

Metody fizykalne w terapii owrzodzeń podudzi

Physical methods in the treatment of leg ulcers

Sylwia Sztuce¹, Małgorzata Łukowicz²

¹ Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej we Włodawie, Dział Rehabilitacji

² Katedra Rehabilitacji, Wydział Rehabilitacji, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie

Streszczenie

Najczęstszym powikłaniem przewlekłej niewydolności żylniej są owrzodzenia podudzi a częstość ich występowania wzrasta wraz z wiekiem. Z uwagi na koszty i długi czas leczenia owrzodzenia są poważnym problemem medycznym i społeczno-ekonomicznym. Leczenie przyczynowe obejmuje chirurgię żył, jednak obserwuje się ryzyko nawrotów sięgające nawet 50%. Leczenie zachowawcze polega na miejscowej terapii owrzodzeń. Do metod leczenia zachowawczego zalicza się farmakoterapię ogólną i miejscową oraz kompresoterapię. Stosuje się również chirurgiczne przeszczepianie skóry. Obecnie coraz częściej, standardową terapię uzupełnia się o metody fizykalne. Metody te stają się istotnym czynnikiem umożliwiającym skuteczne leczenie, szczególnie wobec minimalnych przeciwwskazań do ich stosowania. Do metod tych między innymi należą elektroterapia, magnetoterapia i sonoterapia.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie proponowanych w literaturze metod terapii fizykalnej w leczeniu owrzodzeń goleni. Podsumowano efektywność magnetoterapii, elektrostymulacji wysokonapięciowej i sonoterapii w procesie leczenia owrzodzeń na podstawie prezentowanych w literaturze schematów terapii. Na podstawie przeglądu badań klinicznych wnioskuje się, że magnetoterapia, elektrostymulacja wysokonapięciowa i sonoterapia są metodami wspomagającymi proces gojenia owrzodzeń podudzi. Terapia polem magnetycznym niskiej częstotliwości wykazuje działanie przeciwbólowe i przeciwzapalne, oczyszcza ranę, przyspiesza proces naskórkowania i prowadzi do pełnej epitelizacji. Po zastosowaniu elektrostymulacji wysokonapięciowej można zaobserwować zmniejszenie ilości wydzieliny ropnej. Elektrostymulacja wysokonapięciowa (HVS) wpływa na przyspieszenie procesu naskórkowania oraz ziarninowania. Po zastosowaniu sonoterapii obserwuje się zmniejszenie powierzchni owrzodzenia, przyspieszenie procesu oczyszczenia rany i tworzenia ziarniny.

Słowa kluczowe: elektrostymulacja wysokonapięciowa (HVS), magnetoterapia, sonoterapia, owrzodzenia żyłne

e-mail: sylwiasztuce@tlen.pl

Abstract

The most common complication of the chronic venous leg are ulcers and their frequency increases with age. Taking into consideration time and cost of treatment the ulcers are a serious medical and socioeconomic problem. Causal treatment concerns vein surgery, however, the recurrence risk up to 50% is observed. In the case of contraindications the conservative treatment is practiced. Topical treatment of ulcers is one of the methods of the conservative therapy. Methods of conservative treatment include general and local pharmacotherapy and compression therapy. Shall apply surgical skin grafting. Nowadays the standard therapy is more often completed by physical methods. Physical methods are not only the complement of the conventional treatment, but also a relevant factor referring to the effective treatment, especially as far as the minimum of contraindications is concerned. Electrotherapy, magnetic therapy, sonotherapy, etc. belong to this kind of methods.

The purpose of the paper is to present some methods of physical therapy in the treatment of leg ulcers. Based on the presented in the literature regiments, summarizes efficiency of magnetic therapy, high-voltage electrical stimulation and sonotherapy in the treatment of ulcers. The paper is a review of the current knowledge on the effects of therapeutic action of the above-mentioned methods. The results of the review indicate that magnetic therapy, electrostimulation of high-voltage and sonotherapy have the influence on the process of accelerating the healing of leg ulcers. It has been proved that treatment with low-frequency magnetic field indicates analgesic and anti-inflammatory, purifies wounds, accelerates the skin formation and finally leads to a complete epithelialization. After applying high voltage electrostimulation, can be observed a reduction in the amount of purulent secretions. High voltage electrostimulation (HVS) accelerates the skin formation and granulation process. After applying sonotherapy the ulcers surface decreased. Therapy accelerated the process of clearing the wound of pus and the formation of granulation tissue.

Key words:

high voltage stimulation (HVS), magnetic therapy, sonotherapy, venous ulcers

Wstęp

Owrzodzenia żyłne goleni są jednym z najpoważniejszych powikłań przewlekłej niewydolności żyłnej. W Polsce owrzodzenia goleni obecne są u 17-20% populacji, a w ponad 50% przypadkach utrzymują się ponad 9 miesięcy. Owrzodzenia podudzi pochodzenia żylnego stanowią około 90% wszystkich owrzodzeń [1]. Charakteryzują się złożoną etiologią, wymagają specyficznych działań diagnostycznych i leczniczych [2]. Wystąpienie owrzodzeń wiąże się z generowaniem wysokich kosztów ponoszonych przez pacjenta, jak i przez służbę zdrowia [3]. Szacuje się, że większość owrzodzeń żylnych nawraca w ciągu 2 miesięcy od wypisu ze szpitala, a ponowne wystąpienie owrzodzeń po hospitalizacji jest niezależne od etiologii i sposobu leczenia [4].

