

Лечение на рани с употреба на отрицателно налягане

(Част 1. Общи положения)

Д-р Илиян Илиев, дм

Клиника по хирургия, Болница на Ордена на милосърдните братя, Виена (Австрия)

Email: iliyaniliev18s@gmail.com

Negative Pressure Wound Therapy

(Part 1. General Remarks)

Iliyan Iliev, MD

Abteilung für Chirurgie, Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, Wien (Österreich)

Употребата на системи и превръзки, създаващи отрицателно налягане в областта на остри и хронични рани, непрекъснато нараства. Те доказано ускоряват процеса на заздравяване, подобряват качеството на живот на пациентите и намаляват разходите за лечение.

Най-съвременната форма на лечение на рани с употреба на отрицателно налягане е вакуумно-асистираното им затваряне. При вакуумната терапия върху или в раната се поставя запълваща превръзка, към която с помощта на самозалепващо се фолио се прикрепва насочваща подложка с централен отвор и отвеждаща гъвкава тръбичка.

Тръбичката от своя страна се свързва към устройство с помпа, снабдено с малък резервоар, създаващо налягане по-ниско от атмосферното.

Статията е първата от поредица, представящи различните видове превръзки, използващи отрицателно налягане, механизма им на действие, техните предимства и начини на приложение.

Тъй като вакуумни превръзки могат да се поставят както върху открити рани, така и в кухините на човешкото тяло и кухите коремни органи, те могат да бъдат използвани от хирурзи, гинеколози, ортопеди и травматолози, гастроентеролози...

The use of negative pressure wound therapy in patients with acute and chronic wounds is continuously increasing worldwide. It has proven to be able to accelerate wound closure, improve patients' quality of life and reduce treatment costs.

The most contemporary form of negative pressure wound therapy is the vacuum-assisted wound closure. A filling substance is placed on the wound. Using adhesive drape a track pad with a central opening and draining tube is attached to it, and the tube is then connected to a pumping device with a canister creating subatmospheric pressure.

This is the first of a series of articles presenting the different types of negative pressure wound therapy dressings, their mode of action, advantages and application. Since vacuum dressings could be placed on open wounds, in body cavities and in hollow abdominal organs, they could be used by a wide spectrum of medical specialists – surgeons, gynecologists, orthopedic surgeons, gastroenterologists...

Подходът за лечение на рани чрез създаване на отрицателно налягане в областта на тъкани с нарушена цялост почива на добре установения физичен принцип, че движение на флуиди (течности и газове) между две точки може да се предизвика тогава, когато налягането в двете точки е различно.

Този принцип намира широко приложение в природата – ветровете се движат от места с по-високо към места с по-ниско налягане, движението на въздуха от външната среда към дихателните пътища и обратно се осъществява чрез постоянна промяна на налягането в белите дробове спрямо атмосферното налягане...

Човечеството се е опитвало да оползотвори този принцип и е успяло да го внедри в медицината. Много преди създаването на сложните машини, с които съвременната наука разполага, отрицателно налягане се е използвало за лечението на открити рани.

Вероятно затова в литературата се е наложило понятието „ле-

чение на рани с употреба на отрицателно налягане“ (ЛРУОН, negative pressure wound therapy - NPWT), а не просто „лечение с употреба на отрицателно налягане“, което от научна гледна точка е по-точно, тъй като превръзки, създаващи отрицателно налягане, се използват успешно и в лечението на патологични състояния в коремната кухина, матката, просвета на кухите коремни органи...

История на лечението на рани с употреба на отрицателно налягане

Първите исторически бележки за прилагане на отрицателно налягане при лечението на открити рани датират от античността. При ухапване от змия, древните лечители препоръчвали отровата максимално бързо да бъде изсмуквана с уста от областта на раната.

В Римската империя някои военни полкове разполагали с „медици“, назначени да изсмукват секретите от раните на пострадалите по време на битка войници.

Макар и презиран, принципът за изсмукване с уста на раневни секрети остава легитимен поне до 18 век. Френският военен хирург д-р Доминик Анел назначава на служба в своя полк „изсмуквачи на рани“ (wound suckers), които по думите му „успяват да почистят съсиреците и чуждите тела от раните на ранените войници“ (1).

