

! **Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym druk i umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.**

ELŻBIETA SZKILER¹ | MAREK KUCHARZEWSKI² | ALEKSANDRA BITENC-JASIEJKO³

STYMULACJA TKANEK W LECZENIU RAN

TISSUE STIMULATION IN WOUND HEALING

ORCID*: 0000-0002-4066-1212 | 0000-0001-7950-679X | 0000-0002-3720-0300

STRESZCZENIE: Pobudzenie i przyspieszenie gojenia tkanek, przyspieszenie zatrzymanej w ranach niegojących się fazy zapalnej jest możliwe przy zastosowaniu odpowiednio dobranych metod wspomagających. Medycyna fizykalna oferuje specjalistom w dziedzinie leczenia ran kilka metod, a ich synchroniczne działanie może przynieść pozytywne efekty. Różnorodność terapii fizykalnych pozwala na ich dobór do indywidualnych potrzeb i możliwości pacjenta. W pracy przedstawiono mało znaną wiedzę o stymulacji tkanek w procesie leczenia ran.

SŁOWA KLUCZOWE: elektrostymulacja, fototerapia, magnetostymulacja

ABSTRACT: Stimulation and acceleration of tissue healing, acceleration of the inflammatory phase retained in non-healing wounds is possible with the use of appropriately selected supporting methods. Physical medicine offers wound healing specialists several methods, and their synchronous action can bring positive results. The variety of physical therapies allows their selection to the individual needs and possibilities of the patient. The paper presents little known knowledge about the methods of tissue stimulation in the wound healing process.

KEY WORDS: electrostimulation, magnetostimulation, phototherapy

- 1 Indywidualna Specjalistyczna Praktyka Pielęgniarska w Elblągu
- 2 Katedra i Zakład Anatomii Opisowej i Topograficznej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Zabrze-Rokitnicy
- 3 Zakład Propedeutyki, Fizykodiagnostyki i Fitoterapii Stomatologicznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie

✉ ELŻBIETA SZKILER

Indywidualna Specjalistyczna Praktyka Pielęgniarska w Elblągu,
ul. Bema 80/3–4, 82-300 Elbląg,
e-mail: elzbieta.szkiller@onet.pl

Wpłynęło: 27.09.2021

Zaakceptowano: 11.10.2021

DOI: dx.doi.org/10.15374/FLR2021021

*według kolejności na liście Autorów

WSTĘP

Rany niegojące się, które są objawem chorób współistniejących, w przeciwieństwie do oparzeń nie mogą być zamknięte wyłącznie substytutami skóry. Wszystkie etiologie wymagają wspomagania, aby uzyskać gojenie tkanek [37]. Metody wspomagające stosowane w leczeniu ran można podzielić na inwazyjne i nieinwazyjne. Do inwazyjnych należą debridement i substytuty skóry (przeszczepy), do nieinwazyjnych natomiast: elektrostymulacja, nowoczesne opatrunki, kompresjoterapia, terapia podciśnieniowa czy ultradźwięki [1]. Duża część metod wspomagających leczenie ran należy do medycyny fizykalnej (fizjoterapii). Wśród wielu różnych metod fizjoterapii, niektóre są rekomendowane w procesie leczenia ran, m.in.: leczenie ruchem (kinezyterapia), energia wytwarzana przez urządzenia mechaniczne, wywierająca działanie bodźcowe (fizykoterapia), wibracje wywoływane ręką lub urządzeniem (masaż leczniczy) oraz odciążenie zespołu stopy cukrzycowej (zaopatrzenie ortopedyczne). Zabiegi fizykalne są ważnym elementem profilaktyki pierwotnej i wtórnej w leczeniu ran [39]. Zadaniem fizjoterapii jako nauki jest badanie fizykalne, diagnoza i terapia [18, 39].

W leczeniu ran należy zawsze unikać:

- stosowania ciepła powyżej temperatury tkanek (36–37°C);
- masowania tkanek, poza masażem limfatycznym w niewydolności chłonnej;
- wszystkich kąpiei wodnych (moczenia), w tym wirujących (należy myć rany pod wodą bieżącą, najlepiej w postaci prysznicza).

Pozytywne efekty przynoszą wszystkie terapie wprowadzające wibracje do tkanek oraz fototerapia [9, 35].