Owrzodzeniom goleni towarzyszą przewlekły ból w okolicy rany i parastezje [5]. Długotrwały proces gojenia owrzodzeń goleni wiąże się z izolacją społeczną, cierpieniem oraz pogorszeniem jakości życia [6]. Wzrost występowania owrzodzeń wiąże się ze wzrostem czynników ryzyka, takich jak otyłość czy zastoinowa niewydolność serca. Dlatego poszukuje się bardziej skutecznych metod terapii owrzodzeń. W związku z tym coraz częściej wykorzystywane są metody leczenia fizykalnego, jako wspomagające gojenie przewlekłych ran [7].

Celem pracy jest zaprezentowanie doniesień naukowych dotyczących efektywności stosowania metod fizykoterapii w leczeniu owrzodzeń goleni, z wyłączeniem szeroko opisaną laseroterapii. Kryterium doboru opisanych metod było potwierdzenie ich skuteczności w doniesieniach naukowych, dostępność, dobra tolerancja u pacjentów.

Pole magnetyczne niskiej częstotliwości

Magnetoterapia jest metodą medycyny fizykalnej, wykorzystującą zmienne pole magnetyczne niskiej częstotliwości o wartości do 100 Hz, indukcji pola do 30 mT i impulsach jedno lub dwupolowych o kształcie prostokątnym, trójkątnym lub sinusoidalnym. Jej efekty na poziomie komórkowym są naukowo udowodnione [8]. Kim i wsp. [9] donoszą, że pod wpływem pola magnetycznego niskiej częstotliwości jony znajdujące się w komórkach ulegają przemieszczeniom, powodując hiperpolaryzację błony komórkowej. Efektem jest przyspieszenie przemiany materii. Costin i wsp. [10] podają, że po zastosowaniu magnetoterapii następuje regeneracja przez replikację i transkrypcję kwasów nukleinowych, zachodzi synteza białek i proliferacja komórkowa. Miecznik i wsp. [11] zaobserwowali wzrost wykorzystania tlenu i aktywizacji komórkowego łańcucha oddechowego. Natomiast Cheing

i wsp. [12] przypuszczają, że pod wpływem pola magnetycznego dochodzi do zwiększenia ilości miofibroblastów, co przyspiesza proces gojenia ran.

Według Fornalczyk-Wachowskiej i Kulińskiego [8] oraz Sieronia i Glinki [13] w terapii przewlekłych ran, w tym owrzodzeń podudzi, zaleca się zastosowanie zmiennego pola magnetycznego o sinusoidalnym kształcie, częstotliwości w zakresie 5-12 Hz oraz indukcji 4-8 mT. Zabiegi powinny być wykonywane codziennie do momentu oczyszczenia owrzodzenia z ropnej wydzieliny. W terapii ran ostrych zalecane jest stosowanie częstotliwości 25-50 Hz, indukcji 10 mT oraz czasu zabiegu do 60 minut, optymalny czas to 12-15 minut.

Sieroń i wsp. [14] przebadali grupę 142 osób z przewlekłymi owrzodzeniami podudzi o różnej etiologii. Pacjentów podzielono na dwie grupy. W grupie pierwszej stosowano wolnozmiennne pole magnetyczne o kształcie sinusoidy, częstotliwości 40 Hz i indukcji 2,5-4,5 mT, w grupie drugiej stosowano pole o kształcie prostokąta, częstotliwości 5 Hz i indukcji 3,8-8,4 mT. Czas zabiegu wynosił 12 min. dziennie. Terapię prowadzono 5x tygodniowo do momentu pełnego pokrycia rany naskórkiem. W obu grupach zaobserwowano podobny przebieg i wyniki leczenia, w grupie pierwszej stwierdzono wyraźniejsze naskórkowanie, w drugiej silniejsze działanie przeciwbólowe i przeciwzapalne. Po 7-10 zabiegach u większości przypadków, w obu grupach, stwierdzono oczyszczenie się owrzodzenia z ropy. Po 15 zabiegach doszło do zmniejszenia obrzęku i ilości surowiczej wydzieliny, po 20 rozwijał się rąbek naskórka. Pełną epitelizację uzyskano po 40 ekspozycjach w 29 przypadkach, po 60 ekspozycjach w 32 przypadkach, po 75 ekspozycjach w 47 przypadkach, po 90 ekspozycjach w 19 przypadkach i po 105 ekspozycjach w 1 przypadku.

