

Метод локального отрицательного давления в профилактике и лечении раневых инфекций (обзор литературы)

В. Н. Оболенский, А. А. Ермолов

ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница № 13» Департамента здравоохранения г. Москвы

ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва

Negative pressure wound therapy in profilaxis and treatment of wound infections

V. N. Obolenskiy, A. A. Ermolov

City Clinical Hospital No. 13, Russian National Research Medical University n.a. N. I. Pirogov; Moscow, Russia

Резюме

Авторы проводят анализ данных литературы, ресурсов MedLink и PubMed о методе локального отрицательного давления (лечение ран отрицательным давлением): его истории, механизмах воздействия и клинических эффектах, материальном обеспечении и областях применения.

Ключевые слова: метод локального отрицательного давления (лечение ран отрицательным давлением).

Summary

The authors conducted an analysis of the literature, MedLink and PubMed resources about the method of topical negative pressure (negative pressure wound therapy): its history, mechanisms of action and clinical effects, material support and applications.

Key words: topical negative pressure (negative pressure wound therapy).

Инфекции кожи и мягких тканей — наиболее частая причина обращения пациентов за хирургической помощью: 10% госпитализаций в Великобритании, 330 тысяч госпитализаций в год в США. По экспертным оценкам, ежегодно в РФ эта патология наблюдается примерно у 700 тысяч пациентов [1]. В структуре нозокомиальных инфекций частота хирургических инфекций мягких тканей (послеоперационные нагноения, постинъекционные осложнения и т. д.) в США достигает 36%, в России — 24% [2].

Заживление раны представляет собой единый активный динамический процесс, который начинается сразу же с момента повреждения и заканчивается восстановлением целостности ткани. Репаративный процесс включает механизмы гемостаза, воспаления, пролиферации, ремоделирования и их регуляцию с участием цитокинов.

Фаза воспаления начинается медленно после повреждения ткани. Характеризуется типичными сосудистыми реакциями в краях раны — вазоконстрикцией, сменяющейся через 10–15 минут вазодилатацией, выходом форменных элементов крови

в зону повреждения, выпадением фибрина и инфильтрацией окружающих тканей с отграничением зоны повреждения. В фазе воспаления основные задачи лечения: борьба с инфекцией, адекватное дренирование, ускорение процесса очищения раны, снижение системных проявлений воспалительной реакции. Фаза пролиферации в среднем продолжается 2–4 недели. Ее продолжительность зависит от величины раневого дефекта и морфологии поврежденных тканей. В этой фазе заживления основные задачи лечения — продолжение борьбы с инфекцией, защита грануляционной ткани и стимуляция процессов репарации. В фазе эпителизации и реорганизации рубца основная задача лечения — ускорение роста эпителия и защита раны от повреждений [3, 4].

Несомненно, ведущим методом лечения гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей является хирургический. Оперативное пособие производится в наиболее ранние сроки. Операция способствует деконтаминации пораженных тканей, оттоку гнойного экссудата, уменьшению отека тканей, улучшению кровообращения в них. При хирургическом

лечении раны в силу различных причин не всегда удается радикально удалить все нежизнеспособные ткани. Задачи по дальнейшему очищению раны от некрозов возлагают прежде всего на препараты местного воздействия, которые способны в более короткие сроки разрешить острый гнойный воспалительный процесс. Светухин А. М. с соавт. (1990) полагают, что полная хирургическая обработка раны возможна у 70–80% больных, а первичный шов реально наложить только в 35% наблюдений. Невозможность и нецелесообразность оперативного закрытия раны определяют необходимость ее местного лечения с одновременным воздействием на каждый из основных факторов патогенеза раневого процесса [4, 5].

Эффективность антибиотических препаратов зависит от чувствительности возбудителя заболевания к применяемому антибиотику, активности препарата, его фармакокинетики, состояния макроорганизма и переносимости используемого средства [4, 6]. Следует также учитывать своеобразие проявлений терапевтического и побочного эффектов антибактериальных препаратов, обусловленных подавляющим

воздействием этих агентов не только на патогенную, но и на нормальную микрофлору, иммуномодулирующим эффектом антибиотикотерапии. Это требует постоянного поиска комплекса мероприятий, направленных на ограничение применения антибиотиков до оптимального уровня, рационализацию тактики и борьбу с побочными эффектами антибактериальной терапии.

