

ВАКУУМНАЯ ТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ РАН РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

В.В. Федюшкин^{1,3,*}, А.Г. Барышев^{2,3}

¹ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения
«Динская центральная районная больница»
Министерства здравоохранения Краснодарского края
ул. Кирпичная, станица Динская, д. 55а, Краснодарский край, 353204, Россия

² Государственное бюджетное учреждение здравоохранения
«Научно-исследовательский институт — краевая клиническая больница № 1
имени профессора С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края
ул. 1 Мая, д. 167, г. Краснодар, 350086, Россия

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. им. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, 350063, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В настоящее время наблюдается прогрессивный рост частоты техногенных катастроф и аварий, приводящих к травматизму населения. Травмы и многие другие повреждения, в том числе и гнойно-некротические заболевания, нередко приводят к образованию обширных раневых дефектов, для закрытия которых с целью восстановления целостности кожных покровов требуются дополнительные хирургические вмешательства.

Цель обзора — сравнение данных исследований врачей различных направлений хирургии и травматологии относительно опыта использования метода вакуумной терапии в лечении ран различной локализации и этиологии.

Методы. В обзор включены данные релевантных статей, описывающих опыт использования метода вакуумной терапии в лечении ран различной локализации и этиологии, опубликованных за период 2014–2020 гг. и представленных в базах данных PubMed, ScienceDirect, eLibrary. Были использованы следующие методы исследования: интернет-анализ, контент-анализ, исторический, описательно-аналитический.

Результаты. В настоящее время лечение пациентов с ранами различной этиологии и локализации с помощью метода вакуумной терапии является стандартом и действует в комплексе с адекватными хирургическими обработками, антибактериальной терапией и ранними реабилитационными мероприятиями.

Заключение. Учитывая многочисленные литературные источники, публикации коллег, руководства по вакуумной терапии (VAC®-therapy Guidelines), можно сделать вывод о перспективности и эффективности использования вакуумной терапии в комплексном лечении ран различной этиологии. Однако требуется дальнейшее изучение механизмов действия данного метода, а также расширение показаний для его применения.

Ключевые слова: вакуумная терапия ран, лечение ран, обширные раневые дефекты, обзор литературы

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Федюшкин В.В., Барышев А.Г. Вакуумная терапия в лечении ран различной этиологии: систематический обзор. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2021; 28(6): 117–132. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-6-117-132>

Поступила 04.07.2021

Принята после доработки 28.10.2021

Опубликована 28.12.2021

VACUUM-ASSISTED HEALING OF VARIOUS-AETIOLOGY WOUNDS: A SYSTEMATIC REVIEW

Vladimir V. Fedyushkin^{*1,3}, Aleksandr G. Barishev^{2,3}

¹ *Dinskaya Central District Hospital*

Kirpichnaya str., 55a, Dinskaya stanitsa, Krasnodar Krai, 353204, Russia

² *Territorial Clinical Hospital No. 1 Research Institute named after Prof. S.V. Ochapovsky*

Pervogo Maya str., 167, Krasnodar, 350086, Russia

³ *Kuban State Medical University*

Mitrofana Sedina str., 4, Krasnodar, 350063, Russia

ABSTRACT

Background. The ever-growing rate of man-made accidents and disasters entails high traumatism. Traumas and other injuries, including purulent necrotic lesions, often lead to extensive wound defects requiring special surgeries for closure and to restore skin integrity.

Objectives. A comparative inter-specialty review in trauma surgery on the vacuum therapy application in healing wounds of different locality and aetiology.

Methods. The review includes relevant cases of use experience in vacuum-assisted healing of various locality and aetiology wounds, indexed in the PubMed, ScienceDirect and eLibrary databases for years 2014–2020. The following research techniques were employed: online, content, historical and descriptive analyses with a focus on specific issues in aetiology, pathogenesis and vacuum-assisted healing of various-locality wounds.

Results. Vacuum-assisted healing of various locality and aetiology wounds is a current standard acting in complex with adequate surgical treatment, antibiotic therapy and early rehabilitation measures.

Conclusion. Manifold literature sources, colleagues' publications and guidelines for vacuum-assisted closure (VAC®-therapy Guidelines) substantiate the effect and promise of the vacuum-based approach in complex treatment of various-aetiology wounds. Further studies into the mechanisms of action and the elaboration of indications list are warranted for this method.

Keywords: vacuum-assisted closure, wound healing, extensive wound defects, literature review.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Fedyushkin V.V., Barishev A.G. Vacuum-assisted healing of various-aetiology wounds: A systematic review. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik*. 2021; 28(6): 117–132. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-6-117-132>

Submitted 04.07.2021

Revised 28.10.2021

Published 28.12.2021

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается прогрессивный рост частоты техногенных катастроф и аварий, приводящих к травматизму населения. Травмы и многие другие повреждения, в том числе и гнойно-некротические заболевания, нередко приводят к образованию обширных раневых дефектов, для закрытия которых требуются дополнительные хирургические вмешательства [1–3]. В случае когда проведение хирургических обработок у пациентов с обширными раневыми дефектами проводятся несвоевременно или неправильно, отмечается высокое количество осложнений, до 50–70% [3]. В результате некорректного замещения раневых дефектов у 15–57% пациентов развиваются грубые рубцовые деформации и контрактуры, что зачастую приводит к инвалидизации или неудовлетворительным косметическим результатам лечения [4].

В современных условиях роста агрессивности нозокомиальной флоры в стационарах хирургическая инфекция характеризуется тяжелым течением и зачастую не поддается стандартному лечению, что, как следствие, приводит к увеличению частоты развития осложненных форм гнойно-воспалительных заболеваний [5–8]. Помимо обширного раневого дефекта у таких пациентов нередко отмечается изменение иммунологической резистентности, микробная и медикаментозная аллергизация, фиброзные и инфильтративные изменения в краях и дне раны, усугубляющие течение заболевания и повышающие риск негативного исхода лечения пациентов [9].

По данным статистического отчета Министерства здравоохранения Краснодарского края, в 2017 году в крае зарегистрировано 61 778 больных с гнойными заболеваниями, что составляет около 1,3% от взрослого населения края. У 6372 (10,3%) пациентов образовались обширные раневые дефекты различных локализаций. Им выполнено 8369 хирургических вмешательств, а общая стоимость лечения составила 232,6 млн рублей. За этот же период в крае были пролечены 1699 пострадавших с травмами, повреждения у которых сопровождалась формированием обширных раневых дефектов. Им было выполнено 1488 операций. Затраты на лечение составили 23,5 млн рублей¹.

Выбор варианта кожно-пластической операции для закрытия обширного раневого дефекта

обусловлен причиной возникновения, размером раны, ее локализацией, возрастом пациента, а также наличием сопутствующей патологии [10–14]. В то же время четких стандартизированных рекомендаций по тактике лечения данных пациентов и выбору метода закрытия раневых дефектов не существует [15]. Оптимальным способом закрытия обширных ран после купирования инфекции является наложение вторичного шва на кожу, при формировании которого нередко приходится использовать различные методы дерматотензии [16]. При невозможности сведения краев раны методом выбора окончательного закрытия является аутодермопластика, также широко применяются различные виды лоскутов [17].

Применение метода вакуумной терапии исходит из глубокой древности. Аборигены из Австралии изгоняли «злой дух болезней» с помощью полого рога буйвола (прообраз медицинских банок). В Древнем Китае с помощью банок лечили болезни суставов, колики, пневмонии и др.

Позже, в XIX веке, Ж. Жюно разработал новый метод лечения ран конечностей с помощью измененного атмосферного давления, который немногим позже выдающийся русский хирург Н.И. Пирогов обосновал теоретически, назвав его «наружная вакуумная аспирация». Упоминания об использовании метода отрицательного давления в лечении ран прослеживаются и в работах хирурга Теодора Бильрота. Он отметил, что данный метод способствует активно-принудительной миграции лейкоцитов в зону воспаления. А вот в XX веке интерес к вакуумной терапии значительно возрос. В 1950-е годы в СССР метод стал внедряться в хирургическую практику. Так, например, клиническая камера В.А. Кравченко позволяла использовать режимы компрессии и декомпрессии попеременно для лечения ран и других заболеваний конечностей. Ю.А. Давыдов и А.Б. Ларичев издали монографию «Вакуум-терапия ран и раневой процесс» в 1999 г. В данной работе ученые обобщили многолетний опыт использования отрицательного давления в лечении ран, доказав высокую его эффективность [18]. Современное теоретическое обоснование и подход к лечению методом «терапии ран отрицательным давлением» принадлежит американским ученым М. Морыквасу и Л. Аргенте.

Первой в разработке оборудования для вакуумной терапии была американская компания KCI. В дальнейшем на мировом рынке медицинского оборудования появились аппараты

¹ Администрация Краснодарского края, Министерство здравоохранения Краснодарского края. *О состоянии здоровья населения и организации здравоохранения Краснодарского края по итогам 2017 года: государственный доклад*. Краснодар: ГБУЗ МИАЦ; 2018. 171 с.