Z kolei Todd i wsp. [15] opisują badania z użyciem kontrolowanej, podwójnej ślepej próby prowadzonej u 19 chorych z owrzodzeniem podudzi. Terapię zmiennym polem magnetycznym stosowano w ciągu dwóch pięciodniowych cykli. Magnetoterapię uzupełniono antybiotykoterapią, utrzymywano aseptykę rany. Wykazano tendencję do szybszego zmniejszenia się rozmiarów owrzodzenia i obwodu kończyny oraz zmniejszenia dolegliwości bólowych, w porównaniu do grupy kontrolnej. Uzyskane różnice nie wykazały znamienności statystycznej.

Należy podkreślić, że w literaturze anglojęzycznej nie znaleziono doniesień z ostatnich 10 lat dotyczących skuteczności pola magnetycznego niskiej częstotliwości w leczeniu owrzodzeń żylnych goleni. Ostatnie doniesienia dotyczące wolnozmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości pochodzą z lat 90.

Elektrostymulacja wysokonapięciowa

Elektrostymulacja wysokonapięciowa (HVS) polega na aplikowaniu do tkanki krótkich, jednokierunkowych impulsów o bardzo wysokim napięciu. Metoda ta jest

w ostatnich latach coraz częściej wykorzystywana w terapii trudno gojących się ran, w tym owrzodzeń [15]. Polak i wsp. [16] donoszą o przyspieszeniu procesu ziarninowania po zastosowaniu HVS. Badania przeprowadzone przez Gomesa i wsp. [17] dowodzą analgetycznego działania HVS. Borba i wsp. [18] wykazali wzrost proliferacji fibroblastów, nasilenie koncentracji kolagenu oraz wzmożony przepływ krwi przez tkanki. Natomiast Asadi i wsp. [19] donoszą o zwiększeniu poziomu czynnika wzrostu śródbłonna naczyniowego po zastosowaniu HVS. Szuminsky i wsp. [20] oraz Thakral i wsp. [21] donoszą o zahamowaniu rozwoju pałeczki ropy błękitnej, gronkowca złocistego i pałeczki okrężnicy po zastosowaniu HVS.

W elektrostymulacji wysokonapięciowej przewlekłych ran, w tym owrzodzeń, zastosowanie znalazły impulsy monofazowe o napięciu 80-100 V, 100-150 V oraz 150-200 V. Czas trwania impulsu przeważnie wynosi 100 μ s. Badacze stosują częstotliwości 30 Hz, 50 Hz, 60-64 Hz, 80 Hz, 100 Hz, 105 Hz lub 120-150 Hz. Suma efektywnych czasów trwania impulsów stanowi zaledwie ok. 1% całej stymulacji, przerwy wynoszą 99% stymulacji. Elektrode czynną umieszcza się bezpośrednio na owrzodzeniu, elektrodę bierną kilka, do kilkunastu centymetrów od elektrody biernej.[22]. Taradaj [23], Materniak i wsp. [24], Franek i wsp. [25] donoszą, że katoda, zarówno w przypadku owrzodzeń jak i ran odleżynowych, wykazuje silne działanie przeciwbakteryjne, zmniejsza stan zapalny, rozpuszcza skrzepy i skoagulowane fragmenty morfologiczne krwi. Autorzy donoszą, że HVS pobudza proliferację i przyspiesza proces naskórkowania. Franek i wsp. [26] zalecają wykonywanie stymulacji katodowej przez 50 min., 5-6 razy tyg. do momentu oczyszczenia ubytku z wydzieliny ropnej. Po oczyszczeniu rany należy zastosować stymulację anodową. Przyspiesza ona ziarninowanie, zwiększa przekrwienie i działa przeciwbólowo. Stymulacja anodowa trwa 4-6 tygodni. Po tym czasie zaleca się wykonywanie stymulacji katodowo-anodowej - 20 minut katodą i 40 minut anodą.

Taradaj i wsp. [27] dokonali oceny skuteczności leczenia wybranymi metodami fizykalnymi owrzodzeń żylnych podudzi. W grupie A i F zastosowano stymulację HVS (100 V, 100 Hz, 100 ms), grupa A była leczona operacyjnie, F zachowawczo. W grupie B i G zastosowano sonoterapię (0,5 W/cm², 1 MHz), grupa B była leczona operacyjnie, G zachowawczo. W grupie C i H zastosowano laseroterapię (810 nm, 65 mW), grupa C była leczona operacyjnie, H zachowawczo. W grupie D i I zastosowano kompresoterapię w postaci pończoch uciskowych (25-31 mmHg), grupa D była leczona operacyjnie, I zachowawczo. W grupie E i J stosowano farmakoterapię, grupa E była leczona operacyjnie, J zachowawczo. Po zakończeniu terapii stwierdzono, że najbardziej skuteczną metodą leczenia była kompresoterapia. Mniejszą skuteczność zaobserwowano w przypadku terapii HVS i sonoterapii, natomiast zastosowanie laseroterapii wydało się bezskuteczne.

Silva i wsp. [28] opisują wpływ HVS w przypadku 3 pacjentów z owrzodzeniami goleni. U wszystkich stosowano stymulację katodową, czas stymulacji wynosił 30 minut, dwa razy w tygodniu. Po piętnastu tygodniach terapii, stwierdzono zmniejszenie pola powierzchni wszystkich owrzodzeń średnio o 36%, oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych o 55% u pacjenta drugiego i o 43% u pacjenta trzeciego. Pacjent pierwszy nie zgłaszał dolegliwości bólowych.

