

BOGUCKA, Julia, BRZYSKA, Anna, BOJARSKA, Małgorzata & BURDA, Bartosz. The effectiveness of negative pressure wound therapy compared to the traditional method in the treatment of diabetic foot. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;16(1):25-31. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.16.01.003>  
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/42748>  
<https://zenodo.org/record/7753493>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32343. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32343. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przynależność dyscypliny naukowej: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu). © The Authors 2023; This article is published with open access at License Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper. Received: 23.02.2023. Revised: 14.03.2023. Accepted: 15.03.2023. Published: 20.03.2023.

## SKUTECZNOŚĆ TERAPII PODCIŚNIENIOWEJ W PORÓWNANIU DO METODY TRADYCYJNEJ W LECZENIU STOPY CUKRZYCOWEJ

## THE EFFECTIVENESS OF NEGATIVE PRESSURE WOUND THERAPY COMPARED TO THE TRADITIONAL METHOD IN THE TREATMENT OF DIABETIC FOOT

Julia Bogucka<sup>1</sup>, Anna Brzyska<sup>2</sup>, Małgorzata Bojarska<sup>2</sup>, Bartosz Burda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Students' Research Group at the Department of Epidemiology and Clinical Research Methodology, Medical University of Lublin

<sup>2</sup>Student Scientific Association at the 2nd Department and Clinic of General Surgery, Gastroenterology and Gastrointestinal Cancers

Julia Bogucka: [bogucka\\_julia@gazeta.pl](mailto:bogucka_julia@gazeta.pl) <https://orcid.org/0000-0002-4617-3850>

Anna Brzyska: [a.brzyska09@gmail.com](mailto:a.brzyska09@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-8724-1645>

Małgorzata Bojarska: [gosia.bojarska111@wp.pl](mailto:gosia.bojarska111@wp.pl) <https://orcid.org/0000-0003-1526-0991>

Bartosz Burda: [bartosz.burda2000@gmail.com](mailto:bartosz.burda2000@gmail.com) <https://orcid.org/0009-0002-1871-424X>

### ABSTRACT

Introduction and objective: Diabetes is one of the most common metabolic diseases in the world. Diabetic foot ulcers, which are often the result of the disease, are undoubtedly a nursing challenge. Negative pressure wound therapy (NPWT) is a new therapeutic method supporting wound healing, which has been useful in patients with diabetic foot. The purpose of this study is to compare the effectiveness of negative pressure therapy in comparison to the standard method in the treatment of diabetic foot.

Review methods: In February 2023, articles found in the Medline (Pubmed) and Google Scholar databases were selected by using the following keywords: negative pressure wound therapy; VAC therapy; traditional dressing; standard moist wound care; diabetic foot.

Brief description of the state of knowledge: NPWT has been proven to be associated with reduced healing time and faster appearance of granulation tissue, which is a sign of wound healing. Patients using this method require fewer dressing changes and surgical cleanings. Negative pressure therapy reduces the time to rehospitalisation and the risk of amputation or resection of the diabetic foot.

Summary: Negative pressure wound therapy is more effective in the treatment of diabetic foot ulcers than traditional therapy. Despite the costs associated with NPWT being higher, the method proves to be more profitable. It is important to remember about good therapy technique and proper selection of patients.

**Key words: negative pressure wound therapy; VAC therapy; traditional dressing; standard moist wound care; diabetic foot**

## STRESZCZENIE

Wprowadzenie i cel pracy: Cukrzyca jest jedną z najczęściej występujących chorób metabolicznych na świecie. Owrzodzenia stopy cukrzycowej, które często są skutkiem choroby, niewątpliwie stanowią wyzwanie pielęgnacyjne. Terapia podciśnieniowa to nowa metoda terapeutyczna wspomagająca gojenie się ran, która znalazła zastosowanie w zespole stopy cukrzycowej. Celem pracy jest porównanie skuteczności terapii podciśnieniowej w porównaniu do standardowej metody w leczeniu stopy cukrzycowej.

Materiał i metoda: W lutym 2023 roku wybrano artykuły wyszukane w bazie danych Medline (Pubmed) i Google Scholar przy użyciu słów kluczowych: negative pressure wound therapy; VAC therapy; traditional dressing; standard moist wound care; diabetic foot.