Способы физико-химического воздействия на раны имеют более богатую историю, чем антибиотикотерапия. С незапамятных времен применяли прижигания, солнечные ванны, холод; с периода Первой мировой войны встречаются упоминания об использовании кислорода и озон-кислородной смеси в лечении гнойно-некротических патологий. В последние годы в практику гнойной хирургии внедрены методы лечения с использованием таких физических факторов, как лазер, ультразвук, вакуум, обработка воздушно-плазменными потоками с содержанием монооксида азота, низкие температуры, гидрохирургическая обработка ран и т.д. [4, 7, 8]. Применение данных методов расширяет возможности санации раневой поверхности, способствует активации репаративных процессов в ране.

Судьба лечебных методов различна. Одни, едва успев появиться, бесследно исчезают, другие, пройдя тернистый путь, сохраняются в веках. К числу последних с полным правом может быть отнесен один из старейших в истории медицины методов лечения различных болезней — *метод локального отрицательного давления* (NPWT, negative-pressure wound therapy). Модификации известных многим с детства банок применялись аборигенами Австралии и Америки, в Китае, Древнем Риме и в арабских странах, использовался метод и в Древней Руси, описания метода можно встретить в трудах Галена и Авиценны, Пирогова, Бильрота и Бира [9].

В 1980-х годах локальное отрицательное давление стали применять в лечении осложненных ран. Так, в 1987 году в СССР появилась первая публикация об использовании

вакуумной повязки в лечении ран в хирургической клинике Ярославля «Вакуум-терапия как активный метод лечения острых гнойных заболеваний мягких тканей и гнойных ран» (Давыдов Ю. А., Усенко М. Я., Ларичев А. Б.), а в последующие четыре года еще почти десятков работ того же коллектива в центральной научной печати с разносторонней оценкой метода [10–13]. В 1989 году М. Е. Chariker с соавт. опубликовали работу, описывающую использование в лечении послеоперационных ран марли, инцизионной пленки и отрицательного давления 60–80 мм рт. ст., получаемого из централизованной системы стационара [14]. В 1993 году W. Fleischmann с коллегами представили статью «Вакуумные повязки как метод лечения повреждения мягких тканей при открытых переломах», где они описывали опыт применения вакуум-ассистированных повязок (VAC, vacuum-assisted closure), состоящих из полиуретановой губки, силиконового дренажа и прозрачной пленки, в лечении 15 пациентов с открытыми переломами [15]. В 1995 году группа авторов из Университета Теннесси (США) предложила использовать отрицательное давление в специальной повязке на открытом животе — образ современной вакуум-ассистированной лапаростомы [16]. В дальнейшем была опубликована работа М. J. Mozykwas с соавт. по изучению влияния локального отрицательного давления на раневую процесс в эксперименте с описанием основных эффектов данной методики [17].

Локальное отрицательное давление (ЛОД) ускоряет течение всех стадий раневого процесса и сокращает сроки заживления раны. Также ЛОД снижает выраженность раневой экссудации, способствуя поддержанию умеренно влажной раневой среды, необходимой для нормального течения репаративно-регенераторных процессов. Все эти эффекты способствуют увеличению интенсивности клеточной пролиферации, усиливают синтез в ране основного вещества соединительной ткани и протеинов. ЛОД повышает уровень факторов роста и стимулирует ангиогенез в ране, причем способствует образованию наиболее

физиологичных кровеносных сосудов по сравнению с другими видами повязок, что создает оптимальные условия для заживления ран [18–24].