Również Houghton i wsp. [29] zaobserwowali zmniejszenie pola powierzchni 42 owrzodzeń po zastosowaniu stymulacji wysokonapięciowej. Terapię stosowano 3 razy tygodniowo przez 45 minut (100 μ s, 150 V, 100 Hz). Po 4 tygodniach zaobserwowano zmniejszenie powierzchni ran o 44,3% w porównaniu do grupy kontrolnej leczonej opatrunkami (zmniejszenie ran o 16,0%.

Sonoterapia

Pod pojęciem sonoterapii rozumie się zastosowanie ultradźwięków o wysokiej częstotliwości w zakresie MHz. Zastosowanie ultradźwięków ma miejsce w wielu dziedzinach medycyny, w tym także w fizjoterapii. [30]. Stosując ultradźwięki we wspomaganiu gojenia owrzodzeń żylnych zaleca się stosowanie niskich częstotliwości (<100 kHz) i niskiej gęstości mocy fali (<100 mW/cm²). [31]. Baker i wsp. [32] donoszą, że podłużna fala wywołuje w tkankach rytmiczne drgania cząsteczek odpowiadające jej częstotliwości. Z kolei Megier-Humbert i wsp. [33] wykazują, że bodźce termiczne w sonoterapii stymulują wytwarzanie energii kinetycznej białek, lipidów, węglowodanów prowadząc do wzrostu przepuszczalności błony komórkowej. Lv i wsp. [34] zaobserwowali zwiększenie żywotności komórek i wzrost proliferacji. Błaszczak i wsp. [35] donoszą, że sonoterapia pobudza do tworzenia nowych naczyń krwionośnych, oraz wpływa na proces gojenia ran przez mechaniczny wpływ na powierzchnię tkanki, mechaniczno-akustyczne działanie na mikroorganizmy bytujące w ranie oraz termiczne i nietermiczne efekty w głębiej położonych warstwach tkanek. Według Mostaffy i wsp. [36] oraz Hilla i wsp. [37]. Stosowanie ultradźwięków w początkowej fazie gojenia tkanek może przyspieszyć ten proces. Według autorów, sonoterapia stosowana w fazie proliferacji stymuluje produkcję fibroblastów i nabłonka, przyspieszając syntezę kolagenu.

Olyae i wsp. [38] opisują badanie kliniczne przeprowadzone w celu porównania skuteczności leczenia klasycznego owrzodzeń goleni (n=30) i leczenia klasycznego połączonego z terapią ultradźwiękową wysokiej częstotliwości (n=30) lub niskiej częstotliwości (metoda bezkontaktowa) (n=30). Klasyczna terapia obejmowała kompresoterapię, opatrunki i chirurgiczne oczyszczanie rany. W sonoterapii wysokiej częstotliwości stosowano 0,5-1 W/cm², 1-3 MHz, czas zabiegu 5-10 min, w terapii niskiej częstotliwości stosowano 0,1-0,8 W/cm², 40 kHz, czas zabiegu 4-10 min. Terapię prowadzono 3x tyg.

przez 3 miesiące. Po upływie 3 miesięcy, w przypadku niezagojenia rany terapię kontynuowano do całkowitego zagojenia. Zagojenie ran nastąpiło po upływie 8,50, 6,86 i 6,65 miesięcy. Zaobserwowano szybsze gojenie w grupach leczonych ultradźwiękami, nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy dwoma metodami sonoterapii.

Franek i wsp. [39] opisują badanie kliniczne nad skutecznością sonoterapii w leczeniu owrzodzeń żylnych goleni. 60 uczestników z owrzodzeniami goleni podzielono na grupy A i B leczone operacyjnie (n=30) oraz C i D leczone zachowawczo (n=30). Grupę A (n=15) poddano sono- i farmakoterapii, B (n=15) farmakoterapii, C (n=15) sono- i farmakoterapii, D (n=15) farmakoterapii. W sonoterapii zastosowano parametry: 0,5 W/cm², 1 MHz, zmienna fala ultradźwiękowa, współczynnik wypełnienia okresu 1/5 (t_{imp} . 2 ms, t_{prz} . 8 ms), powierzchnia głowicy 10 cm². Dla owrzodzeń mniejszych lub równych 5 cm² czas zabiegu wynosił 5 min, dla większych wydłużał się o 1 min/cm² powierzchni. Terapię w grupach A-D prowadzono przez siedem tyg. Po zakończeniu badania w grupie A i C odnotowano sześć całkowitych wyleczeń, w grupie B siedem, w grupie D dwa. Po porównaniu zmian względnego pola powierzchni i objętości w grupach A-D wykazano różnice pomiędzy grupą A i D na korzyść A, B i D na korzyść B oraz C i D na korzyść C. W grupach A, B, C zaobserwowano większą redukcję długości i szerokości owrzodzenia oraz najskuteczniejsze oczyszczenie z ropnej wydzieliny. W grupach A, B i C uzyskano istotną przewagę leczniczą w porównaniu do grupy D.