Opis stanu wiedzy: Udowodniono, że NPWT wiąże się ze skróceniem czasu leczenia i szybszym pojawianiem się tkanki ziarninowej, która jest oznaką gojenia się ran. Pacjenci korzystający z tej metody wymagają mniejszej ilości zmian opatrunków i czyszczeń chirurgicznych. Terapia podciśnieniowa zmniejsza czas do ponownej hospitalizacji jak i wykazuje mniejsze ryzyko amputacji lub resekcji w obrębie stopy cukrzycowej.

Podsumowanie: Terapia podciśnieniowa wykazuje większą skuteczność w leczeniu owrzodzeń stopy cukrzycowej w stosunku do tradycyjnej terapii. Pomimo początkowo większych kosztów wynikających z jej stosowania, jest to metoda bardziej opłacalna. Należy jednak pamiętać o dobrej technice terapii i odpowiednim doborze pacjentów.

**Sławkucz: negative pressure wound therapy; VAC therapy; traditional dressing; standard moist wound care; diabetic foot**

## WSTĘP

Cukrzyca jest jedną z najczęściej występujących chorób metabolicznych. Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) na świecie obecnie jest około 422 milionów chorych, a liczba ta stale rośnie [1]. Przewlekła hiperglikemia i związana z nią dysfunkcja metaboliczna może prowadzić do mikro- i makroangiopatii, a także neuropatii. Mikroangiopatia cukrzycowa powoduje upośledzoną perfuzję tkanek i sprawia, że stopa jest bardziej podatna na infekcje i opóźnione gojenie, a także prowadzi do deformacji tkanek i powstawania obrzęków. Neuropatia cukrzycowa, a zwłaszcza utrata czucia, przyczynia się do wzrostu ryzyka urazów i powstawania ran [2]. Czynniki te wiążą się ze wzrostem ryzyka wystąpienia owrzodzeń stopy cukrzycowej, które dotyczą nawet 34% chorych. Ze względu na rozległe infekcje i degradacje tkanek w obrębie stopy cukrzycowej, co 20 sekund na całym świecie dochodzi do amputacji kończyny dolnej objętej tym procesem. Również wysokie wskaźniki śmiertelności (ok. 42% chorych ze stopą cukrzycową umiera w ciągu 5 lat) oraz niepełnosprawności spowodowały, że sposoby zapobiegania i leczenia owrzodzeń stopy cukrzycowej stały się ważnym problemem zdrowia publicznego [3], [4]. U chorych z cukrzycą proces gojenia ran jest upośledzony ze względu na takie zmiany jak: zmniejszoną produkcję czynników wzrostu, dysfunkcje w procesie angiogenezy, nieprawidłową funkcję makrofagów, akumulację kolagenu, zmniejszoną ilość tkanki ziarninowej, nieprawidłową migrację i proliferację keratynocytów i fibroblastów, zaniki nerwów obwodowych oraz brak równowagi między gromadzeniem się składników macierzy zewnątrzkomórkowej i ich przebudowę przez metaloproteinazy macierzy. W patologii cukrzycy białka macierzy zewnątrzkomórkowej ulegają modyfikacji indukowanej glikacją, co prowadzi do powstania zaawansowanych produktów końcowych glikacji. Wiąże się to z nieenzymatyczną glikozylacją kolagenu i powstania nieprawidłowego produktu, dlatego u niektórych diabetyków skóra staje się pogrubiona i woskowata [5]. W związku z dużymi problemami związanymi z gojeniem się ran, obecnie prowadzone są badania nad udoskonaleniem terapii. Typowe metody leczenia

