

П. О. Герасимчук, Д. Б. Фіра, А. В. Павлишин, Н. І. Гриньків

Кафедра загальної хірургії (зав. – проф. І. М. Дейкало) Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль

ВАКУУМНА ТЕРАПІЯ В ЛІКУВАННІ УСКЛАДНЕНИХ ФОРМ ДІАБЕТИЧНОЇ СТОПИ

Резюме. За останніми даними Міжнародної діабетичної федерації (IDF), кількість хворих на цукровий діабет на сьогоднішній день становить більше 415 млн осіб на Землі, до 2030 року вона збільшиться до 439 млн, а до 2035 року – сягне 592 млн. Упродовж життя хворих на цукровий діабет синдром діабетичної стопи (СДС) розвивається у 4,6-25% з подальшим формуванням ран, лікування яких на сучасному етапі не можна визнати задовільним, так як у 15-25% хворих вони є безпосередньою причиною високих ампутацій нижніх кінцівок. Це вимагає від спеціалістів, як хірургів так і ендокринологів, пошуку нових ефективних методів лікування ранових дефектів у цієї групи хворих, одним з яких є вакуумна терапія ран. Метою даної роботи було дослідити ефективність вакуумної терапії в лікуванні гострого та хронічного ранового процесу у пацієнтів на СДС залежно від патогенетичної форми ураження. Матеріал і методи. Досліджено вплив вакуумної терапії протягом гострого та хронічного ранового процесу у 187 хворого з нейропатичною та ішемічною формою синдрому діабетичної стопи впродовж 2018-2024 років. Динаміку ранового процесу оцінювали на основі клінічних, планіметричних, мікробіологічних, морфологічних методів та показників мікроциркуляції у перираневої ділянці. Результати. Вплив негативного тиску за умов гострих та хронічних ран у пацієнтів з різними патогенетичними формами СДС дозволяє стабілізувати перебіг ранового процесу, стимулювати регенераторні процеси в рані, покращити локальну мікроциркуляцію ($p < 0,05$). Що дозволяє в більш короткий термін підготувати рану до закриття одним із методів пластичної хірургії, або створити сприятливі умови для її самостійної епітелізації. У пацієнтів з ішемічною формою ураження (хронічна артеріальна недостатність III ступеня) проведення вакуумної терапії за стандартною методикою призводить до посилення больового синдрому. Що зумовлює необхідність застосовувати початковий негативний тиск у системі в діапазоні 70-80 мм рт. ст., останнє впродовж доби дозволяє купувати біль. Вже на 2-3 добу післяопераційного періоду негативний тиск встановлюється на стандартних величинах. Висновки. Вакуумна терапія ран у хворих з синдромом діабетичної стопи, є ефективним методом лікування, який дозволяє скоротити терміни стаціонарного лікування даної групи пацієнтів з нейропатичною формою на $(4,1 \pm 1,6)$ ліжко-днів та пацієнтів з ішемічною формою – на $(4,6 \pm 2,3)$ ліжко-днів, що має не тільки медичне, а й соціальне значення.

Ключові слова: цукровий діабет, синдром діабетичної стопи, вакуумна терапія ран.

У сучасному світі цукровий діабет (ЦД) визнаний медичною спільнотою одним із найважливіших неінфекційних захворювань, поширеність якого набула масштабів пандемії [1-3]. За останніми даними Міжнародної діабетичної федерації (IDF), кількість хворих на ЦД зараз становить більше 415 млн чоловік, до 2030 року вона збільшиться до 439 млн, а до 2035 року – 592 млн. [4, 5].

Упродовж життя хворих на цукровий діабет, синдром діабетичної стопи (СДС) розвивається у 4,6-25%. За інформацією від IDF у 25-47% випадків госпіталізація хворих з ЦД пов'язано з ураженням стоп різного характеру. Лікування даної групи пацієнтів поглинає близько 10% національних бю-

джетів охорони здоров'я, що сягає в окремих випадках 4,6-13,7 млрд дол. у різних країнах [6].