для лечения ран. В настоящее время вакуумные повязки состоят из гидрофильной поролоновой губки (чаще всего используют размер пор от 400 до 2000 микрометров), неспадающейся дренажной трубки, инцизионной пленки для герметизации и источника вакуума. Специальная вакуумная аппаратура имеет внешнее устройство, поддерживающее широкий диапазон и способное обеспечить режим как постоянного, так и переменного вакуумного воздействия на раны. В литературе упоминается использование уровня отрицательного давления от 50 до 200 мм рт. ст., что зависит от возраста пациента, места раневого дефекта, сопутствующей патологии и др. Оптимальным считается уровень отрицательного давления в ране –125 мм рт. ст. Часто вакуумную терапию ран сочетают с дренажно-промывной (Vacuum Instillation Therapy), когда к описанной выше VAC-системе подводится приточный дренаж, по которому непрерывно подается антисептический раствор [19, 20].

В литературе указывается множество положительных эффектов вакуумной терапии на рану: активное удаление избыточного раневого отделяемого, сохранение влажной раневой среды в ране, ускорение бактериальной деконтаминации раны, усиление местного кровообращения, снижение интерстициального отека тканей в ране, снижение межклеточного давления, усиление местного лимфообращения и транскапиллярного транспорта, уменьшение площади раны. Деформация тканевого ложа, раневая гипоксия [21–25]. Все эти эффекты приводят к ускорению заживления раны, а также минимизируют осложнения.

В 2008 г. Всемирной организацией по изучению заживления ран совместно с Международной группой экспертов были определены и опубликованы рекомендации по применению VAC-терапии [26].

Цель обзора — сравнение данных исследований врачей различных направлений хирургии и травматологии относительно опыта использования метода вакуумной терапии в лечении ран различной локализации и этиологии.

МЕТОДЫ

Критерии приемлемости

Выполнен обзор публикаций по теме «Вакуумная терапия в лечении ран различной локализации и этиологии».

Критерии включения

Оригинальные полнотекстовые статьи, систематические обзоры, множественные клинические случаи, опубликованные с января 2014 года

по июнь 2021 года, посвященные использованию вакуумной терапии в лечении ран различной этиологии и локализации; использованию метода в лечении осложнений травматологических операций, в том числе и эндопротезирования крупных суставов; работы, отражающие опыт применения вакуумной терапии в лечении пациентов вертебрологического профиля; опыт и результаты использования метода в лечении ран и гнойно-некротических заболеваний у детей; применению эндовакуумной терапии в лечении повреждений пищевода и несостоятельности анастомозов на различных уровнях желудочно-кишечного тракта.

Критерии не включения

Рукописи, посвященные применению вакуумной терапии ран не у человека; работы, опубликованные до 2014 года; содержащие мало-доказательные данные; отдельные клинические случаи.

Источники информации

Проанализированы статьи, представленные в базах данных PubMed, ScienceDirect, eLibrary в электронной форме.

Поиск

Поиск осуществлялся по следующим ключевым словам для русскоязычных источников: «вакуумная терапия ран», «обширные раневые дефекты», «хирургическое лечение ран», «гнойно-некротические заболевания», «раневая инфекция», «лечение перитонита вакуумом», «эндоскопическое вакуумное дренирование», «вакуум-терапия ран у детей», «вакуум-терапия осложнений в хирургии и травматологии», «эндоскопическое вакуумное дренирование». Для англоязычных: «negative pressure therapy», «negative pressure wound therapy», «traction-assisted dermatogenesis», «peritonitis», «sternal wound infection», «vacuum-assisted therapy in vascular surgery patients», «vacuum-instillation therapy», «endoscopic vacuum therapy». Текстовые запросы использовались отдельно или в комбинации. Источники на русском и английском языках были обработаны без использования специализированных программных средств, полнотекстовые источники, отобранные в ходе анализа рефератов, легли в основу текущего обзора.

Получение и анализ данных

Данные, полученные из каждого исследования, включали: вид и способ использования вакуумной терапии ран, размер выборки, год публикации, клинические результаты, место применения вакуумной терапии, техника использования метода.

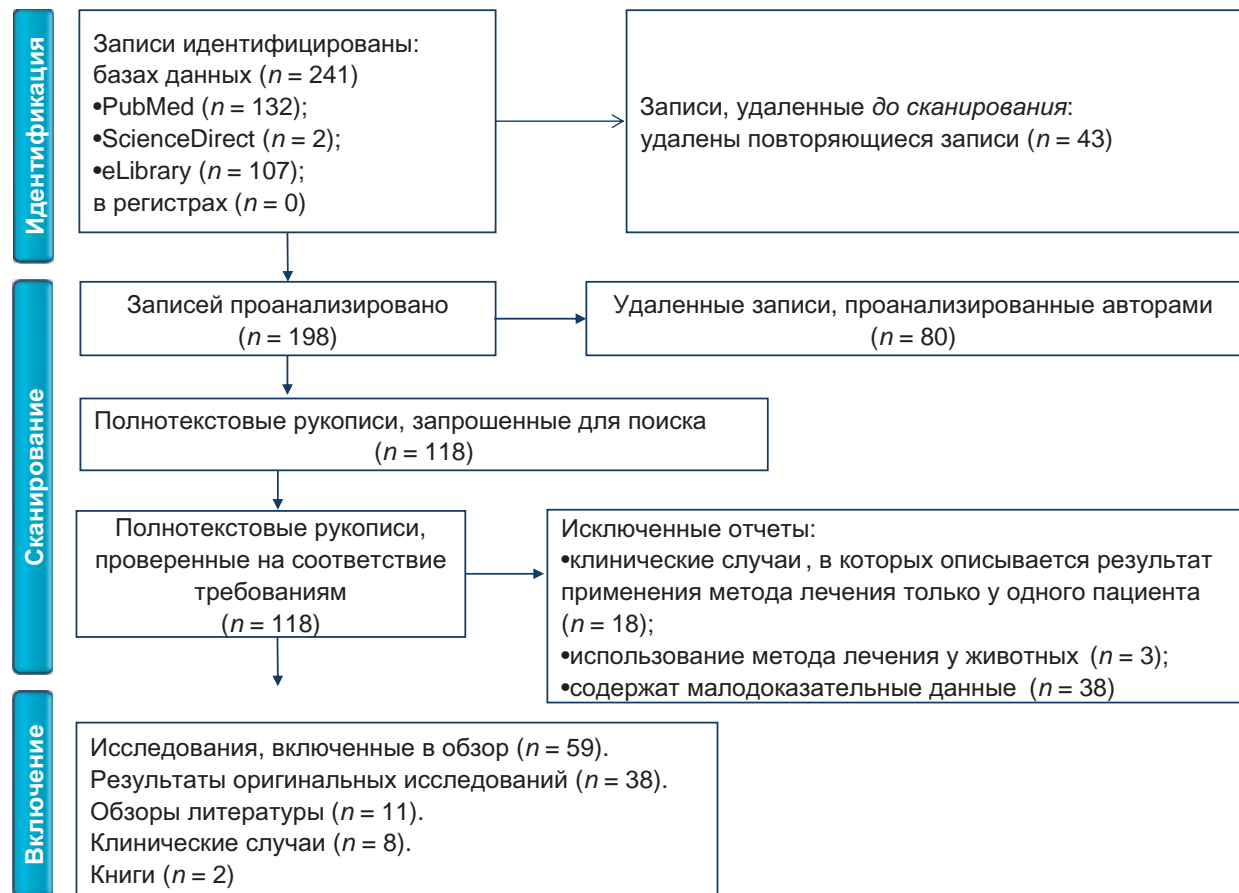


Рис. 1. Блок-схема отбора литературных источников.

Fig. 1. Literature selection workflow.

В настоящем систематическом обзоре сводная статистика не использовалась. Качество исследований и неоднородность материалов препятствовали выполнению их статистической обработки. Объединение данных также оказалось невозможным. Из-за качества данных метаанализ не проводился.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Отбор и характеристика исследований

В результате поиска литературы изучена 241 статья, 43 дубликата было удалено. После анализа названий и рефератов 80 статей были удалены из-за несоответствия. Из оставшихся 118 статей 59 были исключены по причине отсутствия собственных данных и несоответствия критериям включения. Таким образом, в итоговый анализ было включено 59 статей: 38 оригинальных исследований, 11 литературных обзоров, 8 клинических случаев. Схема процесса поиска и отбора статей представлена на рисунке 1.

Результаты отдельных исследований

В настоящее время используется множество методов как общего, так и местного воздействия

на рану с целью абортации первой фазы раневого процесса и запуска второй — репаративной фазы. Основные методы местного воздействия: механическое (хирургические обработки), физическое (ультрафиолетовое облучение, ультразвуковое воздействие, низкоинтенсивное лазерное излучение, гипербарическая оксигенация, отрицательное давление, микрохирургические технологии и др.), химическое (различные виды антисептиков, ферменты), биологическое (клеточные технологии, личинки мух) и др. [27, 28].