owrzodzeń stopy cukrzycowej obejmują właściwą kontrolę glikemii, odpowiednią antybiotykoterapię, oczyszczenie tkanki martwiczej, czy stosowanie opatrunków tradycyjnych [3]. Nowsze strategie leczenia to między innymi: opatrunki z macierzą pozakomórkową, miejscowe podawanie czynników wzrostu, komórek macierzystych a także podciśnieniowa terapia ran- NPWT (NegativePressureWoundTherapy). NPWT to niedawno opracowana metoda terapeutyczna, która wspomaga gojenie się ran poprzez zmniejszenie obrzęku tkanek, zwiększenie miejscowego przepływu krwi, promowanie rozrostu komórek i eliminowanie wysięków. [6]. W opisywanej metodzie stosuje się uszczelniony opatrunek z pianki najczęściej poliuretanowej, który ma bezpośredni kontakt z raną i odpowiada za równomierne rozprowadzenie ciśnienia o 125 mmHg niższego od atmosferycznego na całej powierzchni rany. Zasysanie przez pory w piance wywołuje zwiększone napięcie tkanek co prowadzi do proliferacji i różnicowania komórek a także pobudzenia angiogenezy z powodu uwalnianych czynników wzrostu w czasie indukowanej hipoksji. Do opatrunku podłączony jest dren, przez który bezpośrednio usuwany jest nadmiar wysięku z rany, co skutkuje zmniejszeniem obrzęku. Również nadmiar białek i elektrolitów odprowadzany jest do kanistra przypiętego do urządzenia NPWT, co pomaga osiągnąć optymalne ciśnienie onkotyczne i osmotyczne, przywracając w ten sposób mikrokrążenie [7]. Powyższe informacje stanowią obiecujące doniesienia na temat leczenia ran, które mogą być wykorzystane w leczeniu trudno gojących się ran u pacjentów z cukrzycą. Celem tej pracy jest porównanie skuteczności podciśnieniowej terapii ran z w leczeniu owrzodzeń stopy cukrzycowej z tradycyjnymi metodami, a także omówienie jej wad i zalet.

## NPWT W LECZENIU OWRZODZEŃ STOPY CUKRZYCOWEJ

Warto nadmienić, iż terapia podciśnieniowa znalazła wiele zastosowań w chirurgii ogólnej i jest stosowana w zaopatrywaniu wielu rodzajów ran. Badanie kohortowe, które obejmowało 701 chorych z ranami oparzeniowymi wykazało, że stosując NPWT zwiększa się wskaźnik przyjmowania przeszczepu skóry w pierwszym tygodniu oraz zmniejsza się ryzyko zainfekowania rany [8]. NPWT okazuje się być użyteczne przy powikłaniach ran w chirurgii kręgosłupa, do których mogą należeć np.: zakażenie miejsca operowanego (ZMO), odleżyny i ubytki tkanek miękkich. NPWT może być używana w przypadkach odsłonięcia opony twardej jednak należy pamiętać o dostosowaniu możliwe najniższego ciśnienia i baczynym obserwowaniu zaopatrywanej rany [9]. Terapia podciśnieniowa jest stosowana także w licznych zabiegach chirurgii jamy brzusznej. W przypadku operacji odwrócenia stomii grupa badanych u których zastosowano NPWT wykazała lepsze gojenie się ran, mniejszy ból i większe zadowolenie z estetyki niż grupa u której stosowano inne metody opatrywania rany [10]. Z kolei w pierwotnym zamknięciu powięzi na otwartym brzuchu bez urazu, NPWT w porównaniu do innej metody - worka Bogota - nie okazała się być metodą bardziej innowacyjną [11]. Skuteczność NPWT potwierdza się także po zabiegach ortopedycznych, czy w terapii odleżyn III i IV stopnia [12][13].

Obecnie terapia NPWT jest co raz częściej wykorzystywana w leczeniu trudno gojących się ran u pacjentów z cukrzycą. Istnieje wiele korzyści płynących z jej użycia w zespole stopy cukrzycowej (ZSC). Odnotowano jej przewagę nad innymi sposobami opatrywania tych trudnych do leczenia owrzodzeń. NPWT często stanowi jeden z wielu elementów na które składa się cała terapia. Przedstawiono przypadek 73-letniego mężczyzny obciążonego długim i poważnym wywiadem chorobowym, w tym także cukrzycą. Terapia obejmowała duży strup odsłaniający ścięgno mięśnia piszczelowego przedniego na stopie lewej. Oprócz koniecznej farmakoterapii ogólnej i antybiotykoterapii zakażonej wieloma patogenami rany, stosowano wiele różnych opatrunków nie przynoszących pożądaných skutków. Ostatecznie postanowiono o wdrożeniu NPWT w połączeniu z wstrzyknięciem osocza bogatopłytkowego (PRP) i terapią workową ozonem bezpośrednio do rany. Dopiero dzięki zastosowaniu terapii skojarzonej (NPWT+PRP+ozon) po 10 dniach był możliwy przeszczep skóry, który ostatecznie doprowadził do całkowitego wygojenia rany po upływie 1 miesiąca [14].