В литературных источниках описаны следующие механизмы и эффекты воздействия ЛОД на рану:

1. активное удаление избыточного раневого отделяемого, в том числе биологически активных веществ, замедляющих заживление раны (например, матриксных металлопротеаз и продуктов их распада) [23, 24];
2. сохранение и поддержание влажной раневой среды, стимулирующей ангиогенез, усиливающей фибринолиз и способствующей нормальному функционированию факторов роста [21, 25];
3. ускорение бактериальной деконтаминации тканей раны [26–31], хотя в хронических ранах ряд авторов не отмечают столь яркого эффекта, как в острых ранах [32, 33];
4. снижение локального интерстициального отека тканей, снижение межклеточного давления, усиление местного лимфообращения и транскапиллярного транспорта [34, 35];
5. усиление местного кровообращения и микроциркуляции, стимуляция неоангиогенеза [36–39];
6. деформация раневого ложа и уменьшение площади раны [21, 40–43];
7. раневая гипоксия. Прямое воздействие вакуума на раневое ложе приводит к локальному снижению парциального давления кислорода в ране, однако это стимулирует формирование новых сосудов и дальнейшее улучшение качества грануляционной ткани [44], в итоге происходит улучшение тканевой оксигенации.

Противопоказаниями к использованию метода локального отрицательного давления считают наличие в ране злокачественной опухоли, некротизированных тканей, неисследованных свищей и несанированных очагов остеомиелита, выраженной кровоточивости тканей и нарушений

свертывающей системы крови. С осторожностью следует применять метод при наличии перифокального дерматита, при проводимой терапии антикоагулянтами и антиагрегантами, психических заболеваниях и нарушении комплаентности пациента. Следует избегать прямого контакта вакуум-ассистированной повязки с нервами, открытыми сосудами и паренхиматозными органами, с зоной только что наложенного анастомоза [24].

Ряд авторов отмечают и отрицательные моменты в использовании ЛОД у некоторых пациентов: чувство зависимости от аппарата, снижение мобильности, нарушения сна, болезненность при снятии пленки или губки. Предлагается индивидуальный подход к ведению таких больных, дополнительное обучение как пациента, так и персонала [45–49].

Осложнения при смене повязки могут быть в виде болевого синдрома (что можно предотвратить введением лидокаина в дренаж перед удалением повязки [50]), кровоточивости тканей [51, 52]. Отмечены и казуистические осложнения вакуум-терапии: хронический сепсис при длительном сохранении вакуум-ассистированной повязки без ее замены; оставленный в ране амбулаторного пациента фрагмент губки; образование псевдоаневризмы артерии [53–56].

Аппаратура и расходные материалы

В качестве дренирующего компонента вакуум-ассистированной повязки, как правило, используют мягкую пенополиуретановую (ППУ) губку с размером пор порядка 400–2 000 мкм. Также обязательными компонентами служат адгезивное пленочное покрытие, ниспадающая дренажная трубка достаточной длины и источник вакуума, снабженный емкостью для сбора жидкости. Как правило, с лечебной целью используется отрицательное давление в ране –125 мм рт. ст. [24, 42].

В качестве компонентов современной повязки для ЛОД используют одноразовые стерильные расходные материалы. К ним относятся биосовместимая пенополиуретановая (ППУ) губка, адгезивное пленочное

покрытие и дренажный порт специальной конструкции, непосредственно связанный с системой дренажей и емкостью для сбора раневого отделяемого. В качестве источника вакуума используются аспираторы, обеспечивающие создание и поддержание отрицательного давления в широких пределах от 0 до –250 мм рт. ст. В настоящее время такие аппараты способны поддерживать как постоянный, так и прерывистый режим воздействия отрицательного давления на рану посредством электронной системы контроля и обеспечивают высокий уровень безопасности проводимого лечения как у лежачих, так и у активных пациентов. Вместо ППУ губки можно использовать и 3D-марлю [57].

