

Гайко Оксана Георгієвна – доктор медичних наук, завідувача відділенням функціональної діагностики ГУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, вул. Бульварно-Кудрявська, 27, Київ, 01601, Україна. E-mail: ooksana.2010@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7925-9362>.

**Для кореспонденції: Радченко Катерина Андріївна**, лікар-рентгенолог, відділення діагностики ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, вул. Бульварно-Кудрявська, 27, Київ, 01601, Україна. Тел. +38(099)0183444. E-mail: [eagolubeva@ukr.net](mailto:eagolubeva@ukr.net).

**For correspondence: Radchenko Kateryna A.**, roentgenologist, Department of Functional Diagnosis and Roentgenology, SI “Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine”, 27 Bulvarno-Kudriavska St., Kyiv, 01601, Ukraine. Tel. +38(099)0183444. E-mail: [eagolubeva@ukr.net](mailto:eagolubeva@ukr.net).

**Для корреспонденции: Радченко Екатерина Андреевна**, врач-рентгенолог, отделение диагностики ГУ “Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины”, вул. Бульварно-Кудрявская, 27, Киев, 01601, Украина. Тел. +38(099)0183444. E-mail: [eagolubeva@ukr.net](mailto:eagolubeva@ukr.net).

УДК: 616-08-035:616.72-001.4:616-78

DOI: 10.37647/0132-2486-2020-105-2-52-60

## Лікування ран при негативному тиску (VAC) в ортопедичній хірургії (Огляд)

Зазірний І.М.<sup>1</sup>, Кравченко Д.Д.<sup>1</sup>, Андреев Атанас<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Клінічна лікарня “Феофанія” Державного управління справами, м. Київ

<sup>2</sup>Клініка ортопедії та травматології, Університетська багатопрофільна лікарня  
активного лікування “Святої Анни”, м. Софія, Болгарія

**Резюме.** Лікування ран при негативному тиску, у своєму найбільш вживаному варіанті – вакуумне закриття рани (англ. VAC), полягає у застосуванні субатмосферного (вакуумметричного) тиску на рану, яка ізольована спеціально розробленою пов'язкою і з'єднується трубою з відсмоктувальним насосом та дренажною системою збору. Дефекти шкіри надзвичайно часто зустрічаються в ортопедичній та травматологічній хірургії. VAC є цінним методом завдяки цілому ряду показників. Доведені фактори впливу включають збільшення кровотоку, стимуляцію ангіогенезу та зменшення площі поверхні рани. VAC можна використовувати для лікування посттравматичних та хірургічних ран, опіків та хронічних ран, таких як пролежні та виразки. Зниження частоти зміни пов'язок при VAC зменшує навантаження на персонал. Державні служби охорони здоров'я Австралії, Бельгії, Канади, Нової Зеландії, США, ФРН, Франції опублікували настанови щодо належної практики використання VAC зі специфічними та регламентованими вказівками. Метод VAC було покращено за рахунок впровадження декількох технологічних удосконалень, таких як силіконові оболонки, абсорбуючі пов'язки з різною щільністю та розміром пор та іригаційними системами. У результаті було одержано кращу адаптивність в умовах кожного конкретного випадку. Однак VAC не є оптимальним для кожного випадку та не може замінити необхідну хірургічну процедуру. Метою даного дослідження є аналіз принципів, практичних методів та показань до VAC.

**Ключові слова:** огляд; лікування ран при негативному тиску; загоєння ран; травматологія та ортопедія.

## Вступ

Терапія ран із застосуванням негативного тиску, у своєму найбільш вживаному варіанті – вакуумне закриття рани (англ. VAC), була впроваджена в США у 1997 році (Argenta and Morykwas) [1]. Субатмосферний тиск застосовується до поверхні рани, яка герметизується тонким шаром абсорбуючого матеріалу і з'єднується через трубку з відсмоктувальним пристроєм та дренажною системою збору. VAC набуває дедалі більшої популярності як метод, який скорочує кількість перев'язок, може застосовуватись одразу біля ліжка хворого та може зменшити період догляду за раною загалом.

VAC є допоміжним методом загоєння вибіркових хірургічних ран із високим ризиком ускладнень, гострих ран та певних хронічних ран після невдалого первинного загоєння. Негативний тиск застосовується, доки не з'явиться грануляційна тканина або не буде сприятливих умов для подальшого хірургічного втручання (наприклад, трансплантації шкірного клаптя).

Для досягнення хороших результатів лікування лікар має знати показання, методи застосування та науково-технічні досягнення цього методу. Державні служби охорони здоров'я Австралії, Бельгії, Канади, Нової Зеландії, США, ФРН, Франції видали свої рекомендації щодо застосування VAC [2]. У науковій літературі України питання застосування VAC у лікуванні хворих ортопедо-травматологічного профілю висвітлено мало.

У даній роботі ми проаналізували опубліковані механізми дії методики, показання і протипоказання її застосування, технічні питання використання VAC.

Було проаналізовано матеріал, викладений переважно в систематизованих оглядах, практичних рекомендаціях, доказових рекомендаціях, рандомізованих контрольованих дослідженнях (*рівень доказовості 1 та 2*), і на його основі сформульовано основні механізми дії даної методики лікування, технічні особливості та її перспективи.

**Метою нашої роботи** є ознайомлення широкого загалу ортопедів-травматологів з аналізом принципів застосування, практичних методів, показань та протипоказань до використання VAC.