Skuteczność NPWT została potwierdzona w badaniach, które pochylają się nad komórkowymi procesami zachodzącymi w zaopatrywanych ranach wrzodziejących. Działanie podciśnienia wywiera dwa efekty na tkankę – makrodeformację, polegającą na obkurczeniu rany oraz mikrodeformację zachodzącą na poziomie molekularnym. Mechanizm, który warunkuje tę skuteczność polega na pofałdowaniu powierzchni rany przez działające podciśnienie, a wytworzone w ten sposób pęcherzyki tkankowe są wciągane w pory opatrunku. To z kolei aktywuje kaskadę gojenia, stymuluje tworzenie tkanki ziarninowej, wspomaga proliferację komórek nabłonkowych i usuwanie bakterii. Inne prowadzone badania dowiodły, że wytworzone podciśnienie zmienia miejscowy przepływ krwi, co jest korzystne zarówno dla procesu angiogenezy jak i dostarczania substancji odżywczych. Ponadto zmniejsza się ilość płynu pozakomórkowego, co powoduje zmniejszenie miejscowego obrzęku tkanek, a wraz z płynem pozakomórkowym usuwane są pogarszające proces gojenia cytokiny i proteazy. Okazało się, że warunki jakie tworzy podciśnienie korzystnie wpływają na ekspresję czynników wzrostu, takich jak czynnik wzrostu śródbłonna naczyniowego (VEGF), transformujący czynnik wzrostu (TGF) beta, czynnik

wzrostu fibroblastów (FGF) 2 i czynnik wzrostu pochodzenia płytkowego (PDGF) [15]. NPWT wpływa też na miRNA specyficzne dla skóry – hsa-miR-203, które może hamować gen p63 odpowiedzialny za rozwój nabłonka i naprawę uszkodzeń skóry. U osób cierpiących na cukrzycę typu 2 z ZSC wykryto zwiększoną ekspresję hsa-miR-203 w tkance brzegów ran (T-miR-203) i w osoczu obwodowym (P-miR-203) w porównaniu do osób z prawidłową tolerancją glukozy. To powoduje hamowanie proliferacji i migracji keratynocytów, powodując trudności gojenia ZSC. Wykonano szereg badań, m.in. z użyciem terapii podciśnieniowej. Na podstawie wyników testów RT-PCR i Western Blot wykazano, że w grupie chorych leczonych NPWT po tygodniowym cyklu terapii doszło do wzrostu ekspresji p63 oraz spadku wartości CRP, P-miR-203 i T-miR-203 w porównaniu do grupy chorych stosujących rutynowe opatrunki. Na podstawie tych danych można wyciągnąć ostrożne wnioski, że NPWT zwiększa liczbę komórek progenitorowych śródbłonka we krwi obwodowej i tym samym przyczynia się do prawidłowego gojenia rany [16].