Ряд авторов предлагают использовать подручные средства как альтернативу дорогостоящим коммерческим аппаратам и расходным материалам, например, стерилизованную ППУ-губку, инцизную пленку с выведением дренажа, установленного между слоями губки, между «лепестками» пленки и источник вакуума [58]. Однако использование центральной магистрали вакуума или вакуум-отсосов, не предназначенных для создания постоянного заданного отрицательного давления, или механических груш не позволяет создать оптимальное и контролируемое разрежение в повязке. В то же время проведенное Дэвидом Армстронгом мультицентровое рандомизированное контролируемое исследование не выявило различий в эффективности локального отрицательного давления при использовании механических и электрических вакуум-аспираторов [59]. При использовании мобильных аспираторов вакуум-ассистированные повязки можно использовать и в амбулаторной практике [60].

Области применения метода локального отрицательного давления

В литературе можно найти упоминания о применении ЛОД при самой различной патологии: острой травме, ранах различного генеза, термических поражениях, остеомиелите, некротизирующем фасциите, пролежнях, гнойных ранах и трофических язвах,

диабетической стопе, лимфостазе. ЛОД применяют в челюстно-лицевой, спинальной, торакальной, пластической и реконструктивной хирургии, в педиатрии, а также при перитоните, кишечных свищах и абдоминальной травме, несостоятельности кишечных анастомозов и абсцессах малого таза:

- абдоминальная хирургия — перитонит, травма органов брюшной полости, абдоминальный компартмент-синдром [61–64];
- герниология — профилактика и лечение осложнений герниопластики, сохранение импланта [65–68];
- проктология — профилактика и лечение осложнений [69, 70];
- ангиохирургия — профилактика и лечение осложнений, купирование послеоперационной лимфорреи [71, 72]; описано даже сохранение инфицированного сосудистого протеза [73];
- раневая хирургия — ведущие мировые эксперты рекомендуют ЛОД в качестве одного из основных методов лечения ран у больных сахарным диабетом [75–80] и венозных трофических язв [73, 81, 82], метод широко используют в лечении острых гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей [31, 43, 83, 84], применяют в комплексном лечении гангренозной пиодермии [85] и лучевых язв [86, 87], а также в лечении ожогов и пролежней [88, 89]. Описано применение в пластической и детской раневой хирургии [90, 91], в челюстно-лицевой хирургии [92];
- травматология, ортопедия, вертебрология — профилактика и лечение осложнений переломов [93–96], перипротезной и перимплантной инфекции [97–103];
- лечение осложнений в нейрохирургии [104], кардиохирургии [30, 105–109] и гинекологии [110–112].

Экономический эффект применения ЛОД в клинической практике

Клиническая и экономическая эффективность применения ЛОД в лечении различных ран отмечена многими авторами. Проведенные мета-анализы продемонстрировали доказанную высокую эффективность

метода локального отрицательного давления в лечении различных ран по сравнению с другими методами в купировании раневой инфекции, в улучшении кровообращения в тканях раны, в сокращении сроков заживления ран [23, 31, 43, 77–79, 113]. В ряде стран (например, в Германии, в Японии) метод ЛОД узаконен в системе медицинского страхования и финансируется страховыми компаниями [114].

Говоря об экономическом эффекте ЛОД, следует сказать, что вакуумные повязки накладываются бесценно на длительный срок. Это позволяет даже в первую фазу раневого процесса обходиться без частых перевязок, экономить перевязочные средства, препараты местного действия, а также силы и время медицинского персонала [82, 115, 116]. Длительное отсутствие перевязок у стационарного больного, а значит, и контакта раны с инструментом и воздухом лечебного учреждения, руками медицинского персонала снижает риск контаминации раны госпитальными штаммами микроорганизмов [30], что является дополнительной профилактикой внутрибольничных инфекций.