Особо широко в лечении ран различной локализации и этиологии с внедрением нового профессионального оборудования используется метод вакуумной терапии, ставший медицинским стандартом [29].

Использование вакуумной терапии в лечении перитонита

В совместном исследовании Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова и Научно-исследовательского института скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в Санкт-Петербург отмечено, что применение VAC-терапии при лечении вторичного перитонита снизило летальность

с 59 до 14%, частоту осложнений в виде образования свищей с 7 до 2,6%. При интраабдоминальной гипертензии использование метода позволяет обеспечить заживление ран живота первичным натяжением в 78% случаев по сравнению с 12,5%, достигаемыми при использовании классических методов лечения. Уменьшились и сроки госпитализации с 42 до 30 суток [30–34]. Из этого следует, что использование VAC-терапии в лечении вторичного перитонита позволяет уменьшить число повторных санационных релапаротомий, сократить сроки закрытия лапаротомной раны, снизить риски возникновения послеоперационных осложнений [35–37]. Д. В. Черданцев и соавт. (цитируется по О. А. Чипура и соавт. (2020)) публикуют свой опыт использования вакуум-инстилляционной лапаростомии. В исследование вошли 47 больных с распространенным гнойным перитонитом, которых разделили на 2 группы: 1) 23 пациента, у которых была наложена стандартная вакуум-ассистированная лапаростома с применением аппарата VivanoTec® S042 (Hartmann, Германия) в режиме постоянного вакуумирования с отрицательным давлением 120 мм рт. ст.; 2) 24 больных, у которых в периоперационном периоде использовалась вакуум-инстилляционная лапаростомия. Были сделаны выводы, что достоверных данных о снижении летальности при использовании вакуум-инстилляционной лапаростомии по сравнению с вакуум-ассистированной лапаростомой не получено [38].

В настоящее время для использования вакуумной терапии перитонита детально разработаны показания, так же как и к проведению этапных санаций, длительности проведения VAC-терапии, учитывая индекс брюшной полости. При прове-

дении VAC-терапии в брюшной полости используется специальная дренажная пленка, которой покрывают органы брюшной полости, включая петли кишечника, тем самым защищая их от прямого воздействия вакуума. Наполнитель раны — поролоновая губка, инцизионной пленкой отграничивают рану от окружающей среды и создают герметичность (рис. 2). Величина отрицательного давления, используемого при лечении перитонита, зависит от возраста, объема поражения, сопутствующей патологии и др. В литературе упоминается использование отрицательного давления в диапазоне 90–125 мм рт. ст. [39].

Использование вакуумной терапии у пациентов травматологического профиля

Также имеется множество упоминаний использования метода вакуумной терапии в лечении ран и инфекционных осложнений после ортопедо-травматологических операций [40, 41]. В рандомизированном исследовании J. Achten et al. (2015), включающем данные 460 пациентов с открытыми переломами костей нижних конечностей, отмечено, что использование вакуумной терапии в комплексе с хирургическим лечением статистически значимо сокращает сроки заживления ран и, как следствие, длительность госпитализации [42]. В отдельных исследованиях упоминается использование вакуумной терапии у больных с перипротезной инфекцией после эндопротезирования тазобедренного сустава. Отмечено уничтожение микробной обсемененности эндопротеза и раны [43–45]. В. Lehner et al. (2011) (цитируется по Y. F. Diehm et al. (2020)) публикуют анализ 32 инфекционных осложнений после эндопротезирования тазобедренного и коленного сустава, причем у всех пациентов



Рис. 2. Вакуумная повязка при перитоните.
Fig. 2. Vacuum-assisted dressing in peritonitis.

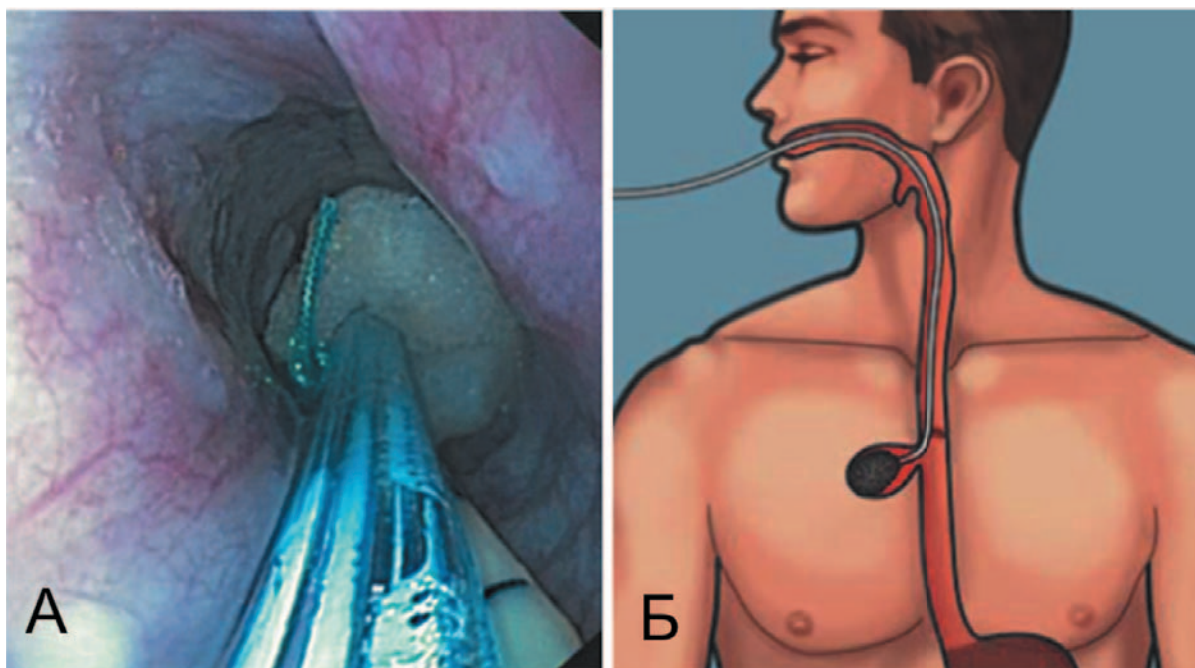


Рис. 3. А — установленная вакуумная дренажная система в просвете пищевода; Б — схема установки вакуумной дренажной системы в просвет полости.
Fig. 3. A — Vacuum drainage in oesophageal lumen; B — Diagram of vacuum drainage mounting in lumen.

отмечена обсемененность импланта. Отмечено, что комплексное использование VAC-терапии с хирургическими методами, а также адекватной антибактериальной терапии позволило сохранить эндопротез в 27 (84,4%) наблюдениях [46, 47]. Также отмечены положительные эффекты в виде ускорения заживления ран, укорочения госпитализации, увеличения количества сохраненных эндопротезов при проведении анализа лечения пациентов с глубокой инфекцией, сформировавшейся после эндопротезирования коленного сустава [35]. R. E. Horch et al. (2014) представлены и опубликованы данные о результатах применения вакуумной терапии у 112 пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава. Авторы также отмечают положительные результаты [48].

Вакуумная терапия создает оптимальные условия для приживления аутодермотрансплантатов, сокращает сроки подготовки раны к аутопластике и активно используется в комбустиологии [14]. Отмечается активное использование метода при гнойно-септических осложнениях в отделении хирургии позвоночника. Проанализирован опыт лечения 69 пациентов с местными раневыми осложнениями на фоне установки погружных металлоконструкций. В результате отмечено наступление полного выздоровления у 43 человек в оптимальные сроки. Сделаны следующие

выводы: ранняя хирургическая ревизия, а также изоляция раны от внешней среды — залог сохранения металлоконструкции и скорейшего заживления раны; вакуумная терапия является эффективным способом лечения глубоких гнойно-септических раневых процессов у вертебрологических больных (цитируется по В.К. Шаповалов и соавт. (2021) [49]).

Использование эндовакуумной терапии

С 2006 г. появляются публикации о применении вакуумной терапии в эндоскопическом лечении несостоятельности анастомозов. В основе метода лежит эндоскопическая установка поролоновой губки на дренаже к месту несостоятельности (рис. 3)². Упоминается о хороших результатах использования данного метода при лечении параректальных абсцессов, недостаточности, повреждениях пищевода. И.Е. Хатьков и соавт. (2016) упоминает об успешном лечении 26 пациентов с повреждением пищевода различных локализаций данным методом (синдром Бурхаве, осложнения эндоскопического бужирования и баллонной дилатации кардии, несостоятельность пищеводных анастомозов, перфорации инородными телами, пищеводно-плевральные свищи) [36]. Ю.Г. Старков и соавт. (2019) сообщают о положительном опыте применения эндоскопической вакуумно-аспирационной терапии у пациентов с несостоятельностью анастомозов

² Быков М.И., Кулиш П.А., Коваленко А.Л. Эндоскопическая вакуумная терапия в лечении больных с повреждениями пищевода различной этиологии. *Актуальные вопросы эндоскопии*. СПб., 2018.

верхних отделов желудочно-кишечного тракта [50] и рекомендуют данный способ при лечении дефектов анастомозов и их осложнений.