## **PORÓWNANIE TERAPII NPWT Z METODAMI TRADYCYJNYMI**

Tradycyjne metody leczenia owrzodzeń stopy cukrzycowej skupiają się na: wielokrotnym oczyszczaniu rany i materiału martwiczego, odciążaniu rany, długotrwałym nadzorze podczas wizyt kontrolnych oraz stosowaniu opatrunków pomagających w osiągnięciu wilgotnego środowiska rany, istotnemu w procesie gojenia. Wybór odpowiedniego opatrunku zależy od wielu kwestii takich jak: lokalizacja, rodzaj rany, ilość tworzącego się wysięku oraz historię reakcji alergicznej. W przypadku owrzodzeń z dużą ilością wysięku wybierane są opatrunki o dużej chłonności, natomiast rany suche wymagają nawilżenia w postaci hydrożeli lub hydrokoloidów. Dodatkowo przy niektórych owrzodzeniach konieczne jest stosowanie środków przeciwdrobnoustrojowych [17] [18] [19]. Leczenie za pomocą standardowych metod nie jest jednak satysfakcjonujące, gdyż wskaźnik wyleczenia po 20 tygodniach terapii wynosi około 30% [17]. Liczne prace naukowe dowiodły, że lepsze efekty kliniczne w kuracji owrzodzeń stopy cukrzycowej przynosi terapia podciśnieniowa. Zastosowanie NPWT przede wszystkim skraca czas leczenia. Badanie przeprowadzone w 40 placówkach w Niemczech dowiodło, iż terapia podciśnieniowa w porównaniu do standardowej wilgotnej pielęgnacji ran powoduje szybsze zamknięcie się rany i tym samym skraca czas całkowitego leczenia o 16 dni w tym leczenia ambulatoryjnego o 14,9 dnia [20]. Inne badanie potwierdza krótszy czas trwania terapii podciśnieniowej. Całkowity czas wygojenia rany dla owrzodzeń stopy cukrzycowej o rozmiarach mniejszych niż 10cm wynosił 17,5 dnia dla NPWT i 30 dni dla terapii konwencjonalnej. Natomiast dla owrzodzeń równych bądź większych niż 10cm czas ten wynosił odpowiednio: 30 dni oraz 39,5 dnia. Jest to spowodowane wieloma czynnikami. Jednym z nich jest średni czas tworzenia się ziarniny. Tkanka ziarninowa, która jest oznaką gojenia się ran, szybciej tworzy się podczas stosowania NPWT. Średni czas osiągnięcia >75% granulacji dla terapii podciśnieniowej wynosił 23,33 dnia i 32,15 dnia dla standardowej metody [21]. Udowodniono także znacznie większą skuteczność terapii NPWT u pacjentów po częściowej amputacji stopy cukrzycowej. Amputacja stopy cukrzycowej stanowi wyzwanie pielęgnacyjne, gdyż zmienia biomechanikę stopy, a powstałe deformacje mogą prowadzić do kolejnych owrzodzeń. W badaniu brało udział sześćdziesięciu pięciu chorych na cukrzycę, którzy przeszli operacje częściowej amputacji stopy cukrzycowej. Pacjentów podzielono na dwie grupy: 31 badanych korzystało z terapii podciśnieniowej, natomiast pozostałe osoby stosowały konwencjonalną metodę pielęgnacji. Czas do osiągnięcia 90% ziarniny u osób korzystających z terapii podciśnieniowej był znacznie krótszy i wynosił około 7,8 tygodnia, w porównaniu do 11,2 tygodnia u pacjentów stosujących wilgotne opatrunki [22]. Również całkowite zmniejszenie się rany oraz mniejsza końcowa powierzchnia całkowita są dużo bardziej zadowalające przy zastosowaniu NPWT w porównaniu do tradycyjnej pielęgnacji [23] [24]. Terapia podciśnieniowa wiąże się także z mniejszym bólem odczuwanym przez pacjentów. Badanie obejmowało sześćdziesięciu chorych z owrzodzeniami stopy cukrzycowej, których podzielono na dwie grupy: stosujących konwencjonalne opatrunki i korzystających z terapii NPWT. Pacjenci z drugiej grupy odczuwali mniejszy ból w 3 tygodniu leczenia w porównaniu do badanych z grupy pierwszej [21]. Prace naukowe porównujące koszty kuracji do skuteczności udowodniły, iż terapia podciśnieniowa jest bardziej opłacalną metodą w leczeniu stopy cukrzycowej [25] [26]. Wynika to między innymi z mniejszej ilości wykorzystywanych zasobów. Wieloośrodkowe badanie kliniczne, w którym brały udział 368 osób dorosłe z cukrzycą, udokumentowało mniejszą liczbę zmian opatrunków oraz czyszczeń chirurgicznych rany przypadających na uczestnika badania korzystającego z NPWT [20]. Ponad to prace naukowe wykazały także, iż terapia podciśnieniowa zmniejsza czas do ponownej hospitalizacji oraz liczbę wizyt ambulatoryjnych jak i wykazuje mniejsze ryzyko amputacji lub resekcji stopy cukrzycowej w stosunku do wilgotnej pielęgnacji ran [20][23].

## WSKAZANIA, PRZECIWSKAZANIA, DZIAŁANIA NIEPOŻĄDANE

NPWT nie można stosować u wszystkich pacjentów. Przed wdrożeniem terapii należy wykonać dokładną ocenę rany oraz starannie zebrać wywiad, gdyż w niektórych przypadkach zastosowanie NPWT może prowadzić do licznych szkód. Do najważniejszych przeciwwskazań należy obecność nowotworu złośliwego rany, którego proliferacja może być stymulowana poprzez te same mechanizmy, które pomagają w gojeniu się ran. Tyczy się to również aktywnego zapalenia kości i szpiku. Należy zwrócić uwagę na to, czy zachowana jest hemostaza i czy nie występują odsłonięte naczynia ze względu na ryzyko wystąpienia krwotoków. Przed rozpoczęciem terapii NPWT należy wykonać odpowiednie czyszczenie rany, gdyż obecność tkanki zainfekowanej, martwiczej lub strupa w jej łożysku może utrudniać gojenie się rany, a nawet powodować rozprzestrzenianie się martwicy [27] [28]. Do innych przeciwwskazań mogą należeć również: przyjmowanie leków przeciwzakrzepowych, delikatna skóra, zaawansowany wiek, stosowanie kortykosteroidów oraz alergie na materiały opatrunkowe [28][29].