### 1. Визначення та механізми дії VAC.

VAC пришвидшує формування грануляційної тканини за рахунок факторів місцевого субатмосферного тиску та дренивання виділень із рани [4, 5].

Принципи VAC відносно добре відпрацьовані [3, 4]:

1. На поверхню рани наносять абсорбуючий матеріал із пористою структурою таким чином, щоб він охопив контур рани, забезпечивши рівномірне зниження місцевого тиску.

2. Руйнування пор матеріалу під впливом негативного тиску скорочує площу поверхні рани, що приводить до зведення її країв.

3. Негативний тиск у поєднанні зі структурою відкритих комірок матеріалу приводить до трикратного збільшення міграції фібробластів та зменшення смерті клітин у 2,4 раза у порівнянні зі звичайною пов'язкою.

4. Підключення до центрального відсмоктувального пристрою дозволяє як постійно контролювати негативний тиск, так і збирати дренажний матеріал.

Доведено, що VAC стимулює місцеву регенерацію тканин, завдяки чому збільшується кровопостачання тканин навколо рани. У результаті утворюється більш міцна грануляційна тканина і зменшується площа поверхні рани [5]. На відміну від цього, немає жодних переконливих доказів, що VAC зменшує набряк або кількість бактерій у рані.

VAC раціонально застосовувати для лікування гострих та хронічних ран із метою:

1. Дренування ексудату з рани.

2. Посилення розвитку високоякісної грануляційної тканини, зменшуючи таким чином тяжкість та/або розмір рани, прискорюючи контрольоване спонтанне загоєння рани або полегшення процедури закриття хірургічної рани (зашивання її чи трансплантація шкірного клаптя).

3. Щоб уникнути втягування країв шкіри в рану, особливо після хірургічного втручання.

4. Забезпечити тимчасову пов'язку до того часу, поки не можуть бути проведені додаткові операції.

5. Враховуючи стерильні умови застосування, VAC може зменшити кількість бактеріального зараження ділянки хірургічного втручання до проведення хірургічної процедури.

VAC посилює утворення грануляційної тканини на ранах, що були очищені раніше, стимулюючи місцеву регенерацію тканин, тим самим покращуючи місцеве кровопостачання. Таке підвищення місцевої васкуляризації призводить до притоку фібробластів, які зменшують площу поверхні рани шляхом наближення її країв.

### 2. Технічні методи терапії ран при негативному тиску (VAC).

Більшість травматологів-ортопедів використовує єдиний вид абсорбуючого матеріалу та сталий рівень негативного тиску незалежно від типу рани.

В Європейському Союзі виробляють декілька пристроїв у промислових масштабах. Контейнер для збору є уніфікованим елементом, технічний стандарт набору є опційним. Інші відмінності включають розмір та тип абсорбуючої пов'язки, незалежно від того, чи модифікуються параметри негативного тиску, вартість та інші фактори. Пристрої без каністри існують (наприклад, PICO®, Smith i Nephew), однак вони призначені для ран із незначною кількістю ексудату або його відсутністю. На сьогодні не опубліковано жодних результатів перспективних клінічних досліджень, що порівнюють різні пристрої [6, 27].

*Види абсорбуючої пов'язки.* Більшість виробників постачає єдиний вид пов'язки. Пов'язки поділяються на 3 категорії:

- VAC CranuFoam® – це класична абсорбуюча пов'язка чорного кольору з великими порами, що стимулюють формування грануляційної тканини;
- VAC WhiteFoam – це біла пов'язка, що має менші пори, які захищають чутливі (уражені) тканини: болісні поверхневі рани, неглибоке розсічення, щільні рани;
- VAC GranuFoamSilver® – це сіра пов'язка, наближена до сріблястого кольору, що застосовується на інфікованих ранах.

Пов'язки викликають подразнення та пошкодження шкіри при накладанні на здорову шкіру. Через це здорову шкіру навколо рани слід захистити смужками ультратонкої гідроколоїдної пов'язки або клейкими смужками хірургічного матеріалу, якщо це дозволяє стан шкіри.

Абсорбуюча пов'язка не повинна безпосередньо контактувати з тканинами, такими як кістка, сухожилля, судини або життєво важливі органи, які мають бути відокремлені від пов'язки речовиною, що знежирює. Матеріал WhiteFoam можна використовувати окремо, як альтернативу [7].

*Проміжна поверхня.* Між раною та абсорбуючою пов'язкою можна розмістити проміжну поверхню. Зазвичай використовують її силіконовий варіант. Наявність проміжної поверхні може зменшити біль при знятті пристрою VAC. Крім того, проміжна поверхня захищає чутливі тканини (кровоносні судини та нерви) у відкритій рані. Це перешкоджає проникненню абсорбуючої пов'язки, залишеної на тривалий період, у рану. Додатковою перевагою є захист чутливих пучків грануляційної тканини, які можуть кровоточити при видаленні пов'язки. Таким чином, використання проміжної поверхні захищає тканину та забезпечує ефективне функціонування пристрою. Потрібно застосовувати один шар проміжної поверхні, оскільки два шари можуть перешкоджати міжвузловому простору один одного, тим самим заважаючи дії абсорбуючої пов'язки на грануляційну тканину рани [8].

*Як запобігти просочуванню.* При використанні апарату зовнішньої фіксації штифти можуть суттєво ускладнювати герметизацію рани, як результат може виникати просочування в аспіраційній системі. Щоб зменшити витік повітря, можна застосувати двосторонню клейку гідрогелеву смужку (VAC GEL) [9].