Pierwszym krokiem w leczeniu ran, jednocześnie z prowadzonym oczyszczeniem, jest uzupełnienie niedoborów pokarmowych, przy jednoczesnym odciążeniu miejsca występowania rany, zależnie od etiologii [7]:

- w odleżynach poprzez zmianę pozycji [22];
- w owrzodzeniach żylnych i żylnych-chłonnych poprzez kompresjoterapię nierozciągliwą [23];
- w owrzodzeniach żylnych-niedokrwiennych poprzez kompresjoterapię mocno rozciągliwą [8];
- w owrzodzeniach niedokrwiennych poprzez trening marszowy i pneumatyczną kompresjoterapię przerywaną o sile ucisku <30 mmHg [23];
- w zespole stopy cukrzycowej (ZSC) poprzez wkładki odciążające lub ortopedyczne [4].

! Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym druk i umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.

Każdą ranę niegojącą się, niezależnie od etiologii, charakteryzuje uszkodzenie naczyń i rozwijająca się hipoksja [3]. Zakażenia ran rozwijają się w ciągu 48 godzin od ich powstania, w szybkim tempie tworzy się biofilm, który powoduje hipoksję i dalszy rozpad tkanek [10, 28]. Redukcja negatywnych objawów degradujących tkanki jest niezbędna, aby uzyskać gojenie ran [15, 31].

Każda rana wymaga stabilizacji choroby podstawowej i, niezależnie od etiologii, także miejscowego wspomaganie w gojeniu [15]. W prowadzonych u pacjenta terapiach należy jednak unikać zarówno przedawkowania, które powoduje negatywne efekty fizykalne, jak i dawek podprogowych, które nie przyniosą pożądanego efektu terapeutycznego [24]. Stymulacja gojenia jest konieczna – może to być np.: terapia czynnikami wzrostu, terapia podciśnieniowa, biochirurgia czy aplikacja kolagenu do rany. Jednak zawsze rany wymagają zwiększonej pomocy metod fizykalnych.

ENDOGENNE POLE ELEKTRYCZNE

Zjawisko elektryczności w tkankach zostało odkryte w 1780 r., a w 1878 r. powiązано elektryczność elektrodermalną z gruczołami potowymi [13]. Dziś wiadomo, że jony sodu w naskórku produkują prąd tkankowy o napięciu 1–2 mA (miliampera), który jest przenoszony w tkankach przez jony Na⁺, K⁺, Cl⁻ [14]. Zależnie od okolicy ciała różnica endogennych potencjałów elektrycznych w zdrowej skórze może wynosić 10–60 mV [13, 36]. Różnica potencjałów w zdrowych tkankach (naskórku i skórze właściwej) wynosi 20–65 mV, natomiast w pobliżu rany potencjał elektryczny sięga 40 mV/mm. Przeznabłonkowy potencjał elektryczny podtrzymywany jest przez wyższy poziom jonów wapnia, potasu i sodu w naskórku. Uszkodzenie skóry powoduje spadek tego potencjału do zera w łożysku rany, w tkankach okalających wynosi on ok. 90 mV/mm, z kolei różnica potencjałów w świeżo powstałej ranie i w tkankach okalających może sięgać nawet 100–200 mV/mm (wskutek przepływu obwodowego prądu wokół rany). W miarę zamykania tkanek pole elektryczne wyrównuje się, a różnica potencjałów zanika [32, 37, 38]. Endogenna energia elektryczna jest rozpraszana w warstwie rogowej naskórka, która nie przewodzi prądu elektrycznego [37].

W ranach niegojących się endogenne pole elektryczne (ang. electric field – EF) jest zaburzone lub nieobecne, na skutek czego rany nie poddają się standardowemu leczeniu [14, 37]. EF wpływa na syntezę białek i migrację komórek do łożyska rany (elektrotaksja, galwanotaksja). W fazie:

- zapalnej – powoduje elektrotaksję makrofagów i neutrofilów, promując autolizę i fagocytozę;
- proliferacyjnej – powoduje elektrotaksję fibroblastów, promując fibroplazję;

- przebudowy – powoduje elektrotaksję miofibroblastów, keratynocytów i komórek naskórka, przyspieszając kurczenie się rany i promując epitelializację [32].

Zaburzenia endogenne pola elektrycznego w ranie przyczyniają się do rozproszenia napięcia prądu endogenne, prowadząc do nadmiernego rozrostu neutrofilów i zaburzeń metabolicznych w ranie, a w konsekwencji wydłużenia fazy zapalnej [32, 38].