NPWT na ogół uważana jest za terapię bezpieczną, natomiast zaobserwowano powikłania, które głównie wynikały ze złej techniki lub nieodpowiedniego doboru pacjentów. W trakcie terapii tkanka ziarninowa wrasta w gąbkę. Podczas zmiany opatrunku tkanka ta jest rozrywana, co może wiązać się z występowaniem bólu. Aby temu zaradzić wskazane jest wcześniejsze zastosowanie na gąbkę roztworu 0,9% NaCl. Ból związany z uciskiem można zmniejszyć obniżając ciśnienie. Podczas zmian opatrunków uszkodzane są również naczynia włosowate w wyniku których może pojawić się krwawienie, aby temu zaradzić wskazane jest częstsze ich zmienianie [28]. Do częstych powikłań należą również infekcje i towarzyszący im nieprzyjemny zapach. Najczęściej występującym patogenem jest *S. aureus* (23,3%) [21]. Infekcjom tym można zapobiegać poprzez dokładne oczyszczenie rany. Zgodnie z literaturą podczas stosowania NPWT częściej mogą występować zmiany skórne w postaci pęcherzy w porównaniu do chorych leczonych standardową metodą [30]. Opisano pacjenta z cukrzycową raną niedokrwienną u którego wystąpiła progresja do martwicy spowodowana nieodpowiednim ustawieniem ciśnienia, które pierwotnie wynosiło -125mm Hg. Zostało ono początkowo zmniejszone do -50mm Hg, kiedy zaobserwowano gojenie się ran, stopniowo było ono zwiększane do -100mm Hg [31]. Inne powikłania związane mogą być z awarią systemu VAC takie jak: awaria zasilania, utrata uszczelnienia czy zatkanie systemu drenażowego.

## PODSUMOWANIE

Ze stosowania NPWT płyną istotne korzyści. Terapia ta jest efektywniejsza w stosunku do standardowej metody leczenia ran, co wpływa na zmniejszenie ilości używanych materiałów medycznych, zmniejszenie długości antybiotykoterapii, skrócenie czasu leczenia i hospitalizacji pacjentów. W tej formie leczenia ran częstotliwość zmian opatrunku jest mniejsza. Pomimo iż opatrunek VAC jest droższy w stosunku do opatrunków konwencjonalnych to w dłuższej perspektywie okazują się on być bardziej ekonomiczny [21][31][7][25][32]. Po uzyskaniu odpowiedniej wiedzy specjalistycznej terapia podciśnieniowa może być wdrażana przez wielu członków opieki zdrowotnej takich jak lekarze czy pielęgniarki[27].

## Bibliografia:

- [1] F. Qi, H. Huang, Y. Cai, and Z. Fu, "Adjacent Fu's subcutaneous needling as an adjunctive healing strategy for diabetic foot ulcers: Two case reports," *Medicine*, vol. 101, no. 50, p. e32271, Dec. 2022, doi: 10.1097/MD.00000000000032271.
- [2] A. S. Rayate, B. S. Nagoba, S. S. Mumbre, H. B. Mavani, A. M. Gavkare, and A. S. Deshpande, "Current scenario of traditional medicines in management of diabetic foot ulcers: A review," *World J Diabetes*, vol. 14, no. 1, p. 1, Jan. 2023, doi: 10.4239/WJD.V14.I1.1.
- [3] F. Niami *et al.*, "Evaluation of the effect of a gel made with amniotic fluid formulation on the healing of diabetic foot ulcers: A triple-blind clinical trial," *Front Public Health*, vol. 10, Dec. 2022, doi: 10.3389/FPUH.2022.1025391.
- [4] Y. Wang *et al.*, "Risk factors for diabetic foot ulcers mortality and novel negative pressure combined with platelet-rich plasma therapy in the treatment of diabetic foot ulcers," *Front Pharmacol*, vol. 13, Dec. 2022, doi: 10.3389/FPHAR.2022.1051299.