През вековете, подходът за употреба на отрицателно налягане като „движеща сила“, необходима за отстраняване на замърсяванията от открити рани, постоянно се надгражда.

Изсмукването с уста се заменя от вендузите, при които въздухът в стъклени чаши се загрява със свещ, а след това чашите се поставят върху раните. Самият д-р Анел осъзнава, че изсмукването с уста е рисковано както за пациента, така и за „лечителя“ и

изобретява специална изсмукваща спринцовка с триъгълен връх и широка канюла.

Впоследствие се появяват различни апарати, някои от които изградени от чаши, свързани с маркучи и резервоари, докато се стигне до съвременното вакуумно лечение на рани (2).

Вакуумно лечение на рани

Вакуумът е пространство, лишено от всякаква материя или в което налягането е толкова ниско, че намиращите се в него частици не влияят на протичащите във вакуума процеси (3).

По отношение на вакуума, използван при лечението на рани, е в сила по-скоро второто твърдение. В пространството на тъканите с нарушена цялост, които трябва да бъдат лекувани, по изкуствен начин се създава налягане по-ниско от атмосферното, с цел да се ускори процесът на тяхното заздравяване.

Затова се е наложило понятието „вакуумно-асистирано затваряне на рани“ (ВАЗР - vacuum-assisted wound closure). ВАЗР е един от многобройните примери за лечение на рани с употреба на отрицателно налягане (ЛРУОН), негов частен случай. В медицинската литература двете понятия често погрешно се използват като синоними.

Пионери в употребата на ЛРУОН през XX век са руснаците и по-точно – съветският хирург д-р Наил Багаутдинов. По време на съветско-афганистанската война (1979-1989) той лекува ранените войници с помощта на уред, създаващ по-ниско от атмосферното налягане и изработени от специална пяна превръзки.

Вакуумните системи и превръзки – такива, каквито ги познаваме днес – са създадени и патентовани през първата половина на 90-те години на XX век от пластичния хирург д-р Луис Аргента и биоинженерът д-р Май-

къл Морикуас от Факултета по медицина на Университета Уейк Форест в Северна Каролина, САЩ (1, 4).

Съвременни вакуумни превръзки

Съвременните вакуумни превръзки са многокомпонентни системи, изградени въз основа на няколко основополагащи принципа. Те се състоят от уред с помпа (създаващ лечебен вакуум), необходимите за функционирането му принадлежности и превръзочни материали.

Обикновено уредът е с размери и тегло, позволяващи неговото пренасяне от самия пациент или заедно с пациента. Представлява малка кутия с вграден компютър със специален софтуер и вакуумна помпа.

Най-често е снабден със сензорен екран и/или бутони, с чиято помощ лекуващият персонал може да въвежда необходимите настройки. За да функционира уредът, към него се прикрепва пластмасов резервоар, свързан с гъвкава тръбичка (маркуч), завършваща със специален накрайник.

Фирмите, предлагащи системи за ВАЗР, доставят уреда, заедно с прилежащите му части (резервоар, зарядно устройство, упътване за употреба) в куфар. В него обикновено има и стойка, с чиято помощ уредът може да се закачи на леглото на пациента и платнена чанта с презрамка и дръжка, за да може пациентът да носи уреда със себе си при необходимост (Фигура 1).

Превръзочните материали са компонентите на вакуумната система, които влизат в контакт с тялото на пациента или осъществяват прехода между раната и уреда. Върху или във раната обикновено се поставя запълваща превръзка (запълващо вещество). В зависимост от използваната система това може да бъде гъба

от изкуствена пяна (foam sponge) или създадена специално за целта марлена превръзка (gauze).

Използваните при поставянето на вакуумни превръзки гъби са хидрофобни. Обикновено те се изработват от полимерна пяна (полиуретан, поливинилов алкохол) и притежават малки пори с диаметър 400-600 мсm.

Предлагат се в различни размери и с различна дебелина. Някои микропорести гъби са равномерно напоени със сребърни йони или с други биологично активни вещества, които притежават допълнителен антимикробен ефект.

Микропорестите гъби най-често се поставят вътре в самата рана, като се изрязват по очертанията на ръбовете на раната и не бива да се поставят върху здрава незащитена кожа.