На сучасному етапі лікування хворих з СДС ще не можна визнати задовільним, оскільки в 15-25% даної групи пацієнтів, останнє слугує безпосередньою причиною високих ампутацій нижніх кінцівок. Тому на сьогодні, в світлі вищеведеного, у місцевому лікуванні ран за умов ЦД з розвитком СДС, все більшого значення надають застосуванню негативного тиску, позитивний ефект якого описаний у низці робіт [7-10]. Однак у пацієнтів з СДС цей метод місцевого лікування ран вивчений недостатньо, особливо за умов розвитку різних патогенетичних форм [8, 11, 12].

Мета дослідження: дослідити ефективність вакуумної терапії в лікуванні гострого та хронічного ранового процесу у хворих з ускладненими формами СДС залежно від патогенетичної форми ураження.

Матеріал і методи. В умовах стаціонару було проведено відкрите, спостережливе, багатоцентрове, ретроспективне, рандомізоване, контрольоване, порівняльне обстеження пацієнтів основної (яким в лікуванні ран використовувалася вакуумна терапія) та контрольної (вакуумна терапія не застосовувалася) груп. Рандомізація пацієнтів проводилася за таблицею випадкових чисел.

Класифікацію уражень нижніх кінцівок проводили за глибиною ураження (класифікація Меггіт-Вагнера) та за патогенетичними формами захворювання (класифікація I-го Міжнародного симпозіуму з діабетичної стопи, Нідерланди, 1991 р.). Відповідно до чого окремо змішану форму ураження не виділяли. Пацієнти цієї групи були розподілені між нейропатичною (НФ) та ішемічною формою (ІФ) ураження залежно від показників периферійної гемодинаміки. Паралельно з цим хворі були розподілені на пацієнтів із гострими та хронічними ранами.

Також у дослідження були включені пацієнти з ускладненими формами синдрому діабетичної стопи з наявними гострими та хронічними рановими дефектами. Критерії включення яких були: вік від 23 до 79 років; цукровий діабет 2-типу; наявність СДС з ураженням стопи II-IV ступеня за класифікацією Меггіт-Вагнера. Критеріями виключення слугували: ураження стопи 0, V ступеня; критична ішемія нижніх кінцівок; хворі, які підлягали ревазуляризуючим втручанням на артеріальному судинному руслі нижніх кінцівок.

Дослідження проведено на базі клініки загальної хірургії Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України (хірургічне відділення Тернопільської міської комунальної лікарні швидкої допомоги). На момент госпіталізації хворим проводилося комплексне клінічне та лабораторне дослідження за загальноприйнятими методиками. Лабораторні тести проведено у лабораторії Тернопільської міської комунальної лікарні швидкої допомоги.

Всім пацієнтам виконувалося комплексне диференційоване патогенетичне хірургічне лікування та консервативна терапія з застосуванням препаратів простого інсуліну, розвантаження ураженої кінцівки, до загоєння ранових дефектів.

Дослідження проводилося у період з вересня 2018 р. по листопад 2024 р. У грудні 2024 р. – січні 2025 р. проводився статистичний аналіз результатів дослідження та оформлення статті.

Пацієнтам на гострі гнійно-некротичні ураження стоп виконували хірургічну обробку з проведенням, за показами, ампутацій пальців або окремих сегментів стопи. У пацієнтів із хронічними ранами виконували їх хірургічну обробку. Після хірургічної обробки патологічного вогнища усі пацієнти були розподілені на досліджувані групи.

Основна група. Пацієнтам проводилася стала вакуумна терапія ран у діапазоні негативного тиску від -80 до -120 мм рт. ст. із застосуванням апарату вакуумної терапії GENADYNE XLR8 Plus (США) та оригінальних перев'язувальних наборів до нього. Кожні 3-5 днів проводилися перев'язки залежно від ступеня ексудації та динаміки перебігу ранового процесу.