Использование вакуумной терапии в лечении гнойно-некротических ран мягких тканей

В исследованиях, проводимых в ведущих хирургических центрах США и Европы, также отмечено, что применение вакуумной терапии (в данных исследованиях это аппараты систем Prevena™ (KCI USA, Inc., San-Antonio, США), Pico (Smith&NephewInc, Andover, США)) после 1042 плановых операций на 1003 пациентах привело к значительному уменьшению рисков возникновения инфекционных осложнений в ранах, снижению образования сером, гематом, частоты санационных оперативных вмешательств [51]. В исследовании В. Ф. Черкасова В. Ф. и др. отражено, что с 2013 по 2019 г. в клинике Ростовского государственного медицинского университета методика лечения ран контролируемым отрицательным давлением (вакуум-терапия) применена у 68 пациентов с ранами различной этиологии, проходивших лечение в хирургическом, травматологическом и гинекологическом отделениях. Среди обследованных преобладали мужчины — 46 (67,6%), женщин было 22 (32,4%), возраст пациентов в группе исследования в среднем составил $50,6 \pm 2,1$ года. Были сделаны выводы, что при использовании данного метода отмечается более ранний переход раневого процесса в репаративную стадию с абортацией первой фазы раневого процесса, чем при использовании других методов местного лечения. Следует отметить, что данный метод физического воздействия на рану не является самостоятельным, а представляет этап мультимодального протокола лечения и позволяет в кратчайший срок подготовить рану к пластическому закрытию. При этом первичное натяжение после закрытия ран во второй фазе раневого процесса возможно у большинства пациентов и не сопряжено с осложнениями [52]. Также отмечено активное использование вакуумной терапии при аутодермопластике, установка вакуумной повязки на кожный перфорированный трансплантат улучшает его адаптацию и стабилизацию, осуществляет удаление экссудата, способствует ангиогенезу [53].

Использование вакуумной терапии при лечении ран у детей

Л. И. Будкевич и соавт. (цитируется по А. А. Завражнов и соавт. (2016)) сообщает об успешном применении метода в лечении ран различной этиологии у детей. В основу клинической части

работы положены результаты лечения 22 больных, возраст которых колебался от 1 года 6 мес. до 9 лет. По поводу лечения ожогов проходило 11 пациентов, 7 пациентов с пролежнями, 4 пациента с ранами после ДТП [54]. В публикациях, отражающих опыт использования вакуумной терапии у детей, особое внимание уделяют антропометрическим показателям и массе тела пациентов, так как младенцы более восприимчивы к дегидратации. Ю. А. Козлов и соавт. публикуют опыт лечения 14 детей с применением вакуумной терапии. В исследовании выделяют три группы пациентов. В первую группу вошли 6 детей, у которых вакуумный метод использовали для закрытия ран брюшной стенки после ранее перенесенных операций. Во вторую группу вошли 5 пациентов с аномалией Арнольда — Киари II типа и менингомиелоцеле больших размеров с расхождением краев раны и формированием больших раневых дефектов. В третью группу вошли 3 пациента с расхождением первичных послеоперационных ран после реконструкции обширных гемангиом (1) и лимфангиом (2). Средний возраст пациентов в данном исследовании составил 36,86 дня (диапазон возраста — 10–90 дней). Средняя масса тела — 4150 г (диапазон веса — 3000–5900 г). Гендерный состав: 7 мальчиков и 7 девочек. Средняя продолжительность использования вакуум-терапии составила 18,36 дня (диапазон длительности — 12–24 дня). В результатах отражено, что в 13 из 14 случаев удалось добиться полного заживления раны. Один пациент с перитонитом умер после прекращения вакуумной терапии из-за осложнений, связанных с генерализованной бактериальной инфекцией [55].

ОБСУЖДЕНИЕ

Обсуждение основного результата

В настоящее время лечение пациентов с ранами различной этиологии и локализации с помощью метода вакуумной терапии является стандартом и действует в комплексе с адекватными хирургическими обработками, антибактериальной терапией и ранними реабилитационными мероприятиями. Сейчас вакуумная терапия ран используется практически во всех направлениях хирургии и травматологии: при острой травме, различных ранах, ожогах и отморожениях, остеомиелите, некротизирующем фасциите, пролежнях, гнойных ранах и трофических язвах, диабетической стопе, лимфоостазе, в челюстно-лицевой, спинальной, торакальной, пластической и реконструктивной хирургии, в педиатрии, а также при перитоните, кишечных свищах и абдоминальной травме, несостоятельности кишечных анастомозов, также является эффективным

способом лечения глубоких гнойно-септических раневых процессов у вертебрологических больных [57–60].

Применение метода вакуумной терапии в большинстве случаев позволяет обеспечить ранний переход раневого процесса в репаративную стадию с абортацией первой фазы раневого процесса, что происходит быстрее, чем при использовании других методов местного лечения, способствует уменьшению рисков возникновения инфекционных осложнений в ранах, снижению образования сером, гематом, частоты санационных оперативных вмешательств. Использование VAC-терапии в лечении вторичного перитонита позволяет уменьшить число повторных санационных релапаротомий, сократить сроки закрытия лапаротомной раны, снизить риски возникновения послеоперационных осложнений. Установка вакуумной повязки на кожный перфорированный трансплантат улучшает его адаптацию и стабилизацию, осуществляет удаление экссудата, способствует ангиогенезу [46, 50, 57].

Ограничение исследования

В большинстве проводимых исследований небольшой объем выборки не позволяет уверенно дать оценку эффекта данного метода лечения. Во всех исследованиях активное наблюдение включенных пациентов продолжалось

до заживления раны или выписки из стационара. Отсутствуют данные о поздних результатах и осложнениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая многочисленные литературные источники, можно сделать вывод, что в настоящее время лечение пациентов с ранами различной этиологии и локализации с помощью метода вакуумной терапии является стандартом и действует в комплексе с адекватными хирургическими обработками, антибактериальной терапией и ранними реабилитационными мероприятиями. Вакуумная терапия ран используется практически во всех направлениях хирургии и травматологии. Все проанализированные публикации отражают перспективность и эффективность использования данного метода в комплексном лечении ран. Однако требуется дальнейшее изучение механизмов действия данного метода, а также расширение показаний для его применения.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии спонсорской поддержки при проведении исследования.

FINANCING SOURCE

The authors declare that no funding was received for this study.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Disorders of the skin and soft tissues*. In: Vaccaro A.R.; Rothman R.H. Albert T.J., editors. *Essential Surgical Practice*. CRC Press; 2015. С. 361–388. DOI: 10.1201/b17820-21
2. Байтингер В.Ф., Сеянинов К.В., Курочкина О.С., Камолов Ф.Ф., Байтингер А.В., Сухинин Т.Ю. Эволюция технологии закрытия обширных и глубоких мягкотканых дефектов тела человека. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2018; 21(1(64)): 5–14. DOI: 10.17223/1814147/64/01
3. 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: 36–44. DOI: 10.35401/2500-0268-2019-14-2-36-44
4. Kordestani S.S. *Wound Healing Process*. In: *Atlas of Wound Healing*. Elsevier; 2019. P. 11–22. DOI: 10.1016/b978-0-323-67968-8.00003-3
5. Agarwal P., Kukrele R., Sharma D. Vacuum assisted closure (VAC)/negative pressure wound therapy (NPWT) for difficult wounds: A review. *J. Clin. Orthop. Trauma*. 2019; 10(5): 845–848. DOI: 10.1016/j.jcot.2019.06.015
6. Potula V.S. Conventional treatment versus vacuum therapy for diabetic foot ulcers treatment. *International Surgery Journal*. 2017; 5(1): 49. DOI: 10.18203/2349-2902.isj20175482
7. Apelqvist J., Willy C., Fagerdahl A.M., Fracalvieri M., Malmjö M., Piaggese A., Probst A., Vowden P. EWMA Document: Negative Pressure Wound Therapy. *J. Wound. Care*. 2017; 26(Sup3): S1–S154. DOI: 10.12968/jowc.2017.26.Sup3.S1
8. Willy C., Agarwal A., Andersen C.A., Santis G., Gabriel A., Grauhan O., Guerra O.M., Lipsky B.A., Malas M.B., Mathiesen L.L., Singh D.P., Reddy V.S. Closed incision negative pressure therapy: international multidisciplinary consensus recommendations. *Int. Wound. J.* 2017; 14(2): 385–398. DOI: 10.1111/iwj.12612
9. Krpata D.M. Wound Closure and Management. *Surg. Infect. (Larchmt)*. 2019; 20(2): 135–138. DOI: 10.1089/sur.2018.235
10. Malathi L., Das S., Nair J.T.K., Rajappan A. Chest wall reconstruction: success of a team approach—a 12-year experience from a tertiary care institution. *Indian J Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2020; 36(1): 44–51. DOI: 10.1007/s12055-019-00841-y
11. Shavit E., Pawliwec A., Alavi A., George R. The surgeon's perspective: a retrospective study of wide lo-