*Безперервне або перервне всмоктування.* VAC може застосовуватись як із безперервним, так і з перервним всмоктуванням. Безперервне всмоктування може бути більш ефективним протягом фази гідратції рани. За умов, коли складно досягти повної герметизації, безперервне всмоктування мінімізує ризик витоку. При використанні VAC для процедури пересадки шкіри безперервне всмоктування є обов'язковим, оскільки без нього трансплантат відшаровується при кожній про-

цедурі повернення до атмосферного тиску. Перервне всмоктування (протягом періоду 5 хвилин розподілених на 2-хвилинні інтервали) сприяє більшому стимулюванню утворення грануляційної тканини [10]. Перервне всмоктування особливо необхідно після фази очищення (за винятком випадків болю чи протікання).

*Встановлення тиску всмоктування.* Стандартний тиск всмоктування становить 125 мм рт. ст. Якщо застосування тиску всмоктування спричиняє біль, рекомендується поетапне підвищення тиску. Застосування нижнього рівня всмоктувального тиску може бути доцільним при ранах, що кровоточать, коли тиск 125 мм рт. ст. викликає біль або після трансплантації шкіри. Тиск всмоктування слід збільшувати до 175 мм рт. ст. при використанні абсорбуючих пов'язок високої щільності, таких як WhiteFoam®.

*Частота перев'язки.* VAC потрібно застосовувати як мінімум 22 години протягом 24-годинного циклу. У разі припинення роботи акумулятора чи протікання, що призводить до неналежної аспірації, пов'язку слід зняти, а пристрій вийняти, якщо він лишається неактивним понад 2 години. Пов'язку потрібно змінювати з інтервалом у 48-72 години або 3 рази на тиждень. Менша частота перев'язок призводить до блокування ексудатом абсорбуючого матеріалу, що знижує ефективність лікування. Інфіковані рани потребують проведення більш частих перев'язок. Каністру потрібно змінювати, якщо вона наповнена (наприклад, при подачі звукового сигналу) чи, як мінімум, раз на тиждень [11].

*Зняття пов'язки.* Щоб уникнути пошкодження та болю при знятті пов'язки, що склеїлася з раною, пристрій слід вимкнути за 30 хвилин до заміни пов'язки. У разі злипання матеріалу з раною, пов'язку можна змочити фізіологічним розчином натрію хлориду з розчином лідокаїну, якщо необхідно.

Існують різні методи використання VAC. Найбільш оптимальний варіант перев'язки слід обирати з урахуванням специфіки того чи іншого випадку та адаптувати режим аспірації.

### **3. Показання і протипоказання лікування ран при негативному тиску (VAC).**

Травматологи-ортопеди використовують VAC у випадку, коли важко досягти прямого закриття шкіри. VAC не потрібно застосовувати до аналізу всіх можливих ризиків, і якщо доцільно, то використовувати традиційні методи лікування ран. VAC є досить дорогим та не першочерговим методом лікування всіх дефектів шкіри. Деякі з дефектів можуть загоюватись при застосуванні традиційних протизапальних пов'язок.

Важливими критеріями до розгляду є: недоліки та протипоказання VAC, необхідні заходи безпеки та побічні дії, вказані виробником [12]).

Необхідно виконувати такі умови:

- а) спеціальна підготовка медичних працівників;
- б) інформація від пацієнта про об'єктивні небажані реакції та недоліки VAC;

в) застосування VAC у медичному закладі (у разі необхідності з подальшим застосуванням VAC вдома та щотижневою оцінкою первинно закріпленого лікаря);

г) застосування терміном максимум на 30 днів, з одноразовим поновленням первинно закріпленим лікарем.

*Показання.* Як метод лікування гострих ран першого ряду, VAC можна застосовувати в таких випадках:

– травматичні рани з глибоким та/або великим дефектом шкіри, що перешкоджає закриттю швами, з інфікуванням або без нього;

– хірургічне висічення з глибоким та/або великим дефектом шкіри, з інфікуванням або без нього;

– хірургічне розкриття рани, що є великою та/або пов'язана з факторами ризику (наприклад, діабет, ожиріння, літній вік, приймання глюкокортикоїдної терапії або іншого імунодепресанта, в'яла шкіра), попередньо обробленої за потреби рани з інфекцією або без неї.

VAC можна розпочати негайно (або як екстрену процедуру лікування травматичної рани) або з інтервалом. Різні місцеві хірургічні процедури є альтернативою VAC.

Щодо лікування хронічних ран VAC розглядається лише як метод лікування другого ряду після невдалої відповідної терапії першої лінії [8] з наступними завданнями:

– прискорити розвиток належної грануляційної тканини;

– скоротити час загоєння;

– з метою полегшення операції, якщо це виявиться необхідним (хірургічне закриття або шкірний трансплантат);

– уникати ускладнень, пов'язаних із хронічною ранною;

– для дренивання рідини з рани.