Контрольна група. У даній групі пацієнтам проводилося місцеве лікування ран відповідно до фаз ранового процесу, з застосуванням антисептиків (діоксидин, хлоргексидин, повідон-йод) та мазей на гідрофільній основі (левосин, левомеколь, офлокаїн). Перев'язки виконувались щоденно.

Під час дослідження оцінку динаміки перебігу ранового процесу проводили на основі зміни площі ран, цитологічної картини, характеру мікрофлори, морфологічних змін тканин рани та показників мікроциркуляції в перираневої ділянці. Паралельно з цим у динаміці досліджували зміни клінічної картини та інтегральних гематологічних індексів ендогенної інтоксикації. Було вивчено вплив вакуумної терапії на динаміку клінічного перебігу ранового процесу.

При формуванні груп пацієнтів, були використані наступні критерії: вік, стать, тип, тяжкість, компенсація та тривалість цукрового діабету, патогенетична форма СДС, характер та глибина ранового процесу.

Дослідження динаміки змін площі ранового дефекту під час лікування проводили планіметричним методом за методикою Л. М. Попової. Динаміку зростання грануляційної тканини та обсягу ранового дефекту визначали гідрометричним методом.

Цитологічне дослідження мазків-відбитків із рани проводили за методикою М. П. Покровської, М. С. Макарова у модифікації М. Ф. Камаєва.

На кафедрі мікробіології, вірусології та імунології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України проводили дослідження ранового ексудату з ідентифікацією мікроорганізмів та визначенням їх чутливості до антибактеріальних препаратів.

На кафедрі патологічної анатомії із секційним курсом та судовою медициною Тернопільського національного медичного університету імені

І. Я. Горбачевського МОЗ України проводилися морфологічні дослідження тканин ран. Матеріал для дослідження брали шляхом інцизійної біопсії під час оперативних втручань або при перев'язках пацієнтів. Виготовлення та забарвлення гістологічних препаратів проводили гематоксиліном та еозином за загальноприйнятими методиками, з подальшим світлооптичним дослідженням.

Мікроциркуляцію в перираневій ділянці визначали методом лазерної доплерівської флоурометрії з допомогою апарату «ЛАКК-02» та обробкою даних з використанням спеціалізованої комп'ютерної програми.

У всіх пацієнтів, які були відібрані для проведення дослідження, було отримано письмову поінформовану згоду на запропоновані методи обстеження та лікування.

Отримані в процесі виконання дослідження числові результати проходили статистичну обробку з допомогою пакетів прикладних програм

S-plus 2000, Excel. Оцінку характеру розподілу ознак проводили з використанням тестів Шапіро-Вілکا, Колмогорова-Смірнова враховуючи відсутність достовірних відмінностей у зазначених тестах ($p > 0,05$), розподіл вважали нормальним. Описові статистичні дані представлені як $M \pm m$, де M – середнє значення, m – стандартне відхилення. У відсоткових співвідношеннях представлені категоріальні змінні. Статистична достовірність показників з розрахунком t -критерію Стюдента визначалася у пацієнтів основної та контрольної груп. Достовірними відмінностями приймалися за рівня значущості $p < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. В основі проведеного дослідження лежать результати комплексного клінічного обстеження та лікування 187 пацієнтів з ускладненими формами СДС. Пацієнти основної та контрольної груп між собою не відрізнялися ($p < 0,05$), враховуючи основні клінічні показники (табл. 1).