- cal excisions taken to healthy subcutaneous fat in the management of advanced hidradenitis suppurativa. *Can. J. Surg.* 2020; 63(2): E94–E99. DOI: 10.1503/cjs.003119
12. Размахнин Е.В., Шангин В.А., Кудрявцева О.Г., Охлопков Д.Ю. Возможности вакуум-инстилляционной терапии с использованием димексида и бетадина в лечении гнойных ран. *Acta Biomedica Scientifica.* 2017; 2(6): 153–156. DOI: 10.12737/article_5a0a8e0d03dc42.56682733
 13. Hultman C.S. *Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience.* In: Hultman C.S., editor. *50 Studies Every Plastic Surgeon Should Know.* CRC Press; 2014. P. 331–336. DOI: 10.1201/b17524-51
 14. Богданов С.Б., Марченко Д.Н., Поляков А.В., Каракулев А.В., Богданова Ю.А. Новые варианты применения вакуумной терапии в комбустиологии. *Инновационная медицина Кубани.* 2020; 1: 36–40. DOI: 10.35401/2500-0268-2020-17-1-36-40
 15. Арцимович И.В., Зиновьев Е.В., Гостимский А.В., Асадулаев М.С., Виссарионов С.В., Мануковский В.А., Костяков Д.В., Пятаков С.Н. Экспериментальная оценка эффективности адипогенных мезенхимных стволовых клеток при полнослойных ранах кожи. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2021; 9(2): 175–181. DOI: 10.17816/PTORS63836
 16. Федянин С.Д. Влияние совместного применения септомирина и хлоргексидина на бактериальную обсемененность гнойных ран. Проблемы здоровья и экологии. 2021; 18(1): 35–40. DOI: 10.51523/2708-6011.2021-18-1-5
 17. Lee H.J., Jang Y.J. Recent Understandings of Biology, Prophylaxis and Treatment Strategies for Hypertrophic Scars and Keloids. *Int. J. Mol. Sci.* 2018; 19(3): 711. DOI: 10.3390/ijms19030711
 18. Han S.K. *Negative-Pressure Wound Therapy.* In: Han S.K. editor. *Innovations and Advances in Wound Healing.* 2016. P. 183–200. DOI: 10.1007/978-3-662-46587-5_8
 19. Hämäläinen E., Laurikka J., Huhtala H., Järvinen O. Vacuum assistance therapy as compared to early reconstructive treatment in deep sternal wound infection. *Scand. J. Surg.* 2021; 110(2): 248–253. DOI: 10.1177/1457496920979289
 20. Bali Z.U., Akdeniz C.B., Müezzinoğlu T., Üçer O., Kara E. Comparison of Standard Open Wound Care and Vacuum-assisted Closure Therapy in Fournier's Gangrene. *Journal of Urological Surgery.* 2020; 7(1): 42–45. DOI: 10.4274/jus.galenos.2019.3013
 21. Оболенский В.Н. Современные методы лечения хронических ран. *Медицинский Совет.* 2016; 10: 148–154. DOI: 10.21518/2079-701X-2016-10-148-154
 22. Attia A., Elmenoufy T., Atta T., Harfoush A., Tarek S. Combination of negative pressure wound therapy (NPWT) and integra dermal regeneration template (IDRT) in the lower extremity wound; Our experience with 4 cases. *JPRAS Open.* 2020; 24: 32–39. DOI: 10.1016/j.jpra.2020.03.004
 23. Nakade D.D.V., Zade D.M., Mehta D.J., Gupta D.S., Pandita D.A. Role of vacuum assisted closure (VAC) in treatment of difficult to heal wounds in lower extremity- our experience in 100 cases. *International Journal of Surgery Science.* 2020; 4(1): 445–450. DOI: 10.33545/surgery.2020.v4.i1h.383
 24. Anthony H. Efficiency and cost effectiveness of negative pressure wound therapy. *Nurs. Stand.* 2015; 30(8): 64–70. DOI: 10.7748/ns.30.8.64.s50
 25. Sagy M., Singh J., Kalia A., Dahuja A., Garg S., Garg R. Wound healing of open fractures: comparison of vacuum assisted dressing versus traditional dressing. *Int. J. Orthop. Trauma. Nurs.* 2020; 36: 100722. DOI: 10.1016/j.ijotn.2019.100722
 26. Huang C., Leavitt T., Bayer L.R., Orgill D.P. Effect of negative pressure wound therapy on wound healing. *Curr. Probl. Surg.* 2014; 51(7): 301–331. DOI: 10.1067/j.cpsurg.2014.04.001
 27. Funari M.P., Coutinho Neto A.M., Farias G.F.A., de Moura E.G.H., Dos Santos M.E.L. Endoscopic vacuum therapy for postoperative GI fistula. *VideoGIE.* 2020; 5(6): 241–243. DOI: 10.1016/j.vgie.2020.03.001
 28. King D.C., Shaw T.B., Moremen J.R. Successful Closure of a Chronic Gastric Fistula Cavity Using Endoluminal Vacuum Therapy. *Am. Surg.* 2020; 3134820942206. DOI: 10.1177/10003134820942206
 29. Bobkiewicz A., Banasiewicz T., Drews M. Postoperative pancreatic fistula successfully treated with “PEG-Like” endoscopic vacuum therapy. *J. Laparosc. Adv. Surg. Tech. A.* 2015; 25(4): 314–318. DOI: 10.1089/lap.2014.0463
 30. Гафиуллаев М.П., Суворова С.А., Орёлкин В.И., Орёлкина Ю.Д. Применение вакуумной аспирационной системы для лечения гнойных ран передней брюшной стенки после осложненной абдоминопластики. *Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченко.* 2019; 6(3): 44–49. DOI: 10.25199/2408-9613-2019-6-3-44-49
 31. Mintziras I., Miligkos M., Bartsch D.K. High risk of fistula formation in vacuum-assisted closure therapy in patients with open abdomen due to secondary peritonitis-a retrospective analysis. *Langenbecks Arch. Surg.* 2016; 401(5): 619–625. DOI: 10.1007/s00423-016-1443-y
 32. Nisi F., Marturano F., Natali E., Galzerano A., Ricci P., Peduto V.A. VAC therapy with long term continuous saline infusion for secondary septic peritonitis: A new strategy for the reduction of perioperative risks? *Int. J. Surg. Case. Rep.* 2017; 32: 62–65. DOI: 10.1016/j.ijscr.2017.02.010
 33. Mori T., Sato S., Oba-Yabana I., Hirose T., Kinugasa S., Muroya Y., Ota K., Nakayama S., Nakamura H., Tani J., Takahashi C., Ito S. Better Healing of the Exit Site with Negative-Pressure Wound Therapy. *Adv. Perit. Dial.* 2018; 34(2018): 53–57.