STYMULACJA ELEKTRYCZNA

Gojenie ran to złożony proces naprawy tkanek, w którym stymulacja elektryczna i stymulacja polem magnetycznym, obok stosowanych czynników wzrostu i modyfikacji tkankowych, wzmacnia tkanki i przyspiesza ich gojenie [37].

Elektrostymulacja (ang. electrostimulation – ES) to wprowadzenie prądu elektrycznego do tkanek poprzez elektrody ułożone na skórze i w łożysku rany [36]. W zabiegach fizykoterapii wykorzystuje się prąd stały, zmienny lub pulsacyjny, pojedynczo lub naprzemiennie. W leczeniu ran możliwy do stosowania jest najczęściej dwufazowy prąd pulsacyjny o niskim natężeniu, w zakresie od 200 do 800 A. W pobliżu rany napięcie prądu w trakcie stymulacji wynosi 30 mV/mm i naśladuje fizjologiczny prąd endogenny [32, 36]. Terapie elektryczne przyspieszają gojenie ran o 60% w ZSC i o 42% w owrzodzeniach żylnych (zastoinowych) [32]. W leczeniu ran wykonuje się niskonapięciową mikroprądową stymulację elektryczną (MES), przeskórną elektryczną stymulację nerwów (TENS) oraz elektrostymulację wysokonapięciową (EWN) [19, 32]. Badania naukowe potwierdziły, że prąd stały powoduje podrażnienia i zmienia pH skóry [36, 37]. Dowiedziono, że niskonapięciowe prądy pulsacyjne zwiększają ciśnienie częściowe tlenu pO₂ i poprawiają mikrokrążenie. Elektrostymulacja wskazana jest w ZSC, owrzodzeniach żylnych, niedokrwiennych i innych naczyniowych, oparzeniach, ranach chirurgicznych oraz pourazowych [14, 27]. Do przeprowadzenia zabiegu stymulacji łożysko rany musi być słone i wilgotne [32]. Zabieg wykonuje się, nakładając na łożysko rany i skórę okalającą elektrody, pomiędzy którymi płynie prąd. Efekty terapii elektrycznej zależą od kierunku przepływu prądu (polaryzacji). W trakcie zabiegu rekomenduje się pierwszą polaryzację ujemnej katody, którą układa się w łożysku rany, a następnie dodatniej anody, którą układa się na nieuszkodzonej skórze wokół rany. Na urządzeniu generującym napięcie należy wybrać kierunek przepływu prądu. Zależnie od wyboru elektrody czynnej efekt terapii jest różny. Katoda działa przeciwbakteryjnie i wspomaga oczyszczanie ran z martwicy, a anoda pobudza granulację i epitelizację, a także rozpuszcza skrzepy i skoagulowane fragmenty elementów upostaciowionych krwi [34]. Elektrostymulacja pobudza i przyspiesza opóźnioną fazę zapalną w ranach przewlekłych, pobudza angiogenezę, zwiększa gęstość kolagenu, przyspiesza gojenie tkanek nawet o 50%,

! Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym druk i umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.

poprawia odporność komórkową i zwiększa perfuzję, jednak w ranach ostrych i przewlekłych uzyskuje się różne efekty końcowe, co zaprezentowano w Tabeli 1 [1, 6, 37].

Elektrostymulacja wysokonapięciowa wspomaga także gojenie ran i efektywniej przyspiesza procesy naprawcze tkanek, niż inne metody elektrostymulacji [19]. W tej terapii wykorzystywany jest prąd pulsacyjny o napięciu 100–150 V, a czasem nawet 500 V. Czas trwania impulsu jest krótki i wynosi 5–200 μ s o częstotliwości 1–125 Hz, dzięki czemu ładunek w tkankach zostaje szybko rozproszony. Natężenie prądu skuteczne podczas zabiegu EWN w procesie gojenia ran jest niewielkie i wynosi 1,5–2,5 mA [17]. Dowiedziono, że wysokie napięcie prądu poprawia przepływ krwi (perfuzję) i ułatwia gojenie ran [37]. W EWN stosowane są węglowe elektrody, z których czynną umiejscawia się w łożysku rany, a bierną w odległości od kilku do kilkunastu centymetrów od elektrody czynnej [34]. Zabiegi EWN w leczeniu wykonywane są przez 1–3 tygodnie 5–6 razy w tygodniu i trwają od 50 minut do 1 godziny. Pełen cykl EWN trwa 4–6 tygodni. W trakcie każdego zabiegu wykorzystuje się kolejno 20 minut stymulacji katodowej i 40 minut stymulacji anodowej [19, 37].