Таблиця 1

Клінічна характеристика обстежених пацієнтів

Показник	Основна група (n=133)	Контрольна група (n=54)
Вік	61,2 $\pm$ 4,2 років	56,4 $\pm$ 4,3 років
Стать (чоловіча/жіноча)	102/31	28/26
Тривалість перебігу цукрового діабету	9,8 $\pm$ 3,1 років	10,1 $\pm$ 2,4 років
Тяжкість цукрового діабету (легка, середня, тяжка)	32/86/15	9/32/13
Ступінь компенсації цукрового діабету (компенсація, суб-, декомпенсація)	17/106/10	8/29/17
Патогенетична форма синдрому діабетичної стопи (нейропатична, ішемічна)	96/37	36/18
Характер ранового процесу (гострий, хронічний)	114/19	38/16
Ступінь ураження за Wagner (II, III, IV)	8/106/19	7/28/19

Проведені дослідження дають змогу сказати, що використання вакуумної терапії для лікування гострих та хронічних ран у пацієнтів на СДС має позитивний ефект на місцевому та системному рівні.

Формування здорової грануляційної тканини у пацієнтів з невропатичною формою (НФ) СДС починалося з (4,51 $\pm$ 0,92) дня, а до (6,32 $\pm$ 0,41) дня ранові поверхні були готові для проведення їхнього пластичного закриття одним з методів пластичної хірургії (аутодермопластика чи накладання вторинних швів). У контрольній групі пластичне закриття ран було можливим тільки з (9,38 $\pm$ 1,42) доби ($p < 0,05$).

Формування грануляційної тканини у пацієнтів з ішемічною формою (ІФ) СДС починалося з (6,42 $\pm$ 1,13) дня ($p < 0,02$) і рани були готові до пластичного закриття на (8,68 $\pm$ 1,21) день (контрольна група – 12,36 $\pm$ 1,87 день) ($p < 0,05$).

При використанні вакуумної терапії у пацієнтів з НФ, розвиток активної крайової епітелізації ран відзначено з (4,53 $\pm$ 1,14) дня. Швидкість епітелізації на 3-4 день становила 2,6%, а на 6-7 день – 3,6% щодня ($p < 0,05$). У пацієнтів з ІФ цей показник був наступним: поява активної крайової епітелізації відзначено на (6,22 $\pm$ 0,41) день, а швидкість епітелізації на 3-4 день становила 1,7%, а з 6-7 дня – 2,6% щодня ($p < 0,05$).

Поряд з цим значно зменшувався обсяг і самих ранових дефектів. У пацієнтів з НФ ураження цей показник становив відповідно: після хірургічного втручання (18,71 $\pm$ 0,43) см³, на 4-5 день – (11,18 $\pm$ 0,26) см³ (на 41,27%), на 7-8 день – (5,23 $\pm$ 0,13) см³ (на 72,17%).

Динаміка зменшення обсягу ран у пацієнтів з ІФ ураження була наступною. Після операції – (16,88 $\pm$ 0,16) см³, на 4-5 день – (10,21 $\pm$ 0,23) см³ (на 39,26%), на 7-8 день – (7,81 $\pm$ 0,62) см³ (на 49,65%) ($p < 0,05$).

На час госпіталізації у всіх хворих контрольних та основних груп відзначався некротичний чи дегенеративно-запальний тип цитогам. Проте вже з 3-ї доби лікування із застосуванням негативного тиску у 36,3% хворих з НФ і у 20,4% з ІФ СДС з'являвся запальний тип цитогам. На 6 добу у 50,6% з НФ і у 3,4% з ІФ відзначено появу регенераторних типів цитогам, що давало можливість провести пластику ран. На 9-ту добу відсоток регенераторних типів цитогам становив для НФ 81,0%, для ІФ – 66,8% (контроль 52,9% та 41,4% відповідно). На 14-ту добу регенераторний тип цитогам відзначений у 93,8% та 77,9% хворих основних груп (контроль – 69,4% та 62,3%) відповідно ($p < 0,05$).