Przeglądu skuteczności stosowania sonoterapii w terapii owrzodzeń goleni dokonali Escandon i wsp. [40] oraz Johannsen i Gam [41]. Johannsen i Gam analizowali prace od 1950 roku, w których oceniano skuteczność ultradźwięków w leczeniu przewlekłych owrzodzeń goleni. Autorzy wnioskują, że istnieje pozytywny wpływ sonoterapii na proces gojenia. Stwierdzono też, że najlepsze rezultaty daje zastosowanie sonoterapii o niewielkim natężeniu.

Z kolei, Voigt i wsp. [42] dokonali meta-analizy ośmiu randomizowanych prób klinicznych, polegających na terapii przewlekłych ran ultradźwiękami o niskiej częstotliwości (20-40 kHz). Wykazano, że terapia owrzodzeń goleni lub ran stopy cukrzycowej przynosi pozytywne efekty zarówno w przypadku stosowania wysokiej jak i niskiej intensywności fali ultradźwiękowej.

Podsumowanie

Omówione metody fizykalne w leczeniu owrzodzeń podudzi są przydatnymi metodami wspomagającymi proces gojenia. Wszystkie metody przyspieszają czas gojenia owrzodzeń. Terapia polem magnetycznym niskiej częstotliwości wykazuje silne działanie przeciwbólowe i przeciwzapalne, przyspiesza proces naskórkowania już po 4 tygodniach terapii. Z opisanych badań wynika, że

najlepsze rezultaty osiąga się przy zastosowaniu częstotliwości do 40 Hz oraz indukcji pola o wartości do 8,4 mT.

Elektrostymulacja wysokonapięciowa przyspiesza proces ziarninowania po 2 tygodniach stosowania, po 15 tygodniach można zaobserwować zmniejszenie wielkości rany. Stosowanie sonoterapii przez 7 tygodni przyspiesza ziarnino-

wanie, znacznie skraca czas gojenia. Wskazane jest szersze zastosowanie praktyczne fizykalnych metod leczenia.

W przypadku sonoterapii, w terapii owrzodzeń najlepsze rezultaty osiąga się stosując niską częstotliwość (<100 kHz) i niską gęstość mocy fali (<100 mW/cm²). Zestawienie wyników badań opisanych w pracy zawarto w tabeli 1.

Tab. 1. Wyodrębnione dane zawarte w badaniach nad skutecznością magnetoterapii, elektrostymulacji wysokonapięciowej i sonoterapii we wspomaganiu gojenia owrzodzeń podudzi

Tab. 1. Extracted data included in the study on the effectiveness of magnetotherapy, high-voltage electrical stimulation and sonotherapy in assisting healing leg ulcers

Autor	Etiologia owrzodzeń	Parametry	Czas terapii	Efekt
Sieroń i wsp. 2005 [14]	Mieszana: n=103 zmiany naczyniowe, n=31 stopa cukrzycowa, n=8 zmiany pourazowe	N = 142, (wiek 34-81 lat). Grupa A (n=78): pole o przebiegu sinusoidalnym, 40 Hz, 2,5-4,5 mT, Grupa B (n=64): pole o przebiegu prostokątnym, 5 Hz, 3,8-8,4 mT. Czas zabiegu 12 min, 5x tyg.	Do pełnej epitelizacji	Grupa A: wyraźniejsze przyspieszenie procesu naskórkowania. Grupa B: silniejsze działanie przeciwbólowe i przeciwzapalne. Poprawa trofiki skóry (n=29), pełna epitelizacja (po 40 ekspozycjach w 24 przypadkach, po 60 ekspozycjach w 32 przypadkach, po 75 ekspozycjach w 47 przypadkach, po 90 ekspozycjach w 19 przypadkach, po 105 ekspozycjach w jednym przypadku)
Todd [15] 1991	Przewlekłe owrzodzenie podudzi	N = 91. Grupa A: wolnozmiennie pole magnetyczne 5 Hz, 6 mT, czas zabiegu 15 min, 5x tyg. przez 2 tygodnie, antybiotykoterapia, utrzymanie aseptyki rany. Grupa B: pozorowana terapia polem magnetycznym	2 tygodnie	Grupa A: wyraźna tendencja do szybszego zamykania się rozmiarów owrzodzenia i obwodu kończyny zajętej procesem chorobowym w porównaniu do grupy kontrolnej. Brak znamienności statystycznej różnic.
Taradaj 2011 [27]	Zmiany naczyniowe	N = 312 (wiek 39-90 lat). Grupa A (n=40): HVS (100 V, 100 Hz, 100 ms), leczenie operacyjne. Grupa B (n=37): sonoterapia (0,5 W/cm ² , 1 MHz), leczenie operacyjne. Grupa C (n=33): laseroterapia (810 nm, 65 mW), leczenie operacyjne. Grupa D (n=35): kompresoterapia w postaci pończoch uciskowych (25-31 mmHg), leczenie operacyjne. Grupa E (n=37): farmakoterapia, leczenie operacyjne. Grupa F (n=32): HVS (100 V, 100 Hz, 100 ms), leczenie zachowawcze. Grupa G (n=20): sonoterapia (0,5 W/cm ² , 1 MHz), leczenie zachowawcze. Grupa H (n=21): laseroterapia (810 nm, 65 mW), leczenie zachowawcze. Grupa I (n=30): kompresoterapia w postaci pończoch uciskowych (25-31 mmHg), leczenie zachowawcze. Grupa J (n=27): farmakoterapia, leczenie zachowawcze.	7 tygodni	Stwierdzono różnice w szybkości gojenia pomiędzy grupami: A i D (37,3% i 53,1%), B i D (30,1% i 53,1%), C i D (32,3% i 53,1%), D i E (53,1% i 32,2%), D i F (53,1% i 30,2%), D i G (53,1% i 30,1%), D i H (53,1% i 13,5%), D i I (53,1% i 30,8%) oraz D i J (53,1% i 11,4%).