Przeciwwskazaniami do elektrostymulacji są: rozrusznik serca, choroby serca (arytmia, zawał), padaczka, wysokie nadciśnienie, metalowe implanty (endoprotezy stawów, zębów), ból niewiadomego pochodzenia, ciąża, stany zapalne, grzybica dróg moczowych, menstruacja, nowotwory, gorączka, stany wyczerpania fizycznego i psychicznego, brak reakcji pacjenta na stosowanie elektrostymulacji.

TERAPIA POLEM MAGNETYCZNYM

Terapia polem magnetycznym (ang. electromagnetic fields – EMFs) jest rodzajem elektrostymulacji. Podział na magnetoterapię i magnetostymulację zależy od stosowanego napięcia pola magnetycznego. W magnetoterapii pole magnetyczne wynosi 100 μ T, a w magnetostymulacji <100 μ T. Brakuje dobrze przeprowadzonych badań randomizowanych, wiedza na temat terapii polem magnetycznym opiera się głównie na badaniach klinicznych i doświadczeniach własnych autorów [37]. Ostrzega się, że wytworzone zewnętrznie pole elektromagnetyczne może wchodzić w reakcję z endogennym

prądem tkankowym i stymulować ponowne opóźnienie lub zatrzymanie gojenia ran, mimo to pulsacyjne pole elektromagnetyczne jest metodą rekomendowaną do leczenia złamań i ran przewlekłych [37]. W leczeniu ran wykorzystuje się magnetostymulację zmiennym polem magnetycznym [29, 37]. Pełna terapia magnetyczna to kilkanaście 10-minutowych zabiegów. Magnetostymulacja poprawia perfuzję i ukrwienie obwodowe, pobudza angiogenezę, stymuluje wzrost i odżywienie komórek, przyspiesza regenerację tkanek i wzrost kostny, działa przeciwobrzękowo, przeciwwzapalnie i przeciwbólowo.

Przeciwwskazaniami do zabiegu są: ciąża, choroba nowotworowa, krwawienie, zakażenie o ciężkim przebiegu, endokrynopatie, np.: niewyrównana cukrzyca, czynna gruźlica, elektroniczne implanty [29, 37].

SONOTERAPIA

Terapia ultradźwiękowa wykorzystuje wibracje mechaniczne o częstotliwości niesłyszalnej dla ucha (1 Mhz na skórę, 3 Mhz na ranę). Sonoterapia o niskich wartościach rekomendowanych w leczeniu ran wywołuje kawitację nieinercyjną, czyli tworzenie się pęcherzyków w ECM, które wpadają w rezonans i oscylują, wywołując ruch wirowy. Komórki są poddawane siłom ścinającym, które mogą uszkadzać błony komórkowe. Nadźwiękowanie tkanek prowadzi do utleniania liposomów i peroksydacji lipidów, podobnie jak w przypadkach inicjowanych przez jony Fe²⁺. Fale ultradźwiękowe i substancje powstające w polu ultradźwiękowym oddziałują z warstwą lipidową, wywołując zmiany w strukturze chemicznej i funkcjonowaniu błon biologicznych [21]. Efekt drgań wywołanych w trakcie zabiegu utrzymuje się w tkankach do 4 godzin.

Zabieg sonoterapii jest bezbolesny, działa przeciwdrobnoustrojowo i przyspiesza oczyszczanie ran z martwicy. Zależnie od fazy gojenia rany uzyskuje się różne efekty końcowe:

- faza zapalna – wspomaga ziarninowanie przez uwolnienie histaminy;
- faza proliferacji – przyspiesza kurczenie się rany i zwiększa wytrzymałość tkanek na rozciąganie przez wspomaganie syntezy kolagenu [12, 20, 37].