Список литературы

1. Белобородов В.Б. Современные принципы применения левофлоксацина в лечении инфекций кожи и мягких тканей. *Consilium medicum*. 2009; 1: 38–42.
2. Kozlov R., Edelstein M., Kretchikova O., Ivanchik N., Sukhorukova M., Dekhlich A. Etiology of Nosocomial Bacterial Infections in Russia. Rosnet Study Group. Proceedings of the 48th Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy; 2008 Oct 25–28; Washington, DC, USA; p. 572, abst. K-4108.
3. Абасов Ю.К. Биология заживления острой и хронической раны. *Мед.новости*. 2003; 6: 3–10.
4. Раны и раневая инфекция. Руководство для врачей. Под ред. М.И. Кузина, Б.М. Костюченко. М.: Медицина. 1990. 592 с.
5. Светухин А.М., Карлов В.А., Амирасланов Ю.А., Матасов В.М., Блатун Л.А. Общие принципы лечения гнойных ран и гнойных хирургических заболеваний. *Хирургия*. 1990; 12: 79–84.
6. Страчунский Л.С., Козлов С.Н. Современная антимикробная химиотерапия. Руководство для врачей. М. 2002. 431 с.
7. Галстян Г.Р., Митиш В.А., Доронина Л.П. Использование гидрохирургической системы VersaJet у больных с синдромом диабетической стопы. *Сахарный диабет*, 2010, 3: 121–6.
8. Максимов В.А., Чернышев А.Л., Каратаев С.Д. Озонотерапия. М. 1998, 15 с.
9. Михайличенко П.П. Основы вакуум-терапии. Теория и практика. М., СПб. 2005. 318 с.
10. Давыдов Ю.А., Усенко М.Я., Ларичев А.Б. Вакуум-терапия как активный метод лечения острых гнойных заболеваний мягких тканей и гнойных ран. *Хирургия*. 1987; 3: 153–4.
11. Давыдов Ю.А., Ларичев А.Б., Смирнов А.П., Флегонтов В.Б. Вакуум-терапия в лечении острых гнойных заболеваний мягких тканей и гнойных ран. *Вестник хирургии*. 1988; 9: 43–6.