34. Müller V., Piper S.K., Pratschke J., Raue W. Intraabdominal continuous negative pressure therapy for secondary peritonitis: an observational trial in a maximum care center. *Acta. Chir. Belg.* 2020; 120(3): 179–185. DOI: 10.1080/00015458.2019.1576448
35. Webster J., Scuffham P., Stankiewicz M., Chaboyer W.P. Negative pressure wound therapy for skin grafts and surgical wounds healing by primary intention. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2014; 10: CD009261. DOI: 10.1002/14651858.CD009261.pub3
36. Хатьков И.Е., Шишин К.В., Недолужко И.Ю., Курушкина Н.А., Израйлов Р.Е., Васнев О.С., Поморцев Б.А., Черникова Е.Н., Павлов И.А. Эндоскопическая вакуумная терапия в лечении несостоятельности анастомозов верхних отделов пищеварительного тракта. Первый опыт и обзор литературы. *Эндоскопическая хирургия.* 2016; 22(2): 3–9. DOI: 10.17116/endoskop20162223-9
37. Horch R.E. Incisional negative pressure wound therapy for high-risk wounds. *J. Wound. Care.* 2015; 24(4 Suppl): 21–28. DOI: 10.12968/jowc.2015.24.Sup4b.21
38. Чипура А.О., Черданцев Д.В., Первова О.В., Попов А.Е., Дятлов В.Ю., Шапкина В.А., Попов В.А., Микова О.С. Кавитационно-инстилляционная обработка брюшной полости как вариант модернизации вакуумного лечения распространенного гнойного перитонита. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии.* 2020; 23(1): 85–91. DOI: 10.17223/1814147/72/10
39. Yadav S., Rawal G., Baxi M. Vacuum assisted closure technique: a short review. *Pan. Afr. Med. J.* 2017; 28: 246. DOI: 10.11604/pamj.2017.28.246.9606
40. Miyahara H.S., Serzedello F.R., Ejnisman L., Lima A.L.L.M., Vicente J.R.N., Helito C.P. Incisional negative-pressure wound therapy in revision total hip arthroplasty due to infection. *Acta. Ortop. Bras.* 2018; 26(5): 300–304. DOI: 10.1590/1413-785220182605196038
41. Faschingbauer M., Boettner F., Bieger R., Weiner C., Reichel H., Kappe T. Outcome of Irrigation and Debridement after Failed Two-Stage Reimplantation for Periprosthetic Joint Infection. *Biomed. Res. Int.* 2018; 2018: 2875018. DOI: 10.1155/2018/2875018
42. Achten J., Parsons N.R., Bruce J., Petrou S., Tutton E., Willett K., Lamb S.E., Costa M.L. Protocol for a randomised controlled trial of standard wound management versus negative pressure wound therapy in the treatment of adult patients with an open fracture of the lower limb: UK Wound management of Lower Limb Fractures (UK WOLLF). *BMJ Open.* 2015; 5(9):e009087. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-009087
43. D'Angelo F., Monestier L., Zagra L. Active septic arthritis of the hip in adults: what's new in the treatment? A systematic review. *EFORT Open Rev.* 2021; 6(3): 164–172. DOI: 10.1302/2058-5241.6.200082
44. Scalise A., Calamita R., Tartaglione C., Pierangeli M., Bolletta E., Giocchini M., Gesuita R., Di Benedetto G. Improving wound healing and preventing surgical site complications of closed surgical incisions: a possible role of Incisional Negative Pressure Wound Therapy. A systematic review of the literature. *Int. Wound J.* 2016; 13(6): 1260–1281. DOI: 10.1111/iwj.12492
45. Wolvos T. The evolution of negative pressure wound therapy: negative pressure wound therapy with instillation. *J. Wound Care.* 2015; 24(4 Suppl): 15–20. DOI: 10.12968/jowc.2015.24.Sup4b.15
46. Diehm Y.F., Loew J., Will P.A., Fischer S., Hundeshagen G., Ziegler B., Gazyakan E., Kneser U., Hirche C. Negative pressure wound therapy with instillation and dwell time (NPWTi-d) with V.A.C. VeraFlo in traumatic, surgical, and chronic wounds—A helpful tool for decontamination and to prepare successful reconstruction. *Int. Wound. J.* 2020; 17(6): 1740–1749. DOI: 10.1111/iwj.13462
47. Shah P.D.O.P. Low Cost Innovative Modification of Vacuum Assisted Wound Therapy. *Journal of Medical Science And clinical Research.* 2018; 6(2). DOI: 10.18535/jmscr/v6i2.161
48. Horch R.E., Beier J.P., Kneser U., Arkudas A. Successful human long-term application of in situ bone tissue engineering. *J. Cell Mol. Med.* 2014; 18(7): 1478–1485. DOI: 10.1111/jcmm.12296
49. Шаповалов В.К., Басанкин И.В., Афаунов А.А., Гюльзатян А.А., Тахмазян К.К., Таюрский Д.А., Томина М.И. Применение вакуумных систем при ранней имплант-ассоциированной инфекции, развившейся после декомпрессивно-стабилизирующих операций при поясничном спинальном стенозе. *Хирургия позвоночника.* 2021; 18(3): 53–60. DOI: 10.14531/ss2021.3.53-60
50. Старков Ю.Г., Выборный М.И., Ручкин Д.В., Джантуханова С.В., Замолодчиков Р.Д., Воробьева Е.А. Эндоскопическое лечение несостоятельности пищеводных анастомозов с использованием вакуумно-аспирационной системы. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2019; 10: 13–20. DOI: 10.17116/hirurgia201910113
51. Singh D., Chopra K., Sabino J., Brown E. Practical Things You Should Know about Wound Healing and Vacuum-Assisted Closure Management. *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2020; 145(4): 839e–854e. DOI: 10.1097/prs.0000000000006652
52. Черкасов М.Ф., Галашокян К.М., Лукаш А.И., Старцев Ю.М., Черкасов Д.М., Помазков А.А., Меликова С.Г., Сорокина В.А., Шолохова В.Р., Волохова Н.В., Лобачёва О.И. Лечение ран различной этиологии с применением вакуум-терапии. *Современные проблемы науки и образования.* 2019; 6: 136. DOI: 10.17513/spno.29337
53. Aycart M.A., Eble D.J., Ross K.M., Orgill D.P. Mechanisms of Action of Instillation and Dwell Negative Pressure Wound Therapy with Case Reports of Clinical Applications. *Cureus.* 2018; 10(9): e3377. DOI: 10.7759/cureus.3377

54. Завражнов А.А., Шелапов И.В., Аргунов А.В. Результаты лечения детей с раневыми повреждениями различной локализации. *Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченко*. 2016; 3(2): 31–36. DOI: 10.17650/2408-9613-2016-3-2-31-36
55. Pesonen L.O., Halloran B.G., Aziz A. Prophylactic Groin Wound Vacuum-assisted Therapy in Vascular Surgery Patients at Enhanced Risk for Postoperative Wound Infection. *Ann. Vasc. Surg.* 2018; 46: 127–133. DOI: 10.1016/j.avsg.2017.07.009
56. Козлов Ю.А., Новожилов В.А. Вакуумная терапия ран у детей. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2014; 4(3): 71–75. DOI: 10.17816/psaic62
57. Rasool A., Bashir S.A., Ahmad P.A., Bijli A.H., Baba U.F., Yasir M., Wani A.H. Management of Wounds with Exposed Bones or Tendons in Children by Vacuum-Assisted Closure Therapy: A Prospective Study. *Indian J. Plast. Surg.* 2020; 53(1): 97–104. DOI: 10.1055/s-0039-3400192
58. El-Sabbagh A.H. Negative pressure wound therapy: An update. *Chin. J. Traumatol.* 2017; 20(2): 103–107. DOI: 10.1016/j.cjtee.2016.09.004
59. Черданцев Д.В., Первова О.В., Трофимович Ю.Г., Попов А.Е., Шапкина В.А., Тахтобин Е.Г., Наркевич А.Н. Возможности повышения эффективности периопреационной санации брюшной полости при перитоните. *Сибирское медицинское обозрение*. 2018; 1: 20–26. DOI: 10.20333/2500136-2018-1-20-26
60. Ставчиков Е.Л., Зиновкин И.В., Марочков А.В. С-реактивный белок как критерий эффективности лечения пациентов с гнойно-некротической инфекцией мягких тканей с использованием вакуумной терапии. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2020; 19(6): 92–98. DOI: 10.22263/2312-4156.2020.6.92

REFERENCES

1. *Disorders of the skin and soft tissues*. In: Vaccaro A.R.; Rothman R.H. Albert T.J., editors. *Essential Surgical Practice*. CRC Press; 2015. P. 361–388. DOI: 10.1201/b17820-21
2. Baytinger V.F., Selayninov K.V., Kurochkina O.S., Kamolov F.F., Baytinger A.V., Sukhinin T.Yu. Evolution of technologies for closure of vast and deep soft-tissue defects of human body. *Voprosy Rekonstruktivnoi i Plasticheskoi Khirurgii*. 2018; 21(1(64)): 5–14 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17223/1814147/64/01
3. Pyatakov S.N., Porhanov V.A., Bensman V.M., Baryshev A.G., Pyatakova S.N., Butenko D.V. Study of the dosing tissue distraction clinical efficacy in the soft tissue defects treatment of various etiologies in the lower extremities. *Innovative Medicine of Kuban*. 2019; 2: 36–44 (In Russ., English abstract). DOI: 10.35401/2500-0268-2019-14-2-36-44
4. Kordestani S.S. *Wound Healing Process*. In: Atlas of Wound Healing. Elsevier; 2019. P. 11–22. DOI: 10.1016/b978-0-323-67968-8.00003-3
5. Agarwal P., Kukrele R., Sharma D. Vacuum assisted closure (VAC)/negative pressure wound therapy (NPWT) for difficult wounds: A review. *J. Clin. Orthop. Trauma*. 2019; 10(5): 845–848. DOI: 10.1016/j.jcot.2019.06.015
6. Potula V.S. Conventional treatment versus vacuum therapy for diabetic foot ulcers treatment. *International Surgery Journal*. 2017; 5(1): 49. DOI: 10.18203/2349-2902.isj20175482
7. Apelqvist J., Willy C., Fagerdahl A.M., Fraccalvieri M., Malmjö M., Piaggese A., Probst A., Vowden P. EWMA Document: Negative Pressure Wound Therapy. *J. Wound. Care*. 2017; 26(Sup3): S1–S154. DOI: 10.12968/jowc.2017.26.Sup3.S1
8. Willy C., Agarwal A., Andersen C.A., Santis G., Gabriel A., Grauhan O., Guerra O.M., Lipsky B.A., Malas M.B., Mathiesen L.L., Singh D.P., Reddy V.S. Closed incision negative pressure therapy: international multidisciplinary consensus recommendations. *Int. Wound. J.* 2017; 14(2): 385–398. DOI: 10.1111/iwj.12612
9. Krpata D.M. Wound Closure and Management. *Surg. Infect. (Larchmt)*. 2019; 20(2): 135–138. DOI: 10.1089/sur.2018.235
10. Malathi L., Das S., Nair J.T.K., Rajappan A. Chest wall reconstruction: success of a team approach—a 12-year experience from a tertiary care institution. *Indian J Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2020; 36(1): 44–51. DOI: 10.1007/s12055-019-00841-y
11. Shavit E., Pawliwec A., Alavi A., George R. The surgeon's perspective: a retrospective study of wide local excisions taken to healthy subcutaneous fat in the management of advanced hidradenitis suppurativa. *Can. J. Surg.* 2020; 63(2): E94–E99. DOI: 10.1503/cjs.003119
12. Razmakhnin E.V., Shangin V.A., Kudryavtseva O.G., Okhlopkov D.Yu. Possibilities of vacuum-instillation therapy with dimexidum and betadine in the treatment of purulent wounds. *Acta Biomedica Scientifica*. 2017; 2(6): 153–156 (In Russ., English abstract). DOI: 10.12737/article_5a0a8e0d03dc42.56682733
13. Hultman C.S. *Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience*. In: Hultman C.S., editor. *50 Studies Every Plastic Surgeon Should Know*. CRC Press; 2014. P. 331–336. DOI: 10.1201/b17524-51
14. Bogdanov S.B., Marchenko D.N., Polyakov A.V., Karakulev A.V., Bogdanova Yu.A. Novel ways of vacuum therapy application in burn injury medicine. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020; 1: 36–40 (In Russ., English abstract). DOI: 10.35401/2500-0268-2020-17-1-36-40
15. Artsimovich I.V., Zinoviev E.V., Gostimskii A.V., Asadulaev M.S., Vissarionov S.V., Manukovskii V.A., Kostya-

