7. <https://doi.org/10.1186/s41038-019-0144-5>

3. Niederstätter I.M., Schiefer J.L., Fuchs P.C. Surgical Strategies to Promote Cutaneous Healing. *Medical sciences (Basel, Switzerland)*, 2021, Jun; 16, № 9(2), pp. 45. <https://doi.org/10.3390/medsci9020045>

4. Zoltan J. *Skin transplantation. Translated from Hungarian*. Budapest: Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences, 1984. 304 p. (In Russ.)

5. Lipatov K.V., Komarova E.A. The Importance of Autotransplantation of Split Skin in Purulent Surgery. *Transplantology*, 2012, № 1–2, pp. 5–9. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2012-0-1-2-5-9> (In Russ.)

6. Pyatakov S.N., Porkhanov V.A., Bensman V.M., Baryshev A.G., Pyatakova S.N., Butenko D.V. Study of the clinical effectiveness of the dosed tissue distraction method in the treatment of soft tissue defects of various etiologies in the lower extremities. *Innovative Medicine of Kuban*, 2019, № 2 (14), pp. 36–44. (In Russ.)

7. Oslavskiy A.I. Sorption agents and methods in the complex treatment of purulent wounds (literature review). *Journal of Grodno State Medical University*, 2016, № 3, pp. 30–37. (In Russ.)

8. Slesarenko S.V., Badul P.A. Methodology of spatial redistribution of integumentary tissues during plastic closure of deep and extensive wound

defects. *Issues of reconstructive and plastic surgery*, 2013, № 4 (47), pp. 17–25. (In Russ.)

9. 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, Jun; № 38(6), pp. 553–562. <https://doi.org/10.1097/00000637-199706000-00001>

10. Argenta L.C., Morykwas M.J. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Annals of plastic surgery*, 1997, Jun; № 38(6), pp. 563–576.

11. Ovdenko A. G., Nefedov O. N. Vacuum treatment: from the Roman Empire to the present day // Health is the basis of human potential: problems and solutions. 2018. No. 3. (In Russ.)

12. Theo L. How to choose an NPWT option in practice (sponges or dressings, indications for their use depending on the treatment goal, choice of device). Wounds and wound infections. Journal named after prof. B.M. Kostyuchenok. 2020;7(2):10–21. <https://doi.org/10.25199/2408-9613-2020-7-2-10-21> (In Russ.)

13. Panayi A.C., Leavitt T., Orgill D.P. Evidence based review of negative pressure wound therapy. *World Journal of Dermatology*, 2017, № 6(1), pp. 1–16.

14. Porkhanov V.A., Bogdanov S.B., Goryunov S.V., Fistal E.Ya., Merkulov D.S., Polyakov I.S., Kovalenko A.L., Fedorov P.L., Mukhanov M.L., Kerimov A.A. *Vacuum therapy – a teaching aid for doctors*. Krasnodar: FGBOU VO KubSMU of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2023, 348 p. (In Russ.)

15. Eceviz E., Çevik H.B. Shoelace Technique Plus Negative-Pressure Wound Therapy Closure in Fasciotomy Wounds. *Advances in skin & wound care*, 2020, Sep; № 33(9), pp. 497–500. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000672492.38463.58>. PMID: 32694300

16. Karlakki S., Brem M., Giannini S., Khanduja V., Stannard J., Martin R. Negative pressure wound therapy for management of the surgical incision in orthopaedic surgery: A review of evidence and mechanisms for an emerging indication. *Bone & joint research*, 2013, Dec 18; № 2(12), pp. 276–284. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.212.2000190>

17. Strugala V., Martin R. Meta-analysis of comparative trials evaluating a prophylactic single-use negative pressure wound therapy system for the prevention of surgical site complications. *Surgical Infections*, 2017, № 18, pp. 810–819.

18. Chang H., Maldonado T.S., Rockman C.B. et al. Closed incision negative pressure wound therapy may decrease wound complications in major lower extremity amputations. *Journal of Vascular Surgery*, 2021, № 73, pp. 1041–1047.

19. Jiang Z.Y., Yu X.T., Liao X.C. et al. Negative-pressure wound therapy in skin grafts: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Burns*, 2021, № 47, pp. 747–755.

20. Grant-Freemantle M.C., Ryan É.J., Flynn S.O., Moloney D.P., Kelly M.A., Coveney E.I., O'Daly B.J., Quinlan J.F. The Effectiveness of Negative Pressure Wound Therapy Versus Conventional Dressing in the Treatment of Open Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 2020, May; № 34(5), pp. 223–230. <https://doi.org/10.1097/BOT>

21. Kempton L.B., Larson T.B., Montijo H.E. et al. Increased cost of negative pressure dressings is not justified for split-thickness skin grafting of low-risk wounds. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 2015, № 29, pp. 301–306.

22. Blume, P.A., Walters, J., Payne, W. et al. Comparison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a multicenter randomized controlled trial. *Diabetes Care*, 2008, № 31, 4, pp. 631–636.