| Faza gojenia | Rana ostra | Rana przewlekła |
|--------------|---|---|
| Zapalenie | <ul style="list-style-type: none"> • poprawia przepływ krwi; • podwyższa temperaturę skóry; • poprawia rozciągliwość skóry | <ul style="list-style-type: none"> • poprawia przepływ krwi i dotlenienie tkanek; • zmniejsza obrzęk; • zwiększa działanie przeciwbakteryjne |
| Proliferacja | <ul style="list-style-type: none"> • poprawia proliferację keratynocytów; • zwiększa obkurczanie rany | <ul style="list-style-type: none"> • poprawia transport błonowy i organizację macierzy kolagenowej; • zwiększa obkurczanie ran; • poprawia stymulację syntezy DNA i białek |
| Przebudowa | <ul style="list-style-type: none"> • poprawia przebudowę tkanek; • przyspiesza epitelizację | <ul style="list-style-type: none"> • poprawia reprodukcję komórek naskórka i stymulację fibroblastów |

Tabela 1. Efekty stymulacji elektrycznej w zależności od rodzaju rany.

! Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym druk i umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.

Terapia ultradźwiękowa generuje ciepło, więc należy stosować ją rozważnie, może bowiem powodować zniszczenie tkanek [21]. W leczeniu ran stosuje się wyłącznie terapię o natężeniu 0,5 W/mkw/cm i wykonuje się początkowo codziennie, a następnie 2–3 razy w tygodniu. Przeciwwskazaniami do zabiegu są: choroba nowotworowa, elektroniczne implanty lub protezy, ciąża (dotyczy zabiegów w dolnej części pleców i nad macicą).

FOTOTERAPIA

W leczeniu ran stymulacja światłem powinna być stosowana częściej, gdyż jest to bezpieczna forma stymulacji. Zastosowanie ma światło Piler (nierozproszone światło spolaryzowane o prostej wiązce), laseroterapia biostymulacyjna, światło UV, światło podczerwone i światło bliskiej podczerwieni. Zależnie od koloru emitowanego (poprzez filtry) światła Piler można uzyskać różne efekty:

- żółte – odpręża, poprawia osłabione procesy tkankowe;
- niebieskie – chłodzi, reguluje procesy zapalne, działa przeciwdrobnoustrojowo;
- fioletowe – działa przeciwbólowo, rozluźnia;
- zielone – działa przeciwbólowo, rozluźnia;
- pomarańczowe – uwalnia zablokowane procesy, ogrzewa;
- czerwone – pobudza uspięne procesy;
- indygo – działa przeciwdrobnoustrojowo, przeciwbólowo.

W trakcie zabiegu fototerapii należy naświetlać całą ranę albo tkanki wzdłuż brzegów, obejmując jednocześnie łożysko rany i okalającą skórę min. 2–4 minuty na każde miejsce [33].

Światło niebieskie o długości fal między 400 a 470 nm posiada unikatowe dla fototerapii działanie przeciwbiofilmowe poprzez przerwanie quorum sensing (QS) bakterii. Zależnie od rodzaju bakterii biofilmowych kolonizujących tkanki, naświetlania należy stosować przez 15–60 minut w trakcie każdego zabiegu [11].

LASEROTERAPIA BIOSTYMULACYJNA

Laseroterapia biostymulacyjna wykorzystuje światło podczerwone lub bliskiej podczerwieni, penetrując tkanki na głębokość 2–60 mm w metodzie bezdotykowej z odległości 5 mm. Urządzenia do leczenia ran są niskoenergetyczne, o średniej mocy 100–200 mW, a terapia może być prowadzona dwoma rodzajami światła:

- światłem skanującym, które – podobnie jak w świetle Piler – obejmuje łożysko 2–3 cm tkanek okalających;
- światłem punktowym, zależnie od wielkości rany, w 4–8 punktach w łożysku i 6–8 w tkankach okalających, po 30 sekund na każde miejsce.

Cały zabieg nie może trwać dłużej niż 20 minut. Laseroterapia biostymulacyjna jest terapią bodźcową, nie emituje ciepła, zmniejsza ból, oczyszcza rany z martwicy, zmniejsza obrzęk, likwiduje świąd, działa przeciwzapalnie i przeciwkrwotocznie, przyspiesza ziarninowanie, działa immunostymulująco. Pełna terapia laserem to 20–30 zabiegów wykonywanych codziennie. Po 5 zabiegach pojawiają się pierwsze efekty, po 9 terapia spowalnia, a po 16–17 widoczne są efekty leczenia. Światło Piler nie ma przeciwwskazań i jest bezpieczne nawet u pacjentów z padaczką i wrażliwych na światło.