- kov D.V., Pyatakov S.N. Experimental evaluation of the effectiveness of adipose mesenchymal stem cells in full-thickness skin wounds. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2021; 9(2): 175–181 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17816/PTORS63836
16. Fedzianin S.D. Influence of the combined use of septomyrin and chlorhexidine on bacterial load of purulent wounds. *Health and Ecology Issues*. 2021; 18(1): 35–40 (In Russ., English abstract). DOI 10.51523/2708-6011.2021-18-1-5
17. Lee H.J., Jang Y.J. Recent Understandings of Biology, Prophylaxis and Treatment Strategies for Hypertrophic Scars and Keloids. *Int. J. Mol. Sci*. 2018; 19(3): 711. DOI: 10.3390/ijms19030711
18. Han S.K. *Negative-Pressure Wound Therapy*. In: Han S.K. editor. *Innovations and Advances in Wound Healing*. 2016. P. 183–200. DOI: 10.1007/978-3-662-46587-5_8
19. Hämäläinen E., Laurikka J., Huhtala H., Järvinen O. Vacuum assistance therapy as compared to early reconstructive treatment in deep sternal wound infection. *Scand. J. Surg*. 2021; 110(2): 248–253. DOI: 10.1177/1457496920979289
20. Bali Z.U., Akdeniz C.B., Muezzinoğlu T., Üçer O., Kara E. Comparison of Standard Open Wound Care and Vacuum-assisted Closure Therapy in Fournier's Gangrene. *Journal of Urological Surgery*. 2020; 7(1): 42–45. DOI: 10.4274/jus.galenos.2019.3013
21. Obolenskiy V.N. Modern treatment methods of the chronic wounds. *Medical Council*. 2016; 10: 148–154 (In Russ., English abstract). DOI: 10.21518/2079-701X-2016-10-148-154
22. Attia A., Elmenoufy T., Atta T., Harfoush A., Tarek S. Combination of negative pressure wound therapy (NPWT) and integra dermal regeneration template (IDRT) in the lower extremity wound; Our experience with 4 cases. *JPRAS Open*. 2020; 24: 32–39. DOI: 10.1016/j.jptra.2020.03.004
23. Nakade D.D.V., Zade D.M., Mehta D.J., Gupta D.S., Pandita D.A. Role of vacuum assisted closure (VAC) in treatment of difficult to heal wounds in lower extremity- our experience in 100 cases. *International Journal of Surgery Science*. 2020; 4(1): 445–450. DOI: 10.33545/surgery.2020.v4.i1h.383
24. Anthony H. Efficiency and cost effectiveness of negative pressure wound therapy. *Nurs. Stand*. 2015; 30(8): 64–70. DOI: 10.7748/ns.30.8.64.s50
25. Sagy M., Singh J., Kalia A., Dahuja A., Garg S., Garg R. Wound healing of open fractures: comparison of vacuum assisted dressing versus traditional dressing. *Int. J. Orthop. Trauma. Nurs*. 2020; 36: 100722. DOI: 10.1016/j.ijotn.2019.100722
26. Huang C., Leavitt T., Bayer L.R., Orgill D.P. Effect of negative pressure wound therapy on wound healing. *Curr. Probl. Surg*. 2014; 51(7): 301–331. DOI: 10.1067/j.cpsurg.2014.04.001
27. Funari M.P., Coutinho Neto A.M., Farias G.F.A., de Moura E.G.H., Dos Santos M.E.L. Endoscopic vacuum therapy for postoperative GI fistula. *VideoGIE*. 2020; 5(6): 241–243. DOI: 10.1016/j.vgje.2020.03.001
28. King D.C., Shaw T.B., Moremen J.R. Successful Closure of a Chronic Gastric Fistula Cavity Using Endoluminal Vacuum Therapy. *Am. Surg*. 2020; 3134820942206. DOI: 10.1177/10003134820942206
29. Bobkiewicz A., Banasiewicz T., Drews M. Postoperative pancreatic fistula successfully treated with “PEG-Like” endoscopic vacuum therapy. *J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A*. 2015; 25(4): 314–318. DOI: 10.1089/lap.2014.0463
30. Gafillov M.R., Suvorova S.A., Orelkin V.I., Orelkina Yu.D. Use of a vacuum aspiration system for the treatment of anterior abdominal wall purulent wounds after complicated abdominoplasty. Wounds and wound infections. *The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal*. 2019 6 (3): 44–49 (In Russ., English abstract). DOI: 10.25199/2408-9613-2019-6-3-44-49
31. Mintziras I., Miligkos M., Bartsch D.K. High risk of fistula formation in vacuum-assisted closure therapy in patients with open abdomen due to secondary peritonitis—a retrospective analysis. *Langenbecks Arch. Surg*. 2016; 401(5): 619–625. DOI: 10.1007/s00423-016-1443-y
32. Nisi F., Marturano F., Natali E., Galzerano A., Ricci P., Peduto V.A. VAC therapy with long term continuous saline infusion for secondary septic peritonitis: A new strategy for the reduction of perioperative risks? *Int. J. Surg. Case. Rep*. 2017; 32: 62–65. DOI: 10.1016/j.ijscr.2017.02.010
33. Mori T., Sato S., Oba-Yabana I., Hirose T., Kinugasa S., Muroya Y., Ota K., Nakayama S., Nakamura H., Tani J., Takahashi C., Ito S. Better Healing of the Exit Site with Negative-Pressure Wound Therapy. *Adv. Perit. Dial*. 2018; 34(2018): 53–57.
34. Müller V., Piper S.K., Pratschke J., Raue W. Intraabdominal continuous negative pressure therapy for secondary peritonitis: an observational trial in a maximum care center. *Acta. Chir. Belg*. 2020; 120(3): 179–185. DOI: 10.1080/00015458.2019.1576448
35. Webster J., Scuffham P., Stankiewicz M., Chaboyer W.P. Negative pressure wound therapy for skin grafts and surgical wounds healing by primary intention. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2014; 10: CD009261. DOI: 10.1002/14651858.CD009261.pub3
36. Khat'kov I.E., Shishin K.V., Nedoluzhko I.I., Kurushkina N.A., Izrailov R.E., Vasnev O.S., Pomortsev B.A., Chernikova E.N., Pavlov I.A. Endoscopic vacuum therapy in the treatment of anastomotic leak in the upper gastrointestinal tract. First experience and review of literature. *Endoscopic Surgery*. 2016; 22(2): 3–9 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17116/endo-skop20162223-9
37. Horch R.E. Incisional negative pressure wound therapy for high-risk wounds. *J. Wound. Care*. 2015;