Съществуват обаче и гъби, предназначени за поставяне върху здрава кожа, които са част от вакуумни системи за предотвратяване на усложнения след първично затваряне на оперативни рани. Пенестите гъби служат като „посредник“ между раната и уреда и са пространството, в което се създава вакуумът (Фигура 2).

Понякога, особено в областта на крайниците, употребата на пенести гъби е трудна и дори невъзможна. За лечение на подобни рани (например в случаите, когато заемат голяма площ) е поудачно използването на марлени превръзки, които се увиват около крака или ръката. Те са изработени от памук и обикновено са напоени с вещества с антимикробно действие (Фигура 3).

След поставяне на запълващата превръзка в раната, тя се прикрепва към тялото със изработено за целта самозалепващо се фолио. Фолиото трябва да покрива 2-3 cm от околната (и предполага се) здрава кожа.

Върху залепеното за гъбата (и

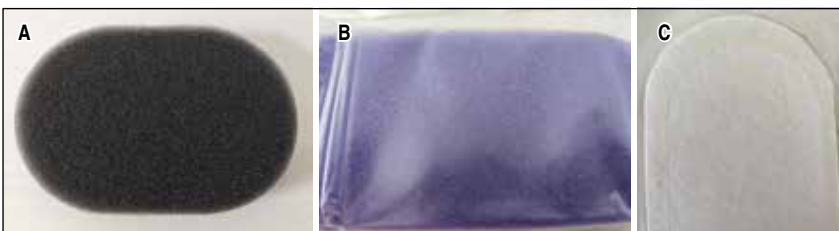
Фигура 1.

А. Куфар, съдържащ уреда за вакуумно лечение на рани, заедно с необходимите за функционирането му принадлежности. В. Съдържанието на куфара – уред с вакуумна помпа, зарядно устройство, упътване за употреба и чанта с дръжка, с чиято помощ пациентът може да носи уреда със себе си. С. Куфар с уред с вакуумна помпа и резервоар, зарядно устройство, чанта с дръжка, стойка за легло и упътване за употреба (друг вариант)



Фигура 2.

А. Черна микропореста гъба от полиуретанова пяна - ясно се забелязва порестата структура на гъбата. В. Синя микропореста гъба от полиуретан в найлонов калф, предназначена за полагане върху затворени следоперативни рани. С. Върху долната повърхност на синя полиуретанова гъба, която влиза в контакт с раната, е прикрепен тънък микропорест слой, напоен със сребърни йони в ниска концентрация



съответно раната) фолио с ножица се изрязва отвор с диаметър 2 cm и върху него се залепва направляваща подложка (track pad, drain pad), снабдена с централен отвор и отвеждащ маркуч (Фигура 4).

С помощта на съединител (най-често пластмасова свързваща приставка) отвеждащият маркуч се свързва с привеждащ маркуч, свързан с резервоар. Резервоарът от своя страна се прикрепва към уреда.

Когато уредът бъде включен, през системата от маркучи, въздухът от пространството на раната се изсмуква, гъбата се сви-

ва и по този начин секретите се отвеждат през подложката и системата от свързани помежду си маркучи в резервоара.

По време на лечението, уредът поддържа и регулира така създаденото отрицателно налягане в раната. Вакуумните превръзки се сменят най-често през 72-120 часа, но в зависимост от характеристиките на използваната система, могат да функционират безпроблемно до 168 часа.

Механизми на действие на вакуумните превръзки

Лечебното въздействие на вакуумните превръзки се обясня-

ва с четири първични (макро- и микродеформация, отстраняване на излишните течности и промяна на средата) и множество вторични механизми на действие.

Макродеформация или „изкуствено предизвикано свиване на раните“ (induced wound shrinkage) е явлението, при което, при създаването на смукателни сили, порите на гъбата се свиват (колабират) и по този начин придърпват краищата на раната един към друг.

Подобна „полезна“ деформация е способна за кратко време да намали размерите на раната. До каква степен ще се случи това зависи от деформируемостта на засегнатите тъкани.