Laseroterapia ma ograniczenia do stosowania, takie jak: choroby krwi, nadpobudliwość nerwowa, nadczynność tarczycy, rozedma płuc, gruźlica, nowotwory, ciąża, epilepsja, ostra choroba wieńcowa, niewyrównana cukrzyca, nadwrażliwość na światło [5, 26].

TLENOTERAPIA

Tlenoterapia dzieli się na: hiperbaryczną, normobaryczną i ozonoterapię ran. Tlenoterapia normobaryczna przez maskę lub wazy może być stosowana tylko w szpitalu lub w warunkach domowych poprzez koncentrator tlenu. Tlenoterapia hiperbaryczna to zabiegi, w których pacjent jest zamknięty w komorze jedno- lub wieloosobowej i oddycha 100% tlenem w warunkach podwyższonego ciśnienia (>1 atmosfery bezwzględnej (ATA)). W trakcie zabiegów wykorzystuje się ciśnienie 2–3 ATA, a rozpuszczalność tlenu w osoczu zwiększa się 14-krotnie. W leczeniu ran tlen hiperbaryczny redukuje skutki niedokrwienia skóry i tkanek, działa przeciwdrobnoustrojowo, przyspiesza proliferację, ziarninowanie i angiogenezę.

Przeciwwskazaniem do tlenoterapii hiperbarycznej jest: przebyta odma płucna, nadciśnienie tętnicze, stany hipoglikemii, napady drgawkowe w wywiadzie, obecność rozrusznika serca, klaustrofobia [30].

OZONOTERAPIA RAN

Ozonoterapia ran to prosty zabieg wykorzystujący małe generatory ozonu. Ozon wchłania się przez skórę, więc zabieg wykonuje się bez opatrunku w dniu jego zmiany; w innych dniach można opatrunku nie usuwać. Należy jednak zdjąć bandaż kompresyjny, jeżeli są stosowane w terapii owrzodzeń. Metoda wspomagająca gojenie ran rekomendowana jest w przypadku oporności drobnoustrojów na antybiotyki i sulfonamidy oraz w redukcji bólu niedokrwiennego [2]. Ozon w trakcie aplikacji rozpada się, wskutek czego wytwarza reaktywne formy tlenu, redukując endogenne wolne rodniki, aktywne metaloproteinazy oraz stany zapalne poprzez wywołany szok tlenowy, a także utlenia lipidy, rozszerzając naczynia. Z kolei śródbłonek naczyń uwalnia tlenek azotu, wywołując efekt przeciwbólowy [16, 27].

- ! Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym druk i umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.

BIOFEEDBACK

Biofeedback to zjawisko biologicznego sprzężenia zwrotnego, które zyskuje się przez łączenie różnych terapii i technik. Efekty terapii nakładają się na siebie, dlatego możliwe jest zmniejszenie nasilenia zabiegów. Działanie synergiczne stosowanych jednocześnie kilku metod fizjoterapii zapewnia bardzo pozytywne efekty: działa przeciwbólowo i przeciwzapalnie, zmniejsza obrzęki, działa rozluźniająco, zwiększa elastyczność włókien kolagenowych, przyspiesza procesy przemiany materii, przyspiesza regenerację tkanek oraz poprawia perfuzję [24].

Ciekawymi rozwiązaniami synergicznego stosowania terapii są:

- laserbaria-S – połączenie 4 metod w małym przenośnym urządzeniu dedykowanym leczeniu ran kończyn: hiperbarii, ozonoterapii, sonoterapii i terapii światłem czerwonym lub fioletowym [30];
- magnetoledoterapia – połączenie sonoterapii z ledoterapią (nielaserowe promieniowanie optyczne) [25];
- magnetoświatłoterapia – połączenie sonoterapii i światła Piler;
- opatrunki elektryczne – mikrobaterie są umieszczone na bandażu metalizowanym srebrem i cynkiem lub stanowią część opatrunku aplikowanego do łożyska rany na 48 godzin.