Державні служби охорони здоров'я Австралії, Бельгії, Канади, Нової Зеландії, США, ФРН, Франції видали рекомендації для низки конкретних ситуацій:

1. Виразки нижніх кінцівок, які потребують пересадки тканин: VAC можна застосовувати після лікування першопричини, у випадку, якщо виразки не зникають, незважаючи на оптимальну місцеву терапію протягом досить тривалого періоду (наприклад, 3-6 місяців для венозної виразки), необхідно підготуватися до хірургічної пересадки тканин (як альтернативу контрольованому спонтанному загоєнню);

2. Для пролежневих виразок 3-ї або 4-ї стадії – необхідно підготуватися до хірургічної пересадки тканин (як альтернатива контрольованому спонтанному загоєнню). Пролежневі виразки мають найбільші показання до застосування VAC. VAC не лише виводить рідину та некротичні матеріали з рани, але й покращує кровопостачання за рахунок посилення ангиогенезу та зменшує кількість бактерій;

3. Діабетичні виразки стопи з глибокими та/або значними дефектами шкіри: VAC можна застосовува-

ти за відсутності ранової ішемії або після ефективної процедури реваскуляризації, після очистки рани або санації (тимчасове застосування після оптимальних місцевих та системних методів лікування).

Будь-яку інфекцію кістки або м'яких тканин необхідно усунути перед початком VAC. Альтернативою VAC є контрольоване спонтанне загоєння з усуненням навантаження на ногу [13, 14].

*Травми м'яких тканин та рани при відкритих переломах.* На основі огляду літератури група з 422 міжнародних експертів дійшла консенсусу щодо хірургічних показань VAC для лікування гострих ран [15, 16]:

1. VAC можна використовувати, коли закриття рани неможливе або до затримки остаточного закриття.

2. VAC можна зупинити, коли стає можливим закриття рани.

3. VAC можна застосовувати для загоєння розрізів фасціотомії.

4. VAC можна застосовувати замість надто складної процедури закриття.

*Застосування VAC рекомендоване при складних переломах з оголенням кістки в кінці хірургічної процедури:*

1. При застосуванні в операційній VAC виконує функцію стерильної пов'язки.

2. VAC може бути тимчасовим рішенням до виконання процедури пластики шкіри.

3. VAC може забезпечити загоєння дефекту шкіри, за умови, що площа поверхні оголеної кістки невелика (приблизно 5×5 см, хоча детальна інформація в літературі відсутня), головним чином шляхом зведення країв рани разом, а не через утворення грануляційної тканини.

4. Якщо після двох стерильних змін VAC не відбувається покращення, слід розглянути можливість процедури пластики шкіри.

5. У разі, якщо некроз закритої рани над місцем внутрішньої фіксації кістки несе ризик апаратного оголення кістки:

а) VAC може бути тимчасовим рішенням до виконання процедури пластики шкіри;

б) VAC може бути тимчасовим рішенням до виконання процедури санації рани;

в) VAC не може замінити хірургічну санацію некротичних або заражених ділянок;

г) VAC запобігає утворенню грануляційної тканини над фіксаційною пластиною;

г) VAC можна застосовувати “профілактично” у пацієнтів із факторами ризику розходження країв рани (діабет, глюкокортикоїдна терапія, дуже літній вік), після заміни суглоба або внутрішньої фіксації, з метою покращення умов загоєння рани [17, 24].

*Застосування VAC рекомендоване при лікуванні опіків:*

– VAC може бути ефективною при запобіганні ускладнень та для посилення загоєння опікових травм,

– VAC можна використовувати для лікування часткового некрозу клаптя шкіри після висічення некротичних ділянок;

– VAC може служити для обробки донорських місць забору клаптів шкіри, закриття яких необхідно затримати;

*Протипоказання.* VAC не рекомендується і має бути призупиненою в наступних випадках:

– невеликі рани, які не потребують VAC;

– за відсутності покращення між двома послідовними перев'язками або після 1 тижня проведення VAC слід припинити.

Державні служби охорони здоров'я Австралії, Бельгії, Канади, Нової Зеландії, США, ФРН, Франції рекомендують уникати використання VAC у таких випадках [18, 19]:

– активна кровотеча з рани;

– руйнування тканин пухлиною (шкіри або прилеглих тканин), оскільки VAC стимулює ангіогенез і, отже, збільшує ріст пухлини;

– неконтрольована інфекція рани;

– наявність некротичної тканини, що потребує санації ранової поверхні;

– периферичні артеріальні захворювання нижніх кінцівок.

Крім того, Європейська комісія рекомендує наступні запобіжні заходи:

– переконатися, що в рані немає залишкової пухлинної тканини;

– якщо необхідно, використовувати кайму (між шкірою та слизовою оболонкою) для захисту оголених судинних ніжок (прямий контакт із піною може призвести до розриву кровоносних судин, тому за необхідності між судинами та піною повинен бути встановлений силіконовий інтерфейс);

– слід переконатися, що трубка не перебуває під жодною частиною тіла пацієнта (оскільки це може стимулювати пролежні);

– необхідно контролювати ризики, пов'язані із застосуванням антикоагулянтів у терапевтичних дозах;

– якщо буде складно досягти гомеостазу, зменшити аспіраційний тиск до 75 мм рт. ст.

При інфікованих ранах VAC може бути допоміжним засобом, але не може замінити лікування інфекції [16]. Рекомендації, яких потрібно дотримуватись для підвищення ефективності допоміжної дії VAC у лікуванні інфікованих ран:

– використовувати абсорбуючий матеріал, до складу якого входить срібло;

– вводити сольовий розчин для поліпшення дренажу;

– вводити антибактеріальний розчин.

У підсумку потрібно сказати, що VAC не слід використовувати регулярно. Необхідно обов'язково дотримуватись наступних рекомендацій: якщо стан рани не покращиться між двома послідовними перев'язками або після 1 тижня лікування, необхідно припинити за-

стосування VAC. Іншим варіантом є подальше висічення та зближення країв рани, щоб зробити можливим використання VAC при більш сприятливих умовах.