Например, кожата на подбедрицата и главата е здраво прикрепена към подлежащите структури и се свива в по-малка степен, отколкото кожата на коремната стена (особено при пациенти със затлъстяване), която е толкова подвижна, че често пъти краищата на раната могат да се доближат един до друг до осъществяване на пълен контакт.

Когато порите на гъбата се свият, се свива и цялата гъба. В зависимост от приложеното налягане, полиуретановите гъби могат да се свият до 20% от първоначалния си обем и значително да мобилизират раневите ръбове.

Пенестите гъби са необходими като „посредник“ между уреда и раната, тъй като прилагането на толкова силни смукателни сили направо върху живи тъкани може да доведе до неблагоприятни ефекти, дори до тъканна смърт, поради механично притискане на съдовете с последваща исхемия.

Изключително важен е и подборът на подходяща система за ВАЗР и запълващи превръзки. Някои системи са пригодени за създаване на вакуум върху ограничено пространство от повърхността на тялото, а когато рани-

Фигура 3. Навита на руло памучна марлена превръзка, напоена равномерно с полихексаметиленов бигванид



Фигура 4. Черна полиуретанова микропореста гъба, поставена върху рана в средната част на стъпалото. Гъбата е закрепена посредством прозрачно фолио. В средата на фолиото е изрязан двусантиметров отвор



те заемат голяма част от обиколката на крайника например, вакуумът трябва да се приложи върху цялата повърхност на ръката или крака.

За целта са създадени вакуумни превръзки, които с помощта на подходящи „опосредстващи“ материали, могат безопасно да прилагат вакуум върху наранена и здрава кожа, без да нарушават кръвоснабдяването.

С понятието „микродеформация“ се описват промените от механично естество, настъпващи в порите на полимерните гъби. Когато се приложи вакуум, микроскопични участъци от повърхността на раната се всмукват в отворите на гъбата. Затова по

дъното на раната се наблюдават малки набраздявания, наподобяващи паважна настилка (cobblestone appearance).

Повърхността на дъното на раната се разтяга и навлиза в порите на гъбата. След създаването на вакуум нишките на гъбата в пространството между порите притискат подлежащите тъкани и им оказват голям натиск, а тъканите, намиращи се непосредствено под порите са подложени на сили на опън и се разтягат, навлизайки в порите.

В условията на по-ниско от атмосферното налягане се създават сили на срязване (shear forces) и хидростатични сили, които чрез екстрацелуларната течност въздействат върху екстрацелуларния матрикс. Известна роля в тези явления играе и гравитацията.

Микродеформацията повлиява на цитоскелета и задейства сигнална каскада от реакции, ускоряващи изграждането на грануляционна тъкан. Затова, появата на гореописаната зърнеста структура говори за вече започнал процес на заздравяване, който често се описва като „задоволителна грануляция“.

В мястото на появата си, микродеформацията предизвиква локална хипоксия, която стимулира създаването на нови съдове (неоангиогенеза). Доколко ефикасни са споменатите явления, зависи от силите на засмукване, размера на порите, плътността на гъбите, характеристиките на лекуваните и околните тъкани.

Своевременното отстраняване на излишните течности (кръв, раневи секрети, лимфа) от областта на раната е абсолютна предпоставка за заздравяването ѝ. Течности се натрупват в извънклетъчното пространство или в резултат на възникнали оттоци, оказвайки неблагоприятен външен натиск върху клетките и тъканите.

Това явление е добре изучено

при пациентите с диабетно съпало. Натрупването на излишни течности в извънклетъчното пространство увеличава оказваното върху интерстициума налягане и възпира клетъчното делене, като не допуска създаването на „вътрешен опън“ (intrinsic tension) – главната движеща сила на клетъчното делене, отразяваща взаимоотношенията между цитоскелета и екстрацелуларния матрикс.

Друг добре известен пример от клиничната практика за неблагоприятните ефекти от натрупването на излишни течности в тъканите е компартиментният синдром на подбедрицата. Когато в подкожието, мускулите и между мускулите се натрупа голямо количество течности, те притискат съдовете, а това нарушава оросяването на крайника. Първата и най-важна стъпка в тези случаи (след прекриване на пределно допустимото налягане) е фасциотомията, с последващо вакуумно дрениране на съответния участък от тялото.