OMÓWIENIE

Poza omówionymi metodami wspomaganie gojenia medycyna fizykalna oferuje jeszcze kilka innych, w tym: kompresjoterapię, leczenie ruchem, odciążenia miejsc występowania ran (szczególnie u pacjentów z ZSC), terapie manualne wprowadzające wibracje do tkanek, np. głęboka oscylacja (ang. deep oscylation – DO), wibroakustyka czy też kinesiotaping redukujący obrzęk limfatyczny. Tylko światło Piler nie posiada żadnych przeciwwskazań do stosowania. Inne terapie muszą być dostosowane do możliwości fizycznych pacjenta. Gojenie tkanek jest wynikiem debridementu, wspomaganie gojenia, stabilizacji chorób przewlekłych i pielęgnacji holistycznej pacjenta. Zespoły interdyscyplinarne powinny współpracować ze sobą w leczeniu każdej rany, nie tylko owrzodzeń w ZSC. Dostosowanie intensywności zabiegów do fizycznych możliwości pacjenta to bardzo istotny element terapii. Synchroniczne działanie kilku umiejętnie połączonych terapii pozwala na zmniejszenie ich intensywności, ponieważ ich efekty sumują się i nakładają.

PIŚMIENNICTWO

1. Abeln M, Pitassi A. An interdisciplinary wound team in home health: the role of the physical therapist in wound care. *Home Healthc Nurse* 2012;30(3):161–169.
2. Antoszewski Z, Madej P. Ozonoterapia i Jej Zastosowanie w Medycynie. 1st edn. α-medica Press, Bielsko-Biała, 1997.
3. Atkin L, Bučko Z, Conde Montero E et al. Implementing TIMERS: the race against hard-to-heal wounds. *J Wound Care* 2019;28(Suppl. 3):S1–S50.
4. Bitenc-Jasiejko A, Szkiler E, Kordus K et al. Procedury diagnostyki, terapii i edukacji pacjenta – algorytmy i wytyczne wczesnej oraz wtórnej profilaktyki ZSC. *Forum Leczenia Ran* 2021;2(1):1–47.
5. Bugajski M, Krukowska J, Czernicki J. Biostymulacyjne promieniowanie laserowe i możliwości jego zastosowania w fizjoterapii. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie* 2010;3:343–348.
6. Chapman-Jones D, Young S, Tadej M. Assessment of wound healing following electrical stimulation with Accel-Heal. *Wounds uk* 2010;6(3):67–71.
7. Cox J, Zigouras S. Nutritional considerations in patients with pressure ulcers: addressing four essential elements can help you meet these patients' nutritional needs. *Wound Care Advisor* 2016;5(2):24–30.
8. Dissemond J, Assenheimer B, Bültemann A et al. Compression therapy in patients with venous leg ulcers. *J Dtsch Dermatol Ges* 2016;14(11):1072–1087.
9. Fiodorow W, Kowalenow A, Loginow G, Riabczuk F. *Zasoby Organizmu*. 1st edn. Medsport, Warszawa, 2013.
10. Gutwein LG, Panigrahi M, Schultz GS, Mast BA. Microbial barriers. *Clin Plast Surg* 2012;39(3):229–238.
11. Hughes G, Webber MA. Novel approaches to the treatment of bacterial biofilm infections. *Br J Pharmacol* 2017;174:2237–2246.
12. Kamaruzzaman NF, Tan LP, Yazid KAM et al. Targeting the bacterial protective armour; challenges and novel strategies in the treatment of microbial biofilm. *Materials* 2018;11(9):1705.
13. Kamaszińska M. Najnowsze metody regeneracji skóry z wykorzystaniem pola elektrycznego. *Kosmetologia Estetyczna* 2017;2(6):173–175.
14. Kloth LC. Electrical stimulation technologies for wound healing. *Adv Wound Care* 2014;3(2):81–90.
15. Kucharzewski M, Szkiler E, Krasowski G et al. Algorytmy i wytyczne postępowania terapeutycznego w ranach niegojących się. *Forum Leczenia Ran* 2020;1(3):95–116.
16. Kwolek A, Zwolińska J, Weres A. Wpływ dawki terapeutycznej na skuteczność laseroterapii nisko- i wysokoenergetycznej (HILT). *Acta Bio-Optica et Informatica Medica* 2011;3(17):171–178.
17. Lampe KE. Electrotherapy in tissue repair. *J Hand Ther* 1998;11(2):131–139.
18. Marchewka A. Fizjoterapia. *Medycyna Praktyczna* (online) 2015; <https://www.mp.pl/pacjent/rehabilitacja/fizjoterapia/106214.fizjoterapia>
19. Maternak 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.
20. Metcalf D, Bowler P, Parsons D. Wound Biofilm and Therapeutic Strategies. In: Dhanasekaran D, Thajuddin N (eds). *Microbial Biofilms: Importance and Applications*. InTech, Rijeka, 2016, pp. 271–298.
21. Miłowska K. Ultradźwięki – mechanizmy działania i zastosowanie w terapii sonodynamicznej. *Postepy Hig Med Dosw* 2007;61:338–349.
22. National Pressure Ulcer Advisory Panel, European Pressure Ulcer Advisory Panel and Pan Pacific Pressure Injury Alliance. *Prevention and Treatment of Pressure Ulcers*. Haesler E (ed). Cambridge Media, Osborne Park, 2014.
23. O'Donnell TF, Passman MA, Marston WA et al. Clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery® (SVS) and the American Venous Forum (AVF). *J Vasc Surg* 2014;60(Suppl. 2):S3–S59.
24. Pasek J, Cieślak G, Sieroń A. Wprowadzenie do zagadnienia terapii skojarzonej w fizjoterapii. *Rehabilitacja* 2017;4:15–20.
25. Pasek J, Pasek T, Sieroń A. Magnetoledoterapia w leczeniu ran po zabiegach chirurgicznych stawu kolanowego. *Ther Clin Risk Manag* 2014;10:717–720.
26. Pyszora A, Adamczyk A. Zastosowanie niskoenergetycznego promieniowania laserowego w leczeniu bólu. *Polska Medycyna Paliatywna* 2005;4(3):127–132.
27. Rathod V. Physiotherapy in wound care. *Plexusmd* (online) 2015; <https://www.plexusmd.com/md/profile/public?pfid=12372868&uaid=12373169>
28. Mallone M, Bjarnsholt T, Cooper RA et al. World Union of Wound Healing Societies (WUWHS). Florence Congress. Position Document. Management of Biofilm. *Wounds International* (online) 2016; <https://www.woundsinternational.com/resources/details/position-document-management-biofilm>
29. Sieroń A, Mucha R, Pasek J. Magnetoledoterapia. *Rehabil Prakt* 2006;3:29–32.
30. Sieroń A, Pasek J, Pietrzak M, Cieślak G. Zastosowanie miejscowej hiperbarycznej terapii tlenowej z użyciem urządzenia Laserbaria-S w leczeniu przewlekłych ran. *Pol Hyp Res* 2016;4(57):29–38.