Silva 2010 [28]	Mieszana: n = 2, n = 1	N = 3 (wiek 54,3 ±4 lat). Stymulacja katodowa (100 V), 30 minut, 2x tygodniowo.	15 tygodni	Stwierdzono zmniejszenie pola powierzchni (średnio o 36%) u każdego z pacjentów odpowiednio z 20,16 cm ² do 16,36 cm ² , z 25,26 cm ² do 17,86 cm ² i z 10,46 cm ² do 1,60 cm ² . Stwierdzono zmniejszenie dolegliwości bólowych o 55% u pacjenta drugiego i o 43% u pacjenta trzeciego.
Houghton 2003 [29]	W grupie kontrolnej: cukrzykowa n = 2, tętnicza n = 2, żylna n = 7, mieszana n = 3. W grupie eksperymentalnej: cukrzykowa n = 3, żylna n = 6, mieszana n = 3.	N = 27 (42 owrzodzenia), (wiek 66,3 lata w grupie kontrolnej, 62,4 lata w grupie kontrolnej). Grupa eksperymentalna (n = 14): stymulacja katodowa, 45 minut 3 razy tygodniowo (100 μs, 150 V, 100 Hz). Grupa kontrolna, (n = 13) pozorna terapia HVS, 45 minut 3 razy tygodniowo.	4 tygodnie	Zaobserwowano zmniejszenie powierzchni ran o 44,3% w porównaniu do grupy kontrolnej leczonej opatrunkami (zmniejszenie ran o 16,0%
Olayie 2013 [38]		N = 90 (wiek 38,3 lat). Grupa A: klasyczne leczenie (n = 30) – kompresoterapia, opatrunki, chirurgiczne oczyszczanie rany. Grupa B: leczenie klasyczne uzupełnione o terapię ultradźwiękową wysokiej częstotliwości (n=30) 0,5-1 W/cm ² , 1-3 MHz, czas zabiegu 5 min. (owrzodzenia <5 cm ²), 10 min. (owrzodzenia ≥10 cm ²). Grupa C: leczenie klasyczne uzupełnione o terapię ultradźwiękową niskiej częstotliwości (metoda bezkontaktowa) (n=30) 0,1-0,8 W/cm ² , 40 kHz, czas zabiegu od 4 min. (owrzodzenia <4 cm ²) do 10 min. (owrzodzenia ≥10 cm ²). Terapia 3x tyg.	3 miesiące. W przypadku nie zagojenia rany kontynuacja terapii do pełnej epitelizacji.	Po 4 miesiącach zaobserwowano zmniejszenie rozmiaru ran w grupie A z 9,60 cm ² do 8,50 cm ² , w grupie B z 9,86 cm ² do 6,86 cm ² i w grupie C z 10,01 cm ² do 6,65 cm ² . Zaobserwowano zagojenie ran po upływie 8,50, 6,86 i 6,65 miesięcy. Zaobserwowano szybsze gojenie w grupach leczonych ultradźwiękami, nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy jedną i drugą metodą sonoterapii.
Franek 2008 [39]	Zmiany naczyniowe	N = 60 (wiek 41-70 lat) Grupa A: sonoterapia (0,5 W/cm ² , zmienna fala, współczynnik wypełnienia okresu 1/5, t _{imp} = 2 ms, t _{prz.} = 8 ms, 1 Mhz, nadźwiękawianie w kąpeli wodnej. Powierzchnia głowicy 10 cm ² , czas zabiegu dla powierzchni ≤5 cm ² 5 min, dla ubytków > 5 cm ² czas wydłużał się o 1 min na każdy cm ² .) i farmakoterapia, leczenie operacyjne. Grupa B: farmakoterapia i leczenie operacyjne. Grupa C: sonoterapia (jak w grupie A) i farmakoterapia, leczenie zachowawcze. Grupa D: farmakoterapia i leczenie zachowawcze. Terapia 1xdz. 6x w tyg.	7 tygodni	Całkowite wyleczenie (A, n=6), (B, n=7), (C, n=6), (D, n=2). Istotna różnica zmian pola powierzchni na rzecz grupy A, redukcja względnej długości na rzecz grupy A, i szerokości na rzecz grupy B. Zmiana względnej objętości ubytków na korzyść grupy B. Najskuteczniej oczyszczono z wydzieliny owrzodzenia w grupach A i C. Zmiany stopnia ziarniny były największe w grupie A i B.