#### **4. Чи потрібні пацієнтам пересадка та часткова пересадка шкіри?**

У майбутньому VAC може ліквідувати необхідність часткової пересадки шкіри (клаптями). VAC використовується для отримання грануляційної тканини. Епідермізація грануляційної тканини відбувається спонтанно або після пересадки шкіри. Не рекомендується застосовувати VAC поверх основних судин і нервів, враховуючи ризик розриву та кровотечі, на противагу цьому, кайма (між шкірою та слизовою) може забезпечити достатній захист на короткий період. Подібно до цього не рекомендується застосовувати VAC безпосередньо при контакті з кісткою, особливо при відкритих переломах. Усі ці ситуації потребують покриття рани шкірним клаптом.

Проте VAC може забезпечити тимчасове покриття рани перед закриттям шкірним клаптом. При застосуванні в стерильних умовах VAC виступає бар'єром проти інфікування екзогенними організмами.

VAC також використовується як доповнення до покриття шкірним клаптом [20]. Також відомо, що VAC служить рятувальною процедурою у випадку венозного застою або для захисту судинних ніжок. В останній ситуації між абсорбуючим матеріалом та судинними ніжками повинен бути встановлений силіконовий інтерфейс.

Дослідження показали, що утворення грануляційної тканини над кісткою можна отримати, комбінуючи VAC із розсвердлюванням кортикального шару кістки. Шкірний замінник може допомогти у даній ситуації, оскільки грануляційна тканина, отримана після кортикального розсвердлювання, є досить тонкою, а розміщення шкірного трансплантата розщепленої товщини над нею, утворює прилеглу шкіру низької якості, що має високий ризик появи вторинних виразок. Шкірний замінник / субстрат (наприклад, Integra® або Matriderm®) можна прокласти між шкірним трансплантатом розщепленої товщини та грануляційною тканиною. Отримана таким чином шкіра товстіша, з більш щільною еластичною дермою. Ця технологія застосовується у пацієнтів з обширними опіками, у яких недостатньо ділянок для забору шкірних лоскутів та трансплантатів [21]. VAC у поєднанні з промиванням рани також може утворювати грануляційну тканину над кісткою, коли окістя є незараженим [22, 23].

VAC може служити для фіксації шкірних трансплантатів [23]. Всмоктування повинно бути безперервним, щоб підвищити стабільність трансплантата, а тиск всмоктування слід знизити до 75 мм рт. ст. VAC забезпечує дренажування ранового ексудату та полегшує накладання трансплантата.

У пацієнтів зі значними скальпованими ранами шкіра пересаджується після видалення жирової тканини та свердління. Потім VAC наноситься на шкіру, де вона

виступає як гігантська марлева прокладка, підтримуючи рівномірний контакт між шкірним трансплантатом і раною та дренуючи рідину, що може збиратися між цими двома шарами. Ці дії сприяють приживанню трансплантата. Першу пов'язку залишають на місці на 4-5 днів.

Клапті тканини для пересадки мають безліч показань до застосування. Комбіноване застосування VAC та шкірного замітника може в майбутньому стати справжньою альтернативою пересадці шкірних клаптів у ретельно відібраних ситуаціях. VAC може суттєво сприяти фіксації великих шкірних трансплантатів, які використовуються для покриття скальпованих ран.

### **5. Майбутнє: напрямки оптимізації лікування ран негативним тиском (VAC).**

На сьогодні опубліковано багато робіт, що стосуються лікування ран негативним тиском. Щодо питань лікування ран VAC простежується декілька напрямків досліджень.

*VAC та крапельне введення.* VAC ULTA™ або VAC VERAFLOR™ – це система промивання, поєднана з пристроєм переривчастого негативного тиску. Введена рідина є або фізіологічним розчином для сприяння очищення ран шляхом створення вологого середовища, або антисептиком у разі зараження ран [25]. VAC у поєднанні з введенням лікарських препаратів крапельно може прискорити загоєння ран [26].

*VAC та запобігання зяянню ран.* Пристрої негативного тиску, які не мають резервуарів для збору рідини, тепер доступні (Prevena™, Kci™). Вони були розроблені для запобігання зяянню ран. Вони здаються ефективними у запобіганні зяянню ран та утворенні сером, особливо у пацієнтів із високим ризиком (надмірна маса тіла або похилий вік) [27]. Застосовується стандартний тиск всмоктування 125 мм рт. ст. Це профілактичне лікування не зменшує потреби в скрупульозній техніці при зашиванні рани. Ми, ймовірно, будемо спостерігати розширення діапазону показань VAC та його подальше вдосконалення у майбутньому.

## **Висновки**

Проаналізовані нами публікації (переважно 1-го та 2-го рівня доказовості) вказують на те, що VAC потрібно застосовувати з обмеженою тривалістю, у ретельно відібраних пацієнтів зі специфічними типами хронічних ран (як лікування 2-ї лінії) або гострих ран (як лікування 1-ї лінії у деяких випадках). При запуску процедури VAC необхідно визначити чітку мету загоєння рани, після чого потрібно уважно стежити за досягненням цієї мети. За відсутності будь-якого поліпшення між двома послідовними змінами пов'язок або після одного тижня лікування необхідно розглянути питання щодо припинення застосування VAC.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час підготовки статті.