KONFLIKT INTERESÓW: nie zgłoszono.

! Artykuł jest dostępny na zasadzie dozwolonego użytku osobistego. Dalsze rozpowszechnianie (w tym druk i umieszczanie w sieci) jest zabronione i stanowi poważne naruszenie przepisów prawa autorskiego oraz grozi sankcjami prawnymi.

31. Strohal R, Dissemond J, Jordan O'Brien J et al. EWMA Document: Debridement: An updated overview and clarification of the principle role of debridement. *J Wound Care* 2013;22(Suppl. 1):S1–S49.
32. Sun YS. Electrical stimulation for wound-healing: Simulation on the effect of electrode configurations. *J Funct Biomater* 2021;12(40):1–17.
33. Szkiler E. *Poradnik Pielęgnacji Ran Przewlekłych*. 3rd edn. Evereth Publishing, Warszawa, 2014.
34. Taradaj J, Franek A, Cierpka L, Błaszczak E. Elektrostymulacja wysokonapięciowa we wspomaganiu gojenia owrzodzeń troficznych. *Wiad Lek* 2004;57(7–8):374–377.
35. Trybulski R. Metoda deep oscillation w leczeniu zespołu stopy cukrzycowej. *Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja* 2016;68:22–29.
36. Ud-Din S, Bayat A. Electrical stimulation and cutaneous wound healing: a review of clinical evidence. *Healthcare* 2014;2(4):445–467.
37. Yadollahpour A, Jalilifar M. Electromagnetic fields in the treatment of wound: a review of current techniques and future perspective. *J Pure Appl Microbio* 2014;8(4):2863–2877.
38. Yang H, Charles R-Ph, Hummler E, Baines DL, Isseroff RR. The epithelial sodium channel mediates the directionality of galvanotaxis in human keratinocytes. *J Cell Sci* 2013;126(9):1942–1951.
39. Zwolińska J. Fizykoterapia jako składowa fizjoterapii. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie* 2011;3:278–286.