Поруч з цим відмічено й позитивні зміни з боку мікробної контамінації ран. На час госпіталізації у хворих усіх груп найчастіше виділялися стафілококи, мікрококи, коринебактерії, стрептококи, ентеробактерії, псевдомонади, із загальною середньою колонізацією ран $7,41 \lg \text{ КУО/г}$. На 3 добу вакуум-терапії відзначалося зменшення щільності мікроорганізмів, яке не мало статистичної достовірності. Окрім стафілококів, кількість яких зменшувалась на достовірному рівні ($p < 0,05$). Загальна щільність мікроорганізмів у хворих основних груп починаючи з 6-ї доби лікування становила $(3,64 \pm 0,43) \lg \text{ КУО/г}$, що було достовірно нижче, ніж у контрольних групах $(5,81 \pm 0,62) \lg \text{ КУО/г}$ ($p < 0,05$). Відзначено значне зменшення видового складу мікрофлори в ранах.

Застосування в процесі лікування ранових дефектів у пацієнтів постійної вакуумної терапії дало змогу значно покращити показники місцевої мікроциркуляції. Так, вже на 3 добу у хворих з НФ ураження основні показники зростали в середньому в два рази в порівнянні з контрольними величинами ($p < 0,001$).

При хронічній артеріальній недостатності І-ІІІ ступеня, у хворих з ІФ ураження, збільшення цих показників так само мало статистично достовірний характер і залежало від вираженості останньої ($p < 0,01-0,001$). Вже до 6-ї доби лікування показники мікроциркуляції в цій групі хворих були значно вищими за критичні показники ($p < 0,05$), що дозволяло вирішувати питання про пластичне закриття ран.

Морфологічне дослідження тканин, що були взяті з ділянок ранових дефектів, показало, що вже на 5-ту добу застосування негативного тиску відзначалися позитивні зміни зі сторони тканин, які свідчили про перехід ранового процесу з фази запалення у фазу регенерації. На 10-ту добу проведеної терапії формувалася масив грануляційної тка-

нини з високою щільністю тонкостінних судин та переважною інфільтрацією лейкоцитами та лімфоцитами. Загалом морфологічна картина грануляційної тканини на цьому етапі відповідала змінам, які відзначалися у хворих груп порівняння лише на 15 добу стаціонарного лікування.

Вакуумна терапія ран позитивно впливає і на динаміку клінічного перебігу ранового процесу. Зникнення больового синдрому та достовірне зменшення місцевих проявів гострого запального процесу відзначається на 2-3 день стаціонарного лікування ($p < 0,001$). У хворих на НФ СДС набряк м'яких тканин достовірно купувався в середньому на $(2,41 \pm 0,82)$ день ($p < 0,01$), гіперемія тканин на $(2,13 \pm 0,46)$ день ($p < 0,01$), інфільтрація тканин навколо ран на $(3,21 \pm 0,82)$ день ($p < 0,01$). Набряк м'яких тканин у пацієнтів з ІФ СДС достовірно купувався на $(2,49 \pm 0,41)$ день ($p < 0,01$), гіперемія тканин $(3,14 \pm 0,65)$ день ($p < 0,01$), інфільтрація тканин навколо ран на $(3,92 \pm 0,83)$ день ($p < 0,05$).

Під час стаціонарного лікування пацієнтів з використанням негативного тиску зникали явища лімфангоїту і лімфаденіту. Пацієнти відзначали поліпшення загального стану, зменшення больового синдрому, нормалізацію температури тіла, поліпшення сну та апетиту, тоді як у контрольній групі ці показники стабілізувалися лише на 5-6 добу лікування ($p < 0,001$).

Проте, у 12 хворих з ішемічною формою ураження (хронічна артеріальна недостатність ІІІ ступеня) проведення вакуумної терапії за стандартною методикою призводить до посилення больового синдрому. Що обумовлює необхідність застосовувати початковий негативний тиск у системі в діапазоні 70-80 мм рт. ст., та разом із прийомом анальгетиків протягом доби дозволяє купувати біль. Вже на 2-3 добу післяопераційного періоду негативний тиск встановлюється на стандартних величинах.