12. Давыдов Ю.А., Ларичев А.Б., Меньков К.Г. Бактериологическая и цитологическая оценка вакуум-терапии гнойных ран. *Вестник хирургии*. 1988; 10: 48–52.
13. Давыдов Ю.А., Ларичев А.Б., Козлов А.Г. Патогенетические механизмы влияния вакуум-терапии на течение раневого процесса. *Хирургия*. 1990; 6: 42–7. 9–16, 25–28.
14. Chariker ME, Jeter KF, Tittle TE, Bortford JE. Effective management of incisional and cutaneous fistulae with closed suction wound drainage. *Contemp Surg*. 1989; 34: 59–63.
15. Fleischmann W., Strecker W., Bombelli M., Kinzl L. Vacuum sealing as treatment of soft tissue damage in open fractures. *Unfallchirurg*. 1993 Sep; 96 (9): 488–92 [Article in German].
16. Brock WB, Barker DE, Burns RP. Temporary closure of open surgical wounds: dressing Vacuum Pack. *Am Surg*. 1995 Jan; 61 (1): 30–5.
17. Morykwas M., Argenta L.C., Shelton-Brown E.L., McGuirt W. Vacuum-assisted closure: A new method for wound control and treatment: Animal studies and basic foundation. *Ann Plastic Surg*. 1997; 38 (6): 553–62.
18. Давыдов Ю.А., Ларичев А.Б. Вакуум-терапия ран и раневой процесс. М: Медицина. 1999; 160 с.
19. Ларичев А.Б. Низкодозированное отрицательное давление в лечении ран и раневой инфекции. *Российский медицинский журнал*. 2005; 4: 44–8.
20. Ларичев А.Б., Антонов А.В., Кузьмин В.С. Вакуум-терапия в комплексном лечении гнойных ран. *Хирургия* 2008; 6: 22–6.
21. Erba P., Ogawa R., Ackermann M., Adini A., Miele L.F., Dastouri P., Helm D., Mentzer S.J., D'Amato R.J., Murphy G.F., Konerding M.A., Orgill D.P. Angiogenesis in wounds treated by microdeformational wound therapy. *Ann Surg*. 2011 February; 253 (2): 402–9. doi: 10.1097/SLA.0b013e31820563a8.
22. Larichev A. B. Vacuum-therapy of Wounds and Wound Infections (negative Pressure Wound therapy). Carlsbad, CA (USA): Blue Sky Publishing. 2005, 248 p.
23. Schinfler M.V. Negative pressure therapy: theory and practice. *Diabetes Metab Res Rev*. 2012; 28 (Suppl 1):72–7. doi: 10.1002/dmrr.2243.
24. The Theory and Practice of Vacuum Therapy. Edited by C. Willy. Germany. 2006: 405 p.
25. Gurtner GC, Werner S, Barrandon Y, Longaker MT. Wound repair and regeneration. *Nature*. 2008; 453: 314–21.
26. Давыдов Ю.А., Ларичев А.Б., Меньков К.Г. Бактериологическая и цитологическая оценка вакуум-терапии гнойных ран. *Вестник хирургии*. 1988; 10: 48–52.
27. Helgeson MD, Potter BK, Evans KN, Shawen SB. Bioartificial dermal substitute: a preliminary report on its use for the management of complex combat-related soft tissue wounds. *J Orthop Trauma*. 2007; 21: 394–9.
28. Leininger BE, Rasmussen TE, Smith DL, Jenkins DH, Coppola C. Experience with wound VAC and delayed primary closure of contaminated soft tissue injuries in Iraq. *J Trauma*. 2006; 61: 1207–11.
29. Patmo AS, Krijnen P, Tuinebreijer WE, Breederveld RS. The Effect of Vacuum-Assisted Closure on the Bacterial Load and Type of Bacteria: A Systematic Review. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2014 May 1; 3 (5): 383–9.
30. Steingrimsson S., Gottfredsson M., Gudmundsdottir I., Sjögren J., Gudbjartsson T. Negative-pressure wound therapy for deep sternal wound infections reduces the rate of surgical interventions for early re-infections. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2012 Sep; 15 (3): 406–10.
31. Оболенский В.Н., Ермолов А.А., Аронов Л.С., Родоман Г.В., Серов П.А. Применение метода локального отрицательного лечения в комплексном лечении острых гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей. *Хирургия*. 2012; 12: 50–5.
32. Mouÿès CM, Vos MC, van den Bemd GJ, Stijnen T, Hovius SE. Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomized trial. *Wound Repair Regen*. 2004; 12 (1): 11–7.
33. Yusuf E, Jordan X, Clauss M, Borens O, Mäder M, Trampuz A. High bacterial load in negative pressure wound therapy NPWT foams used in the treatment of chronic wounds. *Wound Repair Regen*. 2013; 21 (5): 677–81.
34. Al Fadhli A, Alexander G, Kanjoo JR. Versatile use of vacuum-assisted healing in fifty patients. *Indian J Plast Surg*. 2009 Jul-Dec; 42(2):161–8. doi: 10.4103/0970-0358.59273.
35. Webb LX. New techniques in wound management: vacuum-assisted wound closure. *J Am Acad Orthop Surg*. 2002 Sep-Oct; 10 (5): 303–11.