- [5] G. J. Vazquez-Zapien *et al.*, “Skin wound healing improvement in diabetic mice through FTIR microspectroscopy after implanting pluripotent stem cells,” *APL Bioeng*, vol. 7, no. 1, p. 16109, Mar. 2023, doi: 10.1063/5.0130383.
- [6] K. Hajimohammadi, K. Makhdoomi, R. E. Zabihi, and N. Parizad, “NPWT: a gate of hope for patients with diabetic foot ulcers,” *Br J Nurs*, vol. 28, no. 12, pp. S6–S9, Jun. 2019, doi: 10.12968/BJON.2019.28.12.S6.
- [7] V. Zaver and P. Kankanalu, “Negative Pressure Wound Therapy,” *StatPearls*, Sep. 2022, Accessed: Jan. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576388/>
- [8] D.-Z. Lin, Y.-C. Kao, C. Chen, H.-J. Wang, and W.-K. Chiu, “Negative pressure wound therapy for burn patients: A meta-analysis and systematic review.,” *Int Wound J*, vol. 18, no. 1, pp. 112–123, Feb. 2021, doi: 10.1111/iwj.13500.
- [9] M. O. Sergeenko Pavlova, Y. M. Korostelev, G. N. Shikhaleva, M. D. Savin, Y. E. Filatov, and O. S. Ryabykh, “Negative pressure wound therapy in cases of spinal surgery and exposed dura: a case-based review.,” *Childs Nerv Syst*, vol. 37, no. 10, pp. 2975–2981, Oct. 2021, doi: 10.1007/s00381-021-05302-9.
- [10] F. M. Carrano *et al.*, “Negative-pressure wound therapy after stoma reversal in colorectal surgery: a randomized controlled trial.,” *BJS Open*, vol. 5, no. 6, Nov. 2021, doi: 10.1093/bjsopen/zrab116.
- [11] Y. Cheng *et al.*, “Negative pressure wound therapy for managing the open abdomen in non-trauma patients.,” *Cochrane Database Syst Rev*, vol. 5, no. 5, p. CD013710, May 2022, doi: 10.1002/14651858.CD013710.pub2.
- [12] J. S. Mervis and T. J. Phillips, “Pressure ulcers: Prevention and management.,” *J Am Acad Dermatol*, vol. 81, no. 4, pp. 893–902, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.jaad.2018.12.068.
- [13] N. L. Van Rysselberghe, C. A. Gonzalez, C. Calderon, A. Mansour, Y. A. Oquendo, and M. J. Gardner, “Negative Pressure Wound Therapy for Extremity Open Wound Management: A Review of the Literature,” *J Orthop Trauma*, vol. 36, no. 4, pp. S6–S11, Sep. 2022, doi: 10.1097/BOT.0000000000002430.
- [14] R. Grande, G. Fiori, G. Russo, P. Fioramonti, M. Campagnol, and L. di Marzo, “A multistage combined approach to promote diabetic wound healing in COVID-19 era.,” *Int Wound J*, vol. 17, no. 6, pp. 1863–1870, Dec. 2020, doi: 10.1111/iwj.13476.
- [15] S. Borys, J. Hohendorff, C. Frankfurter, B. Kiec-Wilk, and M. T. Malecki, “Negative pressure wound therapy use in diabetic foot syndrome—from mechanisms of action to clinical practice.,” *Eur J Clin Invest*, vol. 49, no. 4, p. e13067, Apr. 2019, doi: 10.1111/eci.13067.
- [16] L. Liu *et al.*, “Downregulation of hsa-miR-203 in peripheral blood and wound margin tissue by negative pressure wound therapy contributes to wound healing of diabetic foot ulcers.,” *Microvasc Res*, vol. 139, p. 104275, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.mvr.2021.104275.
- [17] N. A. Richmond, A. C. Vivas, and R. S. Kirsner, “Topical and biologic therapies for diabetic foot ulcers,” *Med Clin North Am*, vol. 97, no. 5, pp. 883–898, Sep. 2013, doi: 10.1016/J.MCNA.2013.03.014.
- [18] R. Eldor, I. Raz, A. ben Yehuda, and A. J. M. Boulton, “New and experimental approaches to treatment of diabetic foot ulcers: a comprehensive review of emerging treatment strategies,” *Diabetic Medicine*, vol. 21, no. 11, pp. 1161–1173, Nov. 2004, doi: 10.1111/J.1464-5491.2004.01358.X.
- [19] T. R. Bellomo *et al.*, “Management of the diabetic foot,” *Semin Vasc Surg*, vol. 35, no. 2, pp. 219–227, Jun. 2022, doi: 10.1053/J.SEMVASCSURG.2022.04.002.
- [20] D. Seidel *et al.*, “NPWT resource use compared with standard moist wound care in diabetic foot wounds: DiaFu randomized clinical trial results,” *J Foot Ankle Res*, vol. 15, no. 1, p. 72, Dec. 2022, doi: 10.1186/S13047-022-00569-W.
- [21] S. M. D. James, S. Sureshkumar, T. P. Elamurugan, N. Debasis, C. Vijayakumar, and C. Palanivel, “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*, vol. 25, no. 1, p. 14, 2019, doi: 10.4103/NJS.NJS\_14\_18.