Проведені дослідження дозволили встановити значний позитивний вплив негативного тиску впродовж гострого та хронічного ранового процесу у хворих на СДС, що проявилася стимуляцією процесів регенерації, зменшенням площі та обсягу ран, зменшенням мікробної контамінації та посиленням локальної мікроциркуляції у хворих як з нейропатичною, так і ішемічною формою СДС.

Всі пацієнти, які були відібрані для проведення дослідження, були порівняні між собою за площею та глибиною ураження. За показаннями, хворим проводилося оперативне лікування, яке дозволяло при гострих ранах провести максимально можливу хірургічну обробку гнійно-некротичного процесу, а при хронічних ранах провести хірургічну стимуляцію репаративних процесів.

Продовження використання негативного тиску в післяопераційному періоді для місцевого лікування ран дозволило значно активувати регенераторні процеси, які достовірних відмінностей при гострих та хронічних ранах не мали ($p < 0,5$).

Використання вакуумної терапії має виражений стимулюючий вплив на регенераторні процеси в ранах. Так в середньому на 3-5 днів раніше стабілізується цитологічна картина мазків-відбитків із превалюванням регенераторних типів цитограм, прискорюються процеси формування здорової грануляційної тканини та крайової епітелізації, зі скороченням площі та обсягу ранових дефектів. Відзначено також значну мікробну деконтамінацію ран, зі зниженням рівня мікробного забруднення нижче критичного рівня та зникненням стрептококів, мікрококів та аеробних бацил. Поряд з цим покращуються показники мікроциркуляції у рані, які зростають майже вдвічі порівняно з початковими показниками. Причому у хворих з НФ ураження ці зміни настають раніше і мають більш виражений характер, ніж у хворих на ІФ СДС. Даний результат можна пояснити кращим кровопостачанням тканин, від якого залежать процеси регенерації.

У роботах інших дослідників були отримані подібні дані, які зазначають позитивний вплив вакуумної терапії на перебіг ранового процесу [13-16].

Позитивний вплив вакуумної терапії ран на рановий процес дає можливість у більш короткий термін підготувати рану до закриття одним із методів пластичної хірургії (в середньому на

$3,4 \pm 1,3$ дні), або створити сприятливі умови для її самостійної епітелізації. Це в комплексному підході до лікування скорочує середні терміни стаціонарного перебування хворих при гострих ранах на $(4,1 \pm 1,6)$ ліжко-днів з НФ ураження та на $(4,6 \pm 2,3)$ ліжко-днів з ІФ СДС. За умови хронічних ран терміни стаціонарного лікування скорочуються у хворих з НФ ураження на $(4,3 \pm 0,2)$ ліжко-днів, при ІФ – на $(3,5 \pm 1,5)$ ліжко-днів, що має не тільки медичне, а й соціальне значення.

Висновок. Проведені дослідження та їх результати дозволяють зробити висновок, що вакуумна терапія може використовуватись із позитивним ефектом як у місцевому лікуванні гострих так і хронічних ран у хворих з різними патогенетичними формами синдрому діабетичної стопи. Застосування негативного тиску дозволяє стабілізувати перебіг ранового процесу, покращити локальну мікроциркуляцію, стимулювати регенераторні процеси в рані. Це, у свою чергу, дозволяє в більш короткий термін підготувати рану до закриття одним із методів пластичної хірургії, або створити сприятливі умови для її самостійної епітелізації.

Перспективи подальших досліджень. Подальше дослідження впливу негативного тиску на перебіг ранового процесу необхідне з метою розробки оптимальних диференційованих схем та параметрів вакуумної терапії, що безумовно покращить лікування ранових дефектів у хворих на синдром діабетичної стопи, залежно від патогенетичної форми, площі та глибини ураження.