## **References**

1. Argenta L.C., Morykwas M.J. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast. Surg.* 1997; 38: 563–76.
2. Ubbink D.T., Westerbos S.J., Evans D., Land L., Vermeulen H. Topical negative pressure for treating chronic wounds. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008 Jul 16;(3):CD001898. doi: 10.1002/14651858.CD001898.pub2.
3. McNulty A.K., Schmidt M., Feeley T., Kieswetter K. Effects of negative pressure wound therapy on fibroblast viability, chemotactic signaling, and proliferation in a provisional wound (fibrin) matrix. *Wound Repair Regen* 2007; 15: 838–46. doi: 10.1111/j.1524-475X.2007.00287.x.
4. McNulty A.K., Schmidt M., Feeley T., Villanueva P., Kieswetter K. Effects of negative pressure wound therapy on cellular energetics in fibroblasts grown in a provisional wound (fibrin) matrix. *Wound Repair Regen* 2009; 17: 192–9. PMID: 19320887.
5. Morykwas M.J., Simpson J., Punger K., Argenta A., Kremers L., Argenta J. Vacuum-assisted closure: state of basic research and physiologic foundation. *Plast Reconstr Surg* 2006; 117 (7 Suppl.): S121–6. PMID: 16799379.
6. Baharestani M., De Leon J., Mendez-Eastman S., Powell G., Weir D., Niezgod J. Consensus statement: a practical guide for managing pressure ulcers with negative pressure wound therapy utilizing vacuum-assisted closure- understanding the treatment algorithm. *Advance Skin Wound Care* 2008; 21 (Suppl. 1): 1–20.
7. Baharestani M.M., Driver V.R., De Leon J.M., Gabriel A., Kaplan M., Lantis J. Optimizing clinical and cost effectiveness with early intervention of VAC therapy. *Ostomy Wound Manage* 2008; 54 (11 Suppl.): 1–15.
8. Mouës C.M., Heule F., Hovius S.E. A review of topical negative pressure therapy in wound healing: sufficient evidence? *Am J Surg.* 2011; 201: 544–56. PMID: 21421104.
9. Bulla A., Farace F., Uzel A.P., Casoli V. Negative pressure wound therapy and external fixation device: a simple way to seal the dressing. *J Orthop. Trauma* 2014; 28 (7): e176–7. PMID: 24296597.
10. Whitney J., Phillips L., Aslam R., Barbul A., Gottrup F., Gould L. Guidelines for the treatment of pressure ulcers. *Wound Repair Regen* 2006; 14: 663–79.
11. Krug E., Berg L., Lee C., Hudson D., Birke-Sorensen H., Depoorter M. Evidence-based recommendations for the use of negative pressure wound therapy in traumatic wounds and reconstructive surgery: steps towards an international consensus. *Injury* 2011; 42: S1–12. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(11\)00041-6](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(11)00041-6).
12. Birke-Sorensen H., Malmso M., Rome P., Hudson D., Krug E., Berg L. Evidence-based recommendations for negative pressure wound therapy: treatment variables (pressure levels, wound filler and contact layer)-steps towards an international consensus. *J Plast. Reconstr. Aesthet. Surg* 2011; 64: S1–16. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2011.06.001>.
13. Gabriel A., Kahn K.M. New advances in instillation therapy in wounds at risk for compromised healing. *Surg Technol Int* 2014; 24:7 8–81. PMID: 24700215.
14. Rycerz A.M., Allen D., Lessing M.C. Science supporting negative pressure wound therapy with instillation. *Int Wound J* 2013; 10: 20–4. PMID: 24251840.
15. Gabriel A., Rauen B. Simplified negative pressure wound therapy with instillation: advances and recommendations. *Plast Surg Nurs* 2014; 34: 88–92. <https://doi.org/10.1097/psn.0000000000000033>.
16. Gupta S., Gabriel A., Lantis J., Téot L. Clinical recommendations and practical guide for negative pressure wound therapy with instillation. *Int Wound J* 2016. Apr; 13(2): 159-174. PMID: 26011379.