Wnioski

1. Wszystkie prezentowane badania kliniczne i doświadczalne udowodniły przyspieszenie procesu gojenia ran odleżynowych dzięki wprowadzeniu terapii fizykanej.
2. Dzięki badaniom klinicznym możemy aplikować metody fizykalne, dobierać parametry zabiegowe zgodnie z potwierdzonymi naukowo efektami.
3. Terapia polem magnetycznym niskiej częstotliwości wykazuje silne działanie przeciwbólowe i przeciwzapalne.

4. Terapia polem magnetycznym, sonoterapią i elektrostymulacją wysokonapięciową prowadzi do szybszego oczyszczania się rany.
5. Wszystkie prezentowane metody przyspieszają proces ziarninowania oraz naskórkowania.
6. Dzięki zastosowaniu sonoterapii możemy zmienić fazę przewlekłą w ostrą i skracać fazę zapalną, co przyspiesza procesy gojenia się rany.

Piśmiennictwo

1. Ścisło L et al. Jakość życia pacjentów z owrzodzeniami żylnymi kończyn dolnych. *Hygeia* 2015;50(1):149-154.
2. Sepiolo A, Mroczek B, Modrzejewski A. Nowoczesne metody leczenia ran w opiece środowiskowej. *Family Medicine & Primary Care Review* 2012;14(1):91-96.
3. Słowiński P, Krosny T, Raciborski W, Staszkiwicz W. Współczesne poglądy na powstawanie i leczenie żylnych owrzodzeń podudzi. *Postępy Nauk Medycznych* 2012;3:27-34.
4. Reeder S, Roos K, Maeseneer M, Sommer A, Neumann H. Ulcer recurrence after in-hospital treatment for recalcitrant venous leg ulceration. *Br J Dermatol* 2013;5(168):999-1002.
5. Szewczyk M, Jawień A. Wybrane aspekty zachowawczego leczenia owrzodzeń żylnych. Część II: Oczyszczanie rany. *Postępy Dermatol Alergol* 2005;4(22): 206-212.
6. Szewczyk M et al. Ocena sprawności funkcjonalnej chorych z przewlekłą niewydolnością żylną i owrzodzeniem goleni. *Postępy Dermatol Alergol* 2005;6(22):265-270.
7. Lazarus G et al. Chronic venous leg ulcer treatment: Future research Needs. *Wound Repair Regen* 2014;1(22):34-42.
8. Fornalczyk-Wachowska E, Kuliński W. Metody fizykalne w profilaktyce i leczeniu owrzodzeń żylnych podudzi. *Balneologia Polska* 2008;2:86-92.
9. Kim S, Choi J, Kwon M, Choi J, Kim D. Effect of 60 Hz magnetic fields on teenagers and adults. *Environ Health* 2013;24(12):42.
10. Costin, G, Birlea A, Norris A. Trends in Wound Repair: Cellular and Molecular Basis of Regenerative Therapy Using Electromagnetic Fields. *Curr Mol Med* 2012;12(1):14-26.
11. Miecznik A, Fornalczyk-Wachowska E, Zeman K, Czernicki J. The effect of magnetotherapy and magnetostimulation on cytokine release by human peripheral blood lymphocytes in vitro. *Clin Exp Med Lett* 2007;2(48):111-115.
12. Li X, Huang L, Kwan R, Cheung K. Pulsed electromagnetic fields (PEMF) promote early wound healing and myofibroblast proliferation in diabetic rats. *Bioelectromagnetics* 2014;35(3):161-9.
13. Sieroń A, Glinka M. Wpływ pól magnetycznych o zakresach terapeutycznych na proces gojenia się skóry i tkanek miękkich. *Chirurgia Polska* 2002;4(4):153-158.
14. Sieroń A et al. Próba obiektywizacji oceny skuteczności terapeutycznej magnetostymulacji w leczeniu owrzodzeń żylnych podudzi. *Balneologia Polska* 2005;1:33-40.
15. Todd D et al. Treatment of chronic varicose ulcers with pulsed electromagnetic fields: a controlled pilot study. *Ir Med. J* 1991;84:54-55.
16. Polak A, Franek A, Taradaj J. High-Voltage Pulsed Current Electrical Stimulation in Wound Treatment. *Adv Wound Care* 2014;1(3):104-117.
17. Gomes N, Berni-Schwarzenbeck K, Packer A, Rodrigues-Bigaton D. Effect of cathodal high-voltage electrical stimulation on pain in women with TMD. *Braz J Phys Ther* 2012;16(1):10-5.
18. Borba G, Hochman B, Liebano R, Enokihara M, Ferreira L. Does preoperative electrical stimulation of skin alter the healing process? *J Surg Res* 2011;166(2):324-329.
19. Asadi M, Torkaman G, Hedayati M. Effect of sensory and motor electrical stimulation in vascular endothelial growth factor expression of muscle and skin in full-thickness wound. *J Rehabil. Res. Dev.* 2011;48(3):195-201.
20. Szuminsky N, Albers A, Unger P, Eddy J. Effect of narrow, pulsed high voltages on bacterial viability. *Phys Ther* 1994;74(7):660-7.
21. Thakral G et al. Electrical stimulation to accelerate wound healing. *Diabetic Foot & Ankle* [Internet]. 2013 [cited 2013 Sep 16];4:[about 1 p.]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3776323/>
22. Taradaj J, Franek J, Cierpka L, Błaszczak E. Elektrostymulacja wysokonapięciowa we wspomaganiu gojenia owrzodzeń troficznych. *Wiad Lek* 2004; (LVII)7-8:374-377.
23. Taradaj J. Elektrostymulacja wysokonapięciowa – EWN. *Rehabilitacja w praktyce* 2007;1:28-30.
24. Materniak K, Nowak-Wróżyna A, Kawecki M, Nowak M. Elektrostymulacja wysokonapięciowa w leczeniu trudno gojących się ran i obrzęków. *Leczenie Ran* 2012; 9(1):11-14
25. Franek A et al. Effect of high voltage monophasic stimulation on pressure ulcer healing: results from randomized controlled trial. *Wounds* 2011;23(1):15-23.
26. Franek A et al. Using high-voltage electrical stimulation in the treatment of recalcitrant pressure ulcers: results of a randomized, controlled clinical study. *Ostomy Wound Manage* 2012;58(3):30–44.
27. Taradaj J et al. Early and long-term results of physical methods in the treatment of venous leg ulcers: randomized controlled trial. *Phlebology* 2011;26(6):237-45.
28. Silva E, Martins C, Guirro E, Guirro R. High voltage electrical stimulation as an alternative treatment for chronic ulcers of the lower limbs. *An Bras Dermatol.* 2010;85(4):567-569.
29. Houghton P et al. Effect of electrical stimulation on chronic leg ulcer size and appearance. *Phys Ther.* 2003;83:17-28.
30. Radandt R. Ultradźwięki o niskiej częstotliwości w leczeniu ran. *Rehabilitacja Medyczna* 2002;6(3):25-33.
31. Samuels A et al. Low-frequency (<100kHz), low-intensity (<100mW/cm²) ultrasound to treat venous ulcers: A human study and in vitro experiments. *J Acoust Soc Am* 2013;134(2):1541-1547.
32. Baker K, Robertson V, Duck F. A review of therapeutic ultrasound: biophysical effects, *Phys Ther* 2001;8(1):1351–1358.
33. Megier-Humbert S, Bettinger T, Yan F. Plasma membrane poration induced by ultrasound exposure: implication for drug delivery. *J Control Release* 2005;104:213-222.
34. Lv Y, Zhao P, Chen G, Sha Y, Yang L. Effects of low-intensity pulsed ultrasound on cell viability, proliferation and neural differentiation of induced pluripotent stem cells-derived neural crest stem cells. *Biotechnology Lett* 2013;35(12):2201-2212.