Вакуумната превръзка своевременно извежда секретите от раната, като намалява външния натиск върху засегнатите тъкани и не позволява на патогенните микроорганизми да се размножават.

Лимфните съдове са главните „евакуатори“ на оттоците в тялото. ЛРУОН и вероятно в най-голяма степен ВАЗР спомага за извеждането на секретите от раните и по-този начин „облекчава“ дренажа през лимфните съдове, като същевременно подтиква образуването на нови лимфни съдове по ръбовете на раната.

Вакуумните превръзки променят средата („микроклимата“) на раната. С извеждането на излишното количество течности от повърхността на раната се извеждат и осмотично и онкотично активни вещества (електролити и белтъци).

Порестите гъби, освен всичко друго, помагат и за поддържането на благоприятна и постоянна температура на увредените тъкани. Същото важи в известна степен и за използваното за закрепването им фолио, което е полупропускливо (допуска навлизането на въздух отвън-навътре и не допуска преминаването на течности отвътре-навън).

По този начин не се допуска навлизането на микроорганизми в раната и околните тъкани, а изпарението на вода от тях се свежда до минимум. Когато се цели допълнително обеззаразяване на раната, могат да се използват и гъби, напоени с антисептици – сребро или биоактивни вещества.

Немалко са и вторичните благоприятни ефекти на ЛРУОН. То ускорява образуването на нови нерви (неврогенеза) в засегнатите тъкани и предаването на нервните импулси чрез засилване на синтеза на невропептиди.

Това се постига чрез увеличаване на производството на растежни фактори (невротрофини), субстанция Р, свързани с калцитониновия ген пептиди и др. При прилагането на ЛРУОН е установено и преходно покачване на нивата на адреналина и норадреналина, последвано от бавно и продължително покачване на нивата на субстанция Р и невропептид Y.

ЛРУОН подпомага и кръвосъсирването. От една страна, благодарение на приложеното отрицателно налягане, малките кръвоносни съдове се свиват (този ефект се наблюдава дори след премахване на отрицателното налягане), а от друга – гъбите и марлените запълващи превръзки притискат по-големите съдове.

Тук е редно да отбележим, че вакуумни превръзки не бива да се поставят при осезателно активно кървене, тъй като резервоарът на уреда бързо ще се на-

пълни и устройството ще спре да функционира.

Освен това, съсиреци могат да се образуват и в системата от отвеждащи течностите маркучи. Това би довело до тяхното запушване и неправилно (до липсващо) функциониране на вакуумната превръзка.

ЛРУОН ускорява неоангиогенезата, особено що се касае до микроциркулацията. Благодарение на временната хипоперфузия, причинена от микродеформацията, се увеличава експресията на съдовия ендотелен растежен фактор (VEGF), а оттам – и изграждането на нови съдове.

Този ефект е най-силно изразен при употребата на полиуретанови гъби и при прилагане на отрицателно налягане от порядъка на -125 mmHg.

Отрицателното налягане е в състояние да промени хода на възпалителната реакция. Парадоксално, ЛРУОН усилва възпалителната реакция на тъканите, но отстранява неблагоприятните продукти на възпалението – част от левкоцитите, цитокини, матриксни metalloпротеинази и др.

Едновременно с това обаче увеличава и експресията на гени, кодиращи синтеза на левкоцитни хемоатрактанти, свързани с анаболните реакции гени.

ЛРУОН е в състояние да намали броя на патогенните микроорганизми в раните. Този ефект вероятно се дължи на множество фактори, а не само на вакуума. В клинични проучвания е установено нееднозначно въздействие на ВАЗР върху колонизацията на раните с намаляване броя на едни бактерии (някои грам-отрицателни бактерии) и увеличаване броя на други.

В никакъв случай обаче не може да се каже, че ВАЗР стерилизира раните. Също така употребата на ЛРУОН не изключва и необходимостта от систем-

но лечение с антибиотици, антимикотици и други химични агенти. Както и в много други случаи от практиката, така и тук преценката на лекуващия лекар е най-важна (5).