- [22] E. Sukur *et al.*, “Vacuum-assisted closure versus moist dressings in the treatment of diabetic wound ulcers after partial foot amputation: A retrospective analysis in 65 patients,” *Journal of Orthopaedic Surgery*, vol. 26, no. 3, Sep. 2018, doi: 10.1177/2309499018799769/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177\_2309499018799769-FIG2.JPEG.
- [23] N. Wang, S. S. Li, Y. P. Liu, Y. Y. Peng, and P. F. Wang, “Comparison of negative pressure wound therapy and moist wound care in patients with diabetic foot ulcers: A protocol for systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials,” *Medicine*, vol. 101, no. 31, p. E29537, Aug. 2022, doi: 10.1097/MD.00000000000029537.
- [24] Q. Huang, J. T. Wang, H. C. Gu, G. Cao, and J. C. Cao, “Comparison of Vacuum Sealing Drainage and Traditional Therapy for Treatment of Diabetic Foot Ulcers: A Meta-Analysis,” *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, vol. 58, no. 5, pp. 954–958, Sep. 2019, doi: 10.1053/J.JFAS.2018.12.020.
- [25] V. Alipour, A. Rezapour, M. Ebrahimi, and J. Arabloo, “Cost-Utility Analysis of Negative Pressure Wound Therapy Compared With Traditional Wound Care in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers in Iran,” *Wounds*, vol. 33, no. 2, pp. 50–56, Feb. 2021, Accessed: Feb. 18, 2023. [Online]. Available: <https://europepmc.org/article/med/33591928>
- [26] S. Flack, J. Apelqvist, M. Keith, P. Trueman, and D. Williams, “An economic evaluation of VAC therapy compared with wound dressings in the treatment of diabetic foot ulcers,” *J Wound Care*, vol. 17, no. 2, pp. 71–78, 2008, doi: 10.12968/JOWC.2008.17.2.28181.
- [27] V. Zaver and P. Kankanalu, “Negative Pressure Wound Therapy,” *StatPearls*, Sep. 2022, Accessed: Feb. 18, 2023. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576388/>
- [28] S. Normandin *et al.*, “Healing, Inflammation, and Fibrosis: Negative Pressure Wound Therapy: Mechanism of Action and Clinical Applications,” *Semin Plast Surg*, vol. 35, no. 3, p. 164, Aug. 2021, doi: 10.1055/S-0041-1731792.
- [29] M. A. Secretariat, “Negative Pressure Wound Therapy: An Evidence-Based Analysis,” *Ont Health Technol Assess Ser*, vol. 6, no. 14, p. 1, 2006, Accessed: Feb. 18, 2023. [Online]. Available: [/pmc/articles/PMC3379164/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/163379164/)
- [30] G. Norman *et al.*, “Negative pressure wound therapy for surgical wounds healing by primary closure,” *Cochrane Database Syst Rev*, vol. 2022, no. 4, Apr. 2022, doi: 10.1002/14651858.CD009261.PUB7.
- [31] R. Kahveci and T. W. W. Group, “Negative Pressure Wound Therapy for Complex Surgical Wounds in 59 Patients Across Secondary and Tertiary Care Centers in Turkey,” *Eplasty*, vol. 22, 2022, Accessed: Feb. 18, 2023. [Online]. Available: [/pmc/articles/PMC9748823/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39748823/)
- [32] D. V. Abeysuriya, U. Thilakawardana, D. Abeysuriya, L. Chandrasena, D. Mohan, and S. Seneviratne, “Effect on length of stay (LOS) and cost of hospitalization by using Vacuum-assisted Closure (VAC) therapy in chronic diabetic foot ulcers: Experience with limited resources in a developing country,” 2020.