35. Błaszczak E, Franek A, Taradaj J, Dolibog P. Ocena dynamiki procesu gojenia owrzodzeń żylnych leczonych za pomocą wybranych metod fizykalnych. *Fizjoterapia* 2007;15(1):3-16.
36. Mostafa J, Yadollahpour A, Rezaee Z, Rashidi S. Electro-magnetic fields and ultrasound waves in wound treatment: a comparative review of therapeutic outcomes. *Biosci Biotechnol Res Asia* 2015;12(1):185-195.
37. Hill G et al. The effects of low-intensity pulsed ultrasound on repair of epithelial cell monolayers in vitro. *Ultrasound Med Biol* 2005;31(12):1701-1706.-
38. Olyae M, Rad S, Elahifar M, Garkaz A, Mahsa G. High-frequency and noncontact low-frequency ultrasound therapy for venous leg ulcer treatment: a randomized, controlled study. *Ostomy Wound Managem* 2013;59(8):14-20.
39. Franek A et al. Ocena skuteczności sonoterapii we wspomaganiu gojenia owrzodzeń żylnych goleni u chorych po leczeniu chirurgicznym i zachowawczym. *Pol Merkuriusz Lek* 2008; XXV, 145:32-37.
40. Escandon J, Vivas A, Perez R, Kirsner R, Davis S. A prospective pilot study of ultrasound therapy effectiveness in refractory venous leg ulcers. *Int Wound J* 2012;9(5):570-578.
41. Johannsen F, Gam A. Ultrasound therapy in chronic leg ulceration: a metaanalysis. *Wound Repair Regen* 1998;6(2):121-126.
42. Voigt J, Wendelken M, Driver V, Alvarez O. Low-frequency ultrasound (20-40 kHz) as an adjunctive therapy for chronic wound healing: a systematic review of the literature and meta-analysis of eight randomized controlled trials. *Int J Low Exterm Wounds* 2011;10(4):190-199.