36. Li XY, Li WZ, Li YJ, Lv XX, Li J, Chen SZ, Li JQ. The influence of vacuum-assisted drainage on the growth of capillaries in the wound produced by explosion in pig. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2007; 23 (4): 292–5.
37. Morykwas M., Argenta L.C., Shelton-Brown E.L., McGuirt W. Vacuum-assisted closure: A new method for wound control and treatment: Animal studies and basic foundation. *Ann Plastic Surg*. 1997; 38 (6): 553–62.
38. Morykwas M., Faller B., Pearce D., Argenta L.C. Effects of varying levels of subatmospheric pressure on the rate of granulation tissue formation in experimental wounds in swine. *Ann Plastic Surg*. 2001; 47 (5): 547–51.
39. Norbury K, Kieswetter K. Vacuum-assisted closure therapy attenuates the inflammatory response in a porcine acute wound healing model. *Wounds*. 2007; 10: 97–106.
40. Saxena V., Hwang C. W., Huang S., Eichbaum Q., Ingber D., Orgill D. P. Vacuum-assisted closure: Microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg*. 2004; 114 (5): 1086–96.
41. Shirakawa M., Isseroff R.R. Topical negative pressure devices: Use for enhancement of healing chronic wounds. *Arch Dermatol*. 2005; 141: 1449–53.
42. Andros G., Armstrong D.G., Atlinger C., Boulton A.J., Frykberg R.G., Joseph W.S., Lavery L.A., Morbach S., Niezgoda J.A., Toursarkissian B. Consensus statement on negative pressure wound therapy (V.A.C. therapy) for the management of diabetic foot wounds. *Wounds*. 2006; 18 (Suppl 6): 1–32.
43. Obolenskiy V.N., Ermolov A.A., Rodoman G.V. Negative pressure wound therapy in the treatment of acute pyo-inflammatory discharges of soft tissues. *EWMA Journal*. 2016, 16 (2): 19–25.
44. Kirby F., Ward S., Sanchez O., Walker E., Mellett M.M., Maltz S.B., Lerner T.T. Novel uses of a negative-pressure wound care system. *J Trauma*. 2002; 53 (1): 117–21.
45. Andrews A., Upton D. Negative pressure wound therapy: improving the patient experience. Part 3 of 3. *J Wound Care*. 2013 Dec 12; 22 (12): 671–80.
46. Keskin M, Karabekmez FE, Yilmaz E, Tosun Z, Savaci N. Vacuum-assisted closure of wounds and anxiety. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 2008; 42 (4): 202–5.
47. Offosen B, Pedersen BD. Patients' experiences of NPWT in an outpatient setting in Denmark. *J Wound Care*. 2013 Apr; 22 (4): 197–8, 200–2, 204–6.
48. Upton D, Andrews A. Negative pressure wound therapy: improving the patient experience. Part 1 of 3. *J Wound Care*. 2013 Oct; 22 (10): 552–7.
49. Upton D, Andrews A. Negative pressure wound therapy: improving the patient experience. Part 2 of 3. *J Wound Care*. 2013 Nov; 22 (11): 582, 584–91.
50. Singh S, Mackey S, Soldin M. Some techniques on the application of VAC dressings. *Ann R Coll Surg Engl*. 2008; 90: 161–2.
51. Kiessling AH, Lehmann A, Isgro F, Moritz A. Tremendous bleeding complication after vacuum-assisted sternal closure. *J Cardiothoracic Surg*. 2011; 6: 16.
52. White RA, Miki R, Kazmier P, Anglen JO. Vacuum-assisted closure complicated by erosion and hemorrhage of the anterior tibial artery. *J Orthop Trauma*. 2005; 19 (1): 56–9.
53. Beral D, Adair R, Peckham-Cooper A, Tolan D, Botterill I. Chronic wound sepsis due to retained vacuum assisted closure foam. *BMJ*. 2009; 338: b2269.
54. Datta S, Manoly I, Karangelis D, Hasan R. Pseudoaneurysm of right internal mammary artery post vacuum assisted closure therapy — a rare complication and literature review. *Ann Vasc Surg*. 2015 Nov 17; pii: S 0890-5096(15)00796-7. doi: 10.1016/j.avsg.2015.08.010.
55. Dessy LA, Serratore F, Corrias F, Parisi P, Mazzocchi M, Carlesimo B. Retention of polyurethane foam fragments during VAC therapy: a complication to be considered. *Int Wound J*. 2015 Apr; 12 (2): 132–6. doi: 10.1111/iwj.12062.
56. Mazoch M, Montgomery C. Retained wound vacuum foam in non-healing wounds: a real possibility. *J Wound Care*. 2015 Jun; 24 (6 Suppl): S 18–20. doi: 10.12968/jowc.2015.24.Sup6.S 18.
57. Tuncel U, Erkokmaz U, Turan A. Clinical evaluation of gauze-based negative pressure wound therapy in challenging wounds. *Int Wound J*. 2012 Mar 15. doi: 10.1111/j.1742-481X.2012.00955.x.

Полный список литературы имеется в редакции.