Список використаної літератури

1. Darenkaya MA, Kolesnikova LI, Kolesnikov SI. Oxidative Stress: Pathogenetic Role in Diabetes Mellitus and Its Complications and Therapeutic Approaches to Correction. *Bull Exp Biol Med*. 2021 May;171(2):179-89. doi: 10.1007/s10517-021-05191-7.
2. Ikegami H, Hiromine Y, Noso S. Insulin-dependent diabetes mellitus in older adults: Current status and future prospects. *Geriatr Gerontol Int*. 2022 Aug;22(8):549-53. doi: 10.1111/ggi.14414.
3. Zeyfang A, Wernecke J, Bahrmann A. Diabetes Mellitus at an Elderly Age. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2023 Feb;131(1-02):24-32. doi: 10.1055/a-1946-3728.
4. Armstrong DG, Tan TW, Boulton AJM, Bus SA. Diabetic Foot Ulcers: A Review. *JAMA*. 2023 Jul 3;330(1):62-75. doi: 10.1001/jama.2023.10578.
5. Rehman ZU, Khan J, Noordin S. Diabetic Foot Ulcers: Contemporary Assessment And Management. *J Pak Med Assoc*. 2023 Jul;73(7):1480-7. doi: 10.47391/JPMMA.6634.
6. Kolarić V, Svirčević V, Bijuk R, Zupančič V. Chronic complications of diabetes and quality of life. *Acta Clin Croat*. 2022 Nov;61(3):520-7. doi: 10.20471/acc.2022.61.03.18.
7. Normandin S, Safran T, Winocour S, Chu CK, Vorstenbosch J, Murphy AM, et al. Negative Pressure Wound Therapy: Mechanism of Action and Clinical Applications. *Semin Plast Surg*. 2021 Aug;35(3):164-70. doi:10.1055/s-0041-1731792.
8. Kozlovskaya I, Iftodiy A, Kulachek Y, Grebeniuk V, Moskaliuk O. Improvement of treatment of complicated forms of diabetic foot syndrome. *Georgian Med News*. 2021 Mar;(312):27-31. PMID: 33964821.
9. Ivanova Y, Gramatiuk S, Kryvoruchko I, Tymchenko M, Goltsev K, Sargsyan K. Investigating the joint application of negative pressure wound treatment and tissue therapy for chronic wounds in patients with diabetes. *J Med Life*. 2023 Jul;16(7):1098-104. doi: 10.25122/jml-2023-0020.

10. Wachal K, Szmyt K, Wachal M, Stanisic M. The Application of Negative Pressure Wound Therapy with Installation in Diabetic Foot Associated with Phlegmon. *Pol Przegl Chir.* 2015 Mar;87(3):143-7. doi: 10.1515/pjs-2015-0035.
11. Enodien B, Hendie D, Pozza G, Lyzikov A, Taha-Mehlitz S, Taha A. Advantages of negative pressure wound therapy with instillation of super oxidized solution and dwell time in diabetic foot syndrome: a rare case report. *J Surg Case Rep.* 2021 May 18;2021(5): rjab167. doi: 10.1093/jscr/rjab167.
12. 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 Sep-Oct;10(5):845-8. doi: 10.1016/j.jcot.2019.06.015.
13. Kim PJ, Attinger CE, Constantine T, Crist BD, Faust E, Hirche CR, et al. Negative pressure wound therapy with instillation: International consensus guidelines update. *Int Wound J.* 2020 Feb;17(1):174-86. doi: 10.1111/iwj.13254.
14. Widigdo DAM, Sofro ZM, Pangastuti HS, Dachlan I. The Efficacy of Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) on Healing of Diabetic Foot Ulcers: A Literature Review. *Curr Diabetes Rev.* 2024;20(8):1-11. doi: 10.2174/0115733998229877230926073555.
15. Madrigal P, Moshal T, Bernabe R, Yenikomshian H, Gillenwater J. A comparison of negative pressure wound therapy modalities, VAC versus non-commercial NPWT alternatives: A systematic review of RCTs/CCTs. *J Tissue Viability.* 2022 Nov;31(4):630-6. doi: 10.1016/j.jtv.2022.10.002.
16. James SMD, Sureshkumar S, Elamurugan TP, Debasis N, Vijayakumar C, Palanivel C. Comparison of Vacuum-Assisted Closure Therapy and Conventional Dressing on Wound Healing in Patients with Diabetic Foot Ulcer: A Randomized Controlled Trial. *Niger J Surg.* 2019 Jan-Jun;25(1):14-20. doi: 10.4103/njs.NJS_14_18.