23. Kim T.H., Park J.H. A novel negative pressure wound therapy (NPWT) monitoring system for postoperative flap management. *Medicine (Baltimore)*, 2021, Nov 5; № 100(44), pp. e27671. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027671>

24. Chen C.Y., Kuo S.M., Tarng Y.W., Lin K.C. Immediate application of negative pressure wound therapy following lower extremity flap reconstruction in sixteen patients. *Scientific Reports*, 2021, Oct 27; № 11(1), pp. 21158. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00369-5>

25. Chim H., Zoghbi Y., Nugent A.G., Kassira W., Askari M., Salgado C.J. Immediate application of vacuum assisted closure dressing over free muscle flaps in the lower extremity does not compromise flap survival and results in decreased flap thickness. *Archives of Plastic Surgery*, 2018, Jan; № 45(1), pp. 45–50. <https://doi.org/10.5999/aps.2016.01977>

26. Qiu S.S., Hsu C.C., Hanna S.A., Chen S.H., Cheong C.F., Lin C.H., Chang T.N. Negative pressure wound therapy for the management of flaps with venous congestion. *Microsurgery*, 2016, Sep; № 36(6), pp. 467–473. <https://doi.org/10.1002/micr.30027>

27. Jones D.A., Neves Filho W.V., Guimarães J.S., Castro D.A., Ferracini A.M. The use of negative pressure wound therapy in the treatment of infected wounds. Case studies. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*, 2016, Nov 2; № 51(6), pp. 646–651. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2016.10.014>

28. Bowler P.G., Duerden B.I., Armstrong D.G. Wound microbiology and associated approaches to wound management. *Clinical Microbiology Reviews*, 2001, Apr; № 14(2), pp. 244–269. <https://doi.org/10.1128/CMR.14.2.244-269.2001>

29. Hourigan L.A., Linfoot J.A., Chung K.K., Dubick M.A., Rivera R.L., Jones J.A. et al. Loss of protein, immunoglobulins, and electrolytes in exudates from negative pressure wound therapy. *Nutrition in Clinical Practice*, 2010, № 25, pp. 510–516.

30. Franczyk M., Lohman R.F., Agarwal J.P., Rupani G., Drum M., & Gottlieb L.J. The impact of topical lidocaine on pain level assessment during and after vacuum-assisted closure dressing changes: a double-blind, prospective, randomized study. *Plastic and reconstructive surgery*, 2009, № 124(3), pp. 854–861. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181b038b4>

Сведения об авторах

Кисляков Валерий Александрович – доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии Российского Университета Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы, 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; заведующий отделением гнойной хирургии ГКБ им А.К. Ерамишанцева Департамента Здравоохранения г. Москвы, 129327,

Россия, Москва, ул. Ленская, д. 15, e-mail: vakislakov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0189-3539

Горшунова Елена Михайловна – хирург ГБУЗ ГКБ им. А.К. Ерамишанцева ДЗМ, 129327, Россия, Москва, ул. Ленская, д. 15, e-mail: elenagem1994@yandex.ru, ORCID: 0009-0000-4533-1661

Аль-Арики Малик Киаед Мохаммед – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии Российского Университета Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы, 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, e-mail: al_ariki_m@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9218-6011

Мишарина Лия Константиновна – хирург ГБУЗ ГКБ им. А.К. Ерамишанцева ДЗМ, 129327, Россия, Москва, ул. Ленская, д.15, e-mail: Lmk102035@gmail.com, ORCID: 0009-0003-0341-9632

Мохареб Абануб Антон Ламей – аспирант кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии Российского Университета Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы, 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, e-mail: Abanobantone5@gmail.com, ORCID: 0009-0007-0448-1912

Information about the authors:

Kislakov Valery Aleksandrovich – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Hospital Surgery with the course of Pediatric Surgery of the Medical Institute of the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), 117198, Miklukho-Maklaj str., 6, Moscow; Head of the Department of Purulent Surgery, City Clinical Hospital named after A.K. Eramishantsev Department of Health, 129327, st. Lenskaya 15, Moscow, e-mail: vakislakov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0189-3539

Gorshunova Elena Mikhailovna – surgeon of the State Budgetary Healthcare Institution of the City Clinical Hospital named after. A.K. Eramishantseva DZM, 129327, st. Lenskaya 15, Moscow, e-mail: elenagem1994@yandex.ru, ORCID: 0009-0000-4533-1661

Al-Arki Malik Kiaed Mohammed – Candidate of Medical Sciences, assistant at the Department of Hospital Surgery with the course of Pediatric Surgery of the Medical Institute of the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), 117198, Miklukho-Maklaj str., 6, Moscow. e-mail: al_ariki_m@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9218-6011

Misharina Liya Konstantinovna – surgeon of the State Budgetary Healthcare Institution of the City Clinical Hospital named after A.K. Eramishantseva DZM, 129327, st. Lenskaya 15, Moscow, e-mail: Lmk102035@gmail.com, ORCID: 0009-0003-0341-9632

Mohareb Abanoub Antone Lamey – PhD student at the Department of Hospital Surgery with the course of Pediatric Surgery of the Medical Institute of the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), 117198, Miklukho-Maklaj str., 6, Moscow, e-mail: Abanobantone5@gmail.com, ORCID: 0009-0007-0448-1912