17. Scalise A., Calamita R., Tartaglione C., Pierangeli M., Bolletta E., Gioacchini M. 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 Dec; 13(6):1260-1281. doi: 10.1111/iwj.12492.
18. Horch R.E. Incisional negative pressure wound therapy for high-risk wounds. *J Wound Care* 2015; 24 (4 Suppl.): 21–8. PMID: 25853645.
19. Vikatmaa P., Juutilainen V., Kuukasjarvi P., Malmivaara A. Negative pressure wound therapy: a systematic review on effectiveness and safety. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008;36(4):438-48. PMID: 18675559.
20. Pham C.T., Middleton P.E., Maddern G.J. The safety and efficacy of topical negative pressure in non-healing wounds: a systematic review. *J Wound Care* 2006;15(6):240-50. <https://doi.org/10.12968/jowc.2006.15.6.26926>.
21. Peinemann F., McGauran N., Sauerland S., Lange S. Disagreement in primary study selection between systematic reviews on negative pressure wound therapy. *BMC Med Res Methodol* 2008; 8: 41.
22. Wild T., Stremitzer S., Budzanowski A., Hoelzenbein T., Ludwig C., Ohrenberger G. Definition of efficiency in vacuum therapy--a randomised controlled trial comparing with V.A.C. Therapy. *Int Wound J* 2008;5(5):641-7. <https://doi.org/10.1111/j.1742-481x.2007.00407.x>.
23. Llanos S., Danilla S., Barraza C., Armijo E., Pinos J.L., Quintas M. Effectiveness of negative pressure closure in the integration of split thickness skin grafts: a randomized, double masked, controlled trial. *Ann Surg* 2006;244(5):700-5. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000217745.56657.e5>.
24. Armstrong D.G., Lavery L.A. Diabetic Foot Study Consortium. Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2005;366(9498):1704-10. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(05\)67695-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(05)67695-7).
25. Vuerstaek J.D., Vainas T., Wuite J., Nelemans P., Neumann M.H., Veraart J.C. State-of-the-art treatment of chronic leg ulcers: A randomized controlled trial comparing vacuum-assisted closure (V.A.C.) with modern wound dressings. *J Vasc Surg* 2006;44(5):1029-37. doi: 10.1016/j.jvs.2006.07.030.
26. Nam D., Shershon R., Levine B., Della Valle C. The Use of Closed Incision Negative-Pressure Wound Therapy in Orthopaedic Surgery // *J Am Acad. Orthop. Surg.* 2018, Vol. 26, N 9, pp. 295-302, DOI: 10.5435/JAAOS-D-17-00054.
27. Petrou S., Parker B., Masters J., Achten J., Bruce J., Lamb S., Parsons N., Costa M.L. Cost-effectiveness of negative-pressure wound therapy in adults with severe open fractures of the lower limb: evidence from the WOLFF randomized controlled trial // *Bone Joint J* 2019; 101-B: 1392–1401. DOI:10.1302/0301-620X.101B11. BJJ-2018-1228.
28. Strungala V., Martin R. Meta-Analysis of Comparative Trials Evaluating a Prophylactic Single-Use Negative Pressure Wound Therapy System for the Prevention of Surgical Site Complications. *Surg Infect (Larchmt)* 2017 Oct;18(7):810-819. doi: 10.1089/sur.2017.156.
29. Agarwal A. Management of Closed Incisions Using Negative-Pressure Wound Therapy in Orthopedic Surgery *Plast Reconstr Surg* 2019 Jan;143(1S Management of Surgical Incisions Utilizing Closed-Incision Negative-Pressure Therapy):21S-26S. doi: 10.1097/PRS.00000000000005308.
30. Wang C., Zhang Y., Qu H. Negative Pressure Wound Therapy for Closed Incisions in Orthopedic Trauma Surgery: A Meta-Analysis. *Orthop Surg Res* 2019 Dec 11;14(1):427. doi: 10.1186/s13018-019-1488-z.

## Negative Pressure Wound Therapy in Orthopedic Surgery (Review)

Zazirnyi I.M.<sup>1</sup>, Kravchenko D.D.<sup>1</sup>, Andreev Atanas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Clinical Hospital "Feofaniya" of the Agency of State Affairs, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Orthopedics and Traumatology Department, University Multiprofile Hospital for Active Treatment "Santa Anna", Sofia, Bulgaria

**Summary.** Negative pressure wound therapy (NPWT), in its most used Vacuum Assisted Closure (VAC) variant consists in applying subatmospheric pressure to a wound that is sealed off by a specially designed dressing and connected by a tube to a suction pump and drainage collection system. Skin defects are extremely common in orthopedic and trauma surgery. VAC is valuable across a range of indications. Proven effects include an increase in blood flow, stimulation of angiogenesis, and a decrease in wound surface area. VAC can be used to treat post-traumatic and surgical wounds, burns, and chronic wounds such as pressure sores and ulcers. The lower frequency of dressing changes with VAC lightens the staff workload. The public health services of Australia, Belgium, Canada, New Zealand, the United States, Germany, and France have issued good practice guidelines for the use of VAC in specific and limited indications. VAC has benefited from the introduction of several technological improvements such as silicone interfaces, foam dressings with various densities and pore sizes, and irrigation systems. The result of using this method is greater adaptability to each specific situation. Nevertheless, VAC is not appropriate in every case and cannot replace a necessary surgical procedure. The aim of this study is to review the principles, practical modalities, and indications of VAC.

**Key word:** negative pressure wound therapy; wound healing; traumatology and orthopedics.

## Лечение ран при отрицательном давлении (VAC) в ортопедической хирургии (Обзор)

Зазирный И.М.<sup>1</sup>, Кравченко Д.Д.<sup>1</sup>, Андреев Атанас<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Клиническая больница "Феопания" Государственного управления делами, г. Киев

<sup>2</sup>Клиника ортопедии и травматологии, Университетская многопрофильная больница активного лечения "Святой Анны", г. София, Болгария

**Резюме.** Лечение ран при отрицательном давлении, в его наиболее частом варианте – вакуумное закрытие раны (анг. VAC), заключается в использовании субатмосферного (вакуумметричного) давления на рану, которая изолирована специально разработанной повязкой и соединяется трубкой с всасывающим насосом и дренажной системой сбора. Дефекты кожи чрезвычайно распространены в ортопедической и травматологической хирургии. VAC является ценным методом благодаря целому ряду показателей. Доказанные факторы воздействия включают увеличение кровотока, стимуляцию ангиогенеза и уменьшение площади поверхности раны. VAC можно использовать для лечения посттравматических и хирургических ран, ожогов и хронических ран, таких как язвы и пролежни. Уменьшение частоты смены повязок при VAC снижает нагрузки на персонал. Государственные службы здравоохранения Австралии, Бельгии, Канады, Новой Зеландии, США, ФРГ, Франции опубликовали руководящие принципы по надлежащему использованию VAC со специфическими и регламентированными указаниями. Метод VAC был усовершенствован за счет внедрения нескольких технологических улучшений, таких как силиконовые оболочки, абсорбирующие повязки с разной плотностью и размером пор и ирригационными системами. В результате была получена наилучшая адаптивность в условиях каждого конкретного случая. Тем не менее, VAC не является оптимальным для каждого случая и не может заменить необходимую хирургическую процедуру. Целью данного исследования является анализ принципов, практических методов и показаний к VAC.