VACUUM THERAPY IN THE TREATMENT OF COMPLICATED FORMS OF DIABETIC FOOT SYNDROME.

Abstract. According to the latest data from the International Diabetes Federation (IDF), the number of people with diabetes today is more than 415 million people on Earth, by 2030 it will increase to 439 million, and by 2035 it will reach 592 million. During the lifetime of diabetic patients, diabetic foot syndrome develops in 4.6-25% with the subsequent formation of wounds, the treatment of which cannot be considered satisfactory at the current stage, since in 15-25% of patients they are the direct cause of high amputations of the lower limbs. This requires specialists, both surgeons and endocrinologists, to find new effective methods of treating wound defects in this group of patients, one of which is vacuum wound therapy. The aim of this work was to study the effectiveness of vacuum therapy in the treatment of acute and chronic wound processes in patients with diabetic foot syndrome, depending on the pathogenetic form of the lesion. Materials and methods. The effect of vacuum therapy during acute and chronic wound healing in 187 patients with neuropathic and ischemic forms of diabetic foot syndrome was studied during 2018-2024. The dynamics of the wound process was evaluated on the basis of clinical, planimetric, microbiological, morphological methods and indicators of microcirculation in the area round the wound. Results. The effect of negative pressure in acute and chronic wounds in patients with different pathogenetic forms of diabetic foot syndrome allows to stabilize the course of the wound process, stimulate regenerative processes in the wound, and improve local microcirculation ($p < 0.05$). Which allows to prepare the wound for closure by one of the methods of plastic surgery in a shorter time, or to create favorable conditions for its independent epithelialization. In patients with an ischemic form of the lesion (chronic arterial insufficiency of the III degree), carrying out vacuum therapy according to the standard method leads to an intensification of pain syndrome. This causes the need to apply an initial negative pressure in the system in the range of 70-80 mm Hg, which makes it possible to stop pain during the day. Already on the 2-3 day of the postoperative period, negative pressure is established at standard values. Conclusions. Vacuum therapy of wounds in patients with diabetic foot syndrome is an effective method of treatment, which allows to reduce the duration of treatment of patients in hospital with a neuropathic form on average (4.1 ± 1.6) bed-days and patients with an ischemic form – on average (4.6 ± 2.3) bed-days, which has not only medical, but also social significance.

Key words: diabetes mellitus, diabetic foot, negative-pressure wound therapy.

Відомості про авторів:

Герасимчук Петро Олександрович – доктор медичних наук, професор, професор кафедри загальної хірургії Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5409-7990>;

Фіра Дмитро Богданович – кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри загальної хірургії Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0590-8910>;

Павлишин Андрій Володимирович – кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри загальної хірургії Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5506-7582>;

Гриньків Надія Іванівна – кандидат медичних наук, доцент кафедри загальної хірургії Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-6787>.

Information about the authors:

Gerasymchuk Petro O. – MD, PhD, Professor of the department of General Surgery I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5409-7990>;

Fira Dmytro B. – PhD, Associate Professor of the department of General Surgery I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0590-8910>;

Pavlyshyn Andriy V. – PhD, Associate Professor of the department of General Surgery I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5506-7582>;

Hryniv Nadiya I. – PhD, Associate Professor of the department of General Surgery I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-6787>.

Надійшла 30.04.2025 р.