Противопоказания за употребата на системи за ВАЗР

Системи за ВАЗР не бива да се използват при пациенти с неоперативно лекуван остеомиелит, маржוליнови язви (кожни неоплазии, възникващи върху увредена преди това кожа, дългогодишни белези и хронични рани), алергия към някоя от съставките на системата, необследвани фистули, активно кървене, наличие на непочистени некротични тъкани (6, 7).

Приложение на ВАЗР

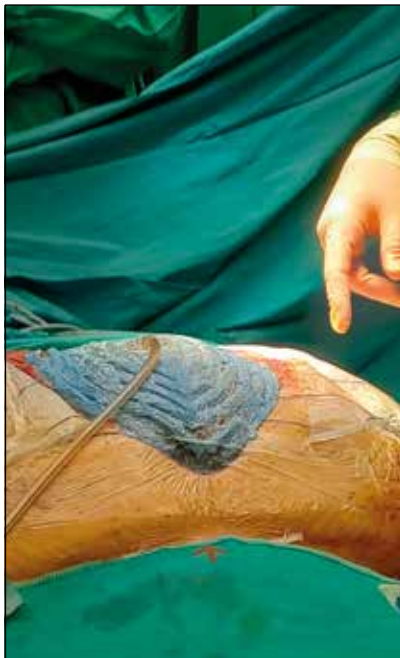
ВАЗР може да се използва и при рани с открити кръвоносни съдове, нерви и органи, при условие, че вакуумът не се прилага директно върху тях. В тези случаи между гъбата/марлята и съда/нерва/органа се поставят разделителни материали (специално фолио, разделителни мрежички). ВАЗР може да се прилага при пациенти, приемащи антикоагуланти и при пациенти с обширни наранявания.

Вакуумни превръзки могат да се поставят върху открити рани по повърхността на тялото и след присаждане на кожа (Фигура 5 и 6), в телесните кухини и в просвета на кухи коремни органи (Фигура 7), след затваряне на оперативни рани, с цел недопускане появата на инфекции.

Заклучение

Системи за вакуумно-асистирано затваряне на рани се използват широко в САЩ (от 1995 г. насам) и в много европейски държави. Употребата им е разрешена при трудно зарастващи открити рани, както и при патологични състояния на телесните кухини и кухите коремни органи.

Фигура 5. Вътрекормна вакуумна превръзка при пациент, развил абдоминален компартиментен синдром



В следващите статии от тази поредица ще бъдат представени различни системи за вакуумно лечение и указания за тяхното поставяне

Използвани съкращения:

ВАЗР - вакуумно-асистирано затваряне на рани
ЛРУОН - лечение на рани с употреба на отрицателно налягане
NPWT - negative pressure wound therapy
VAC - vacuum-assisted wound closure
VEGF - vascular endothelial growth factor, съдов ендотелен растежен фактор

Използвани източници:

- Price J. Dominique Anel and the small lachrymal syringe. Med History 1969;13:340-354 www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1033979/pdf/medhist00137-0037.pdf
- Miller C. The history of negative pressure wound therapy (NPWT): From „Lip Service“ to the Modern Vacuum System. J Am Coll Clin Wound Spec. 2013 Nov 28;4(3):61-2 www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213510313000730?via%3Dihub
- Encyclopaedia Britannica. Vacuum physics www.britannica.com/science/vacuum-physics
- Dirckx J. Negative pressure wound therapy. Health Professions Insititute. December 2008:17-18
- Panayi A., Leavitt T., Orgill D. Evidence based review of negative pressure wound therapy. World J Dermatol Feb 2017; 6(1):1-16 www.wjnet.com/2218-6190/full/v6/i1/1.htm
- Lo Torto F., Ruggiero M., Parisi P. et al. The effectiveness of negative pressure therapy on infected wounds: preliminary results. Int Wound J. 2017 Dec;14(6):909-914 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/iwj.12725>
- Shah M., Crane J. Marjolin Ulcer. Updated May 2022. StatPearls Publishing; Jan 2022 www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532861

Фигура 6. Вакуумна превръзка, поставена на пациент с обширна мекотъкнна инфекция след некроектомия в дясна глутелна и бедрена област.



Фигура 7. Набор за поставяне на вътрелуменна вакуумна превръзка. Тръбовидна пореста гъба е прикрепена към маркуч, с чиято помощ се отвеждат секретите (вдясно).