**Ключевые слова:** обзор; лечение ран при отрицательном давлении; заживление ран; травматология и ортопедия.

### Відомості про авторів:

Зазірний Ігор Михайлович – доктор медичних наук, керівник Центру ортопедії, травматології і спортивної медицини клінічної лікарні "Феопанія" Державного управління правами, вул. акад. Заболотного, 21, Київ, 03143, Україна. E-mail: zazirny@ukr.net. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7890-1499>.

Кравченко Данил Денисович – лікар-інтерн Центру ортопедії, травматології і спортивної медицини клінічної лікарні "Феопанія" Державного управління правами, вул. акад. Заболотного, 21, Київ, 03143, Україна. E-mail: [alkravad@gmail.com](mailto:alkravad@gmail.com). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7489-5140>.

Андреев Атанас – кандидат медичних наук, лікар клініки ортопедії та травматології, Університетська багатопрофільна лікарня активного лікування "Святої Анни", вул. Димитр Молов, 1, Софія, Болгарія. E-mail: [tato117@mail.bg](mailto:tato117@mail.bg). ORCID: [orcid.org/0000-0002-7957-6787](http://orcid.org/0000-0002-7957-6787).

### Information about authors:

Zazirnyi Ihor Mykhailovych – D.Med.Sc., head of the Center of Orthopedics, Traumatology and Sports Medicine of Clinical Hospital "Feofaniya" of the Agency of State Affairs, 21 Zabolotnobo akademika St., Kyiv, 03143, Ukraine. E-mail: [zazirny@ukr.net](mailto:zazirny@ukr.net). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7890-1499>.

Kravchenko Danyl Denysovych – intern doctor at the Center of Orthopedics, Traumatology and Sports Medicine of Clinical Hospital "Feofaniya" of the Agency of State Affairs, 21 Zabolotnobo akademika St., Kyiv, 03143, Ukraine. E-mail: [alkravad@gmail.com](mailto:alkravad@gmail.com). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7489-5140>.



*Andreev Atanas – Ph.D. in Medicine, doctor at the Department of Orthopedics and Traumatology, University Multiprofile Hospital for Active Treatment “Santa Anna”, 1 Dymytr Molov St., Sofia, Bulgaria. E-mail: tato117@mail.bg. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7957-6787>.*

**Сведения об авторах:**

*Зазирний Игорь Михайлович – доктор медицинских наук, руководитель Центра ортопедии, травматологии и спортивной медицины клинической больницы “Феофания” Государственного управления делами, ул. акад. Заболотного, 21, Киев, 03143, Украина. E-mail: [zazirny@ukr.net](mailto:zazirny@ukr.net). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7890-1499>.*

*Кравченко Данил Денисович – врач-интерн Центра ортопедии, травматологии и спортивной медицины клинической больницы “Феофания” Государственного управления делами, ул. акад. Заболотного, 21, Киев, 03143, Украина. E-mail: [alkravad@gmail.com](mailto:alkravad@gmail.com). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7489-5140>.*

*Андреев Атанас – кандидат медицинских наук, врач клиники ортопедии и травматологии, Университетская многопрофильная больница активного лечения “Святой Анны”, ул. Димитр Молов, 1, София, Болгария. E-mail: [tato117@mail.bg](mailto:tato117@mail.bg). ORCID: [orcid.org/0000-0002-7957-6787](http://orcid.org/0000-0002-7957-6787).*

**Для кореспонденції: Зазірний Ігор Михайлович**, вул. Дашавська, 25, кв. 14, 03056, Київ, Україна. Тел. +38(067)7563247. Факс: +38(044)2596768. E-mail: [zazirny@ukr.net](mailto:zazirny@ukr.net).

**For correspondence: Zazirnyi Ihor M.**, Apt. 14, 25 Dashavska St., 03056, Kyiv, Ukraine. Tel. +38(067)7563247. Fax. +38(044)2596768. E-mail: [zazirny@ukr.net](mailto:zazirny@ukr.net).

**Для корреспонденции: Зазірний Ігор Михайлович**, ул. Дашавская, 25, кв. 14, 03056, Киев, Украина. Тел. +38(067)7563247. Факс: +38(044)2596768. E-mail: [zazirny@ukr.net](mailto:zazirny@ukr.net).

УДК: 616.71-007.1-02:616.13/616.14-007.17-053.1(048.8)

DOI: 10.37647/0132-2486-2020-105-2-60-67

## Судинна мальформація як ортопедична проблема (Огляд)

*Гук Ю.М., Зима А.М., Кінча-Поліщук Т.А., Чеверда А.І.,  
Видерко Р.В., Скуратов О.Ю.*

*ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, м. Київ*

**Резюме.** У даній статті на основі літературних джерел висвітлено сучасні погляди на проблему ортопедичних проявів при судинних мальформаціях. Детально описано наукові досягнення, що стосуються етіопатогенезу, класифікації, клініко-ортопедичних проявів та тактики лікування патології опорно-рухового апарату при судинних мальформаціях. Також авторами окреслені ключові нерозв'язані теоретично-практичні питання, що стосуються ортопедичних проявів при даній нозології, анонсовано шляхи їх розв'язання.

**Ключові слова:** огляд; судинні мальформації; ортопедична патологія; різниця довшини нижніх кінцівок.