- 24(4 Suppl): 21–28. DOI: 10.12968/jowc.2015.24.Sup4b.21
38. Chipura A.O., Cherdantsev D.V., Pervova O.V., Popov A.E., Dyatlov V.Yu., Shapkina V.A., Popov V.A., Mikova O.S. Cavitation-instillation treatment of the abdominal cavity as an option of modernization of vacuum treatment of previous purulent peritonitis. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2020; 23(1): 85–91 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17223/1814147/72/10
39. Yadav S., Rawal G., Baxi M. Vacuum assisted closure technique: a short review. *Pan. Afr. Med. J.* 2017; 28: 246. DOI: 10.11604/pamj.2017.28.246.9606
40. Miyahara H.S., Serzedello F.R., Ejnisman L., Lima A.L.L.M., Vicente J.R.N., Helito C.P. Incisional negative-pressure wound therapy in revision total hip arthroplasty due to infection. *Acta. Ortop. Bras.* 2018; 26(5): 300–304. DOI: 10.1590/1413-785220182605196038
41. Faschingbauer M., Boettner F., Bieger R., Weiner C., Reichel H., Kappe T. Outcome of Irrigation and Debridement after Failed Two-Stage Reimplantation for Periprosthetic Joint Infection. *Biomed. Res. Int.* 2018; 2018: 2875018. DOI: 10.1155/2018/2875018
42. Achten J., Parsons N.R., Bruce J., Petrou S., Tutton E., Willett K., Lamb S.E., Costa M.L. Protocol for a randomised controlled trial of standard wound management versus negative pressure wound therapy in the treatment of adult patients with an open fracture of the lower limb: UK Wound management of Lower Limb Fractures (UK WOLLF). *BMJ Open*. 2015; 5(9):e009087. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-009087
43. D'Angelo F., Monestier L., Zagra L. Active septic arthritis of the hip in adults: what's new in the treatment? A systematic review. *EFORT Open Rev.* 2021; 6(3): 164–172. DOI: 10.1302/2058-5241.6.200082
44. Scalise A., Calamita R., Tartaglione C., Pierangeli M., Bolletta E., Gioacchini M., Gesuita R., Di Benedetto G. Improving wound healing and preventing surgical site complications of closed surgical incisions: a possible role of Incisional Negative Pressure Wound Therapy. A systematic review of the literature. *Int. Wound J.* 2016; 13(6): 1260–1281. DOI: 10.1111/iwj.12492
45. Wolvos T. The evolution of negative pressure wound therapy: negative pressure wound therapy with instillation. *J. Wound Care*. 2015; 24(4 Suppl): 15–20. DOI: 10.12968/jowc.2015.24.Sup4b.15
46. Diehm Y.F., Loew J., Will P.A., Fischer S., Hundeshagen G., Ziegler B., Gazyakan E., Kneser U., Hirche C. Negative pressure wound therapy with instillation and dwell time (NPWTi-d) with V. A. C. VeraFlo in traumatic, surgical, and chronic wounds-A helpful tool for decontamination and to prepare successful reconstruction. *Int. Wound. J.* 2020; 17(6): 1740–1749. DOI: 10.1111/iwj.13462
47. Shah P.D.O.P. Low Cost Innovative Modification of Vacuum Assisted Wound Therapy. *Journal of Medical Science And clinical Research*. 2018; 6(2). DOI: 10.18535/jmscr/v6i2.161
48. Horch R.E., Beier J.P., Kneser U., Arkudas A. Successful human long-term application of in situ bone tissue engineering. *J. Cell Mol. Med.* 2014; 18(7): 1478–1485. DOI: 10.1111/jcmm.12296
49. Shapovalov V.K., Basankin I.V., Afaunov A.A., Gulzatyay A.A., Takhmazyan K.K.1, Tayursky D.A., Tomina M.I. Use of vacuum systems for early implant-associated infection after decompression and stabilization surgery for lumbar spinal stenosis. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2021; 18(3): 53–60 (In Russ., English abstract). DOI: 10.14531/ss2021.3.53-60
50. Starkov Yu.G., Vybornyĭ M.I., Ruchkin D.V., Djan-tukhanova S.V., Zamolodchikov R.D., Vorobeva E.A. Endoscopic treatment of esophageal anastomotic leakage using vacuum-assisted closure system. *Khirurgiya*. 2019; 10: 13–20 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17116/hirurgia201910113
51. Singh D., Chopra K., Sabino J., Brown E. Practical Things You Should Know about Wound Healing and Vacuum-Assisted Closure Management. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2020; 145(4): 839e–854e. DOI: 10.1097/prs.0000000000006652
52. Cherkasov M.F., Galashokyan K.M., Lukash A.I., Startsev Y.M., Cherkasov D.M., Pomazkov A.A., Melikova S.G., Sorokina V.A., Sholokhova V.R., Volokhova N.V., Lobacheva O.I. Treatment of various etiology wounds with vac-therapy. *Modern Problems of Science and Education*. 2019; 6: 136 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17513/spno.29337
53. Aycart M.A., Eble D.J., Ross K.M., Orgill DP. Mechanisms of Action of Instillation and Dwell Negative Pressure Wound Therapy with Case Reports of Clinical Applications. *Cureus*. 2018; 10(9): e3377. DOI: 10.7759/cureus.3377
54. Zavrazhnov A.A., Shelamov I.V., Argunov A.V. The results of treatment of children with wound injury in different localization. *Wounds and Wound Infections. The Prof. B.M. Kostyuchenok Journal*. 2016; 3(2): 31–36 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17650/2408-9613-2016-3-2-31-36
55. Pesonen L.O., Halloran B.G., Aziz A. Prophylactic Groin Wound Vacuum-assisted Therapy in Vascular Surgery Patients at Enhanced Risk for Postoperative Wound Infection. *Ann. Vasc. Surg.* 2018; 46: 127–133. DOI: 10.1016/j.avsg.2017.07.009
56. Kozlov Yu.A., Novozhilov V.A. Vacuum-assisted wound care in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2014; 4(3): 71–75 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17816/psaic62
57. Rasool A., Bashir S.A., Ahmad P.A., Bijli A.H., Baba U.F., Yasir M., Wani A.H. Management of Wounds with Exposed Bones or Tendons in Children by Vacuum-Assisted Closure Therapy: A Prospective Study. *Indian J. Plast. Surg.* 2020; 53(1): 97–104. DOI: 10.1055/s-0039-3400192

58. El-Sabbagh A.H. Negative pressure wound therapy: An update. *Chin. J. Traumatol.* 2017; 20(2): 103–107. DOI: 10.1016/j.cjte.2016.09.004
59. Cherdantsev D.V., Pervova O.V., Trophimovich Yu.G., Popov A.E., Shapkina V.A., Takhtobin E.G., Narkevich A.N. Possibilities of improving the efficiency of perioperative sanitation of abdominal cavity at peritonitis. *Siberian Medical Review.* 2018; 1: 20–26 (In Russ., English abstract). DOI: 10.20333/2500136-2018-1-20-26
60. Stavchikov E.L., Zinovkin I.V., Marochkov A.V. C-reactive protein as a criterion of treatment efficiency of patients with purulent-necrotic soft tissue infections by means of vacuum therapy. *Vestnik of Vitebsk State Medical University.* 2020; 19(6): 92–98 (In Russ., English abstract). DOI: 10.22263/2312-4156.2020.6.92

ВКЛАД АВТОРОВ

Федюшкин В.В.

Разработка концепции — развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — проведение исследований, сбор, анализ и интерпретация полученных данных.

Подготовка и редактирование текста — составление черновика рукописи; подготовка, создание опубликованной работы, участие в научном дизайне.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Визуализация — подготовка, создание опубликованной работы в части визуализации и отображении данных.

Барышев А.Г.

Разработка концепции — формирование идеи; формулировка и развитие ключевых целей и задач.

Проведение исследования — анализ и интерпретация полученных данных.

Подготовка и редактирование текста — критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания; участие в научном дизайне.

Утверждение окончательного варианта статьи — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Fedyushkin V.V.

Conceptualisation — development of key goals and objectives.

Conducting research — conducting research, data collection, analysis and interpretation.

Text preparation and editing — drafting of the manuscript; preparation and creation of final work; contribution to the scientific layout.

Approval of the final manuscript — acceptance of responsibility for all aspects of the work, integrity of all parts of the article and its final version.

Visualisation — preparation and creation of published work with data visualisation and display.

Barishev A.G.

Conceptualisation — concept statement; statement and development of key goals and objectives.

Conducting research — data analysis and interpretation.

Text preparation and editing — critical revision with valuable intellectual investment; contribution to the scientific layout.

Approval of the final manuscript — acceptance of responsibility for all aspects of the work, integrity of all parts of the article and its final version.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Федюшкин Владимир Владимирович* — хирург государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Динская центральная районная больница» Министерства здравоохранения Краснодарского края; аспирант кафедры хирургии № 1 ФПК и ППС федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: e-mail: vladimirkbb1@mail.ru, тел.: +7 (918) 246-31-61;

ул. Черкасская, 43, кв. 205, г. Краснодар, 350901, Россия.

Vladimir V. Fedyushkin* — Surgeon, Dinskaya Central District Hospital; Postgraduate Student, Chair of Surgery No. 1, Faculty of Advanced Vocational Training and Retraining, Kuban State Medical University.

Contact information: e-mail: vladimirkbb1@mail.ru, tel.: +7 (918) 246-31-61;

Cherkasskaya str., 43, apt. 205, Krasnodar, 350901, Russia.

Барышев Александр Геннадьевич — доктор медицинских наук, доцент; заместитель главного врача по хирургии государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С. В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края; заведующий кафедрой хирургии № 1 ФПК и ППС федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Aleksandr G. Barishev — Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Deputy Chief Physician for Surgery, Territorial Clinical Hospital No. 1 Research Institute named after Prof. S.V. Ochapovsky; Head of Chair of Surgery No. 1, Faculty of Advanced Vocational Training and Retraining, Kuban State Medical University.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author