

Radziwińska Agnieszka, Stettler Dorota, Weber-Rajek Magdalena, Zimmermann Agnieszka Anna, Sowała Krzysztof, Goch Aleksander, Zukow Walery. *Metody fizykalne w terapii odleżyn = Physical methods for the treatment of bedsores*. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015;5(4):405-414. ISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.38244>
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%284%29%3A405-414>
<https://pbn.nauka.gov.pl/works/685685>
Formerly *Journal of Health Sciences*. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011–2014
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.

Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.
Zgodnie z informacją MNiSW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).

© The Author (s) 2015;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, 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 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) 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: 25.03.2015. Revised 05.04.2015. Accepted: 26.04.2015.

Metody fizykalne w terapii odleżyn Physical methods for the treatment of bedsores

**Agnieszka Radziwińska¹, Dorota Stettler², Magdalena Weber-Rajek¹,
Agnieszka Anna Zimmermann³, Krzysztof Sowała⁴, Aleksander Goch¹, Walery Zukow⁵**

- 1. Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Collegium Medicum w Bydgoszczy,
Katedra Fizjoterapii, Bydgoszcz, Polska**
- 2. Bydgoska Szkoła Wyższa, Bydgoszcz, Polska**
- 3. Wyższa Szkoła Gospodarki, Bydgoszcz, Polska**
- 4. Szpital Polski, Sztum, Polska**
- 5. Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Bydgoszcz, Polska**

Adres do korespondencji:

dr n. med. Agnieszka Radziwińska
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy
Katedra Fizjoterapii
ul. Marii Skłodowskiej-Curie 9, 85-094 Bydgoszcz
e-mail: agnieszka.radziminska@gmail.com

Streszczenie

Odleżyny (obok zakażeń szpitalnych) to najpoważniejsze powikłania występujące u pacjentów hospitalizowanych. Od lat poszukuje się najskuteczniejszych metod leczenia zachowawczego odleżyn. Wśród tych metod należy zwrócić uwagę na metody leczenia fizykalnego, a wśród nich: fototerapię, elektroterapię, magnetoterapię i sonoterapię.

Summary

Pressure ulcers (next to nosocomial infections) are the most serious complications occurring in hospitalized patients. For years he sought the most effective methods of conservative treatment of pressure ulcers. Among these methods, you must pay attention to the methods of physical treatment, among them: phototherapy, electrotherapy, magnetic fields and sonotherapy.

Słowa kluczowe: metody fizykalne; terapia; odleżyny.

Keywords: physical methods; therapy; bedsores.

WSTĘP

Międzynarodowa definicja American National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) oraz European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP) przedstawia odleżynę jako *umiejscowione uszkodzenie skóry i/lub głębszej tkanki, która najczęściej pojawia się na wypukłości kostnej w wyniku takich sił jak ucisk lub połączenia ucisku i rozrywania* [1].

Odleżyny są poważnym problemem zdrowotnym i społecznym, z którym współczesna medycyna, pomimo szybkiego rozwoju nie potrafi sobie poradzić. W Europie średnia częstość występowania odleżyn u pacjentów na oddziałach intensywnej opieki medycznej wynosi ok. 20% [2], w Stanach Zjednoczonych 14,8 % [3]. Ze względu na częstość występowania, rany odleżynowe stanowią istotny problem ekonomiczny. W Stanach Zjednoczonych koszty leczenia tego schorzenia przekraczają 11 mld \$, co stanowi kwotę w wysokości ok 43 tys. \$ na pacjenta, którego pobyt w szpitalu jest trzy razy dłuższy niż u chorych bez ran odleżynowych [4]. W Wielkiej Brytanii koszty roczne dochodzą do wysokości 1,4 – 2,1 mld £ [5].

Poza względami ekonomicznymi, odleżyny stanowią także źródło dodatkowego stresu, cierpienia i możliwych groźnych powikłań dla samego chorego. Najskuteczniejszą metodą walki z raną odleżynową jest jej zapobieganie. Natomiast leczenie ran odleżynowych powinno być kompleksowe, a więc związane ze współpracą zespołu interdyscyplinarnego. Metody fizykalne powinny stanowić nieodzowny element leczenia tego schorzenia.

METODY FIZYKALNE W LECZENIU ODLEŻYN

FOTOTERAPIA

Organizm ludzki absorbując światło, przetwarza je w energię elektrochemiczną wewnątrz komórek, co powoduje uruchomienie w nich łańcucha reakcji biochemicznych.

Umożliwia to pozyskanie efektu przeciwbólowego i przeciwzapalnego, następuje poprawa ukrwienia tkanek oraz pobudzenie procesów regeneracyjnych w ich obrębie [6,7].

Laseroterapia niskoenergetyczna

Pod wpływem biostymulacji promieniowaniem laserowym następuje szereg reakcji, które powodują szybsze gojenie się ran. Pod wpływem światła następuje fotooksydacja, która ma wpływ na wzrost syntezy ATP, wpływając na funkcje naprawcze skóry [8]. Promieniowanie laserowe powoduje wzrost aktywności antymutagennej i mitotycznej komórek, poprawia wymianę elektrolitową między otoczeniem a komórką, zmienia strukturę błon komórkowych i aktywizuje enzymy. W tkankach wzrasta stężenie hormonów, pobudzona zostaje angiogeneza i poprawia się mikrokrążenie krwi [9-11]. Zabiegi można wykonywać sondą punktową – techniką kontaktową lub bezkontaktową, a także przy użyciu sondy prysznicowej lub skanera automatycznego. W technice kontaktowej stymuluje się brzegi rany (tkanka zdrowa granicząca z chora) laserem emitującym falę z zakresu światła czerwonego (R), stosując nieduże dawki energii (1-3 J/cm²) [12-15]. Sprzyja to ziarninowaniu rany od jej brzegów. Zabieg metodą stabilną, bezkontaktową można wykonać za pomocą sondy prysznicowej, naświetlając pole zabiegowe tak, aby promieniowaniem objąć całą odleżynę. Kolejną metodą naświetlania odleżyn jest technika labilna, bezkontaktowa. W tym przypadku najskuteczniejszą metodą jest użycie skanera automatycznego, za pomocą którego dostarczamy równą ilość energii na każdy centymetr kwadratowy powierzchni rany, zachowując warunki aseptyki. Dno odleżyny można naświetlać promieniowaniem czerwonym (R), a w przypadku głębszych zmian chorobowych – promieniowaniem z zakresu podczerwieni (IR). Techniki zabiegu można łączyć.

Ledoterapia

Ledoterapia jest nowoczesną terapią wykorzystującą światło niskoenergetyczne. Jest ono generowane przez diody LED (*Light Emmiting Diode*) w zakresie widzialnym (światło czerwone - R) i bliskiej podczerwieni (światło podczerwone - IR) [16]. Ledoterapia korzystnie wpływa na procesy chemiczno – biologiczne w komórkach. Do najważniejszych zaliczyć można wzrost mikrokrążenia, które usprawnia procesy przemiany materii oraz poprawę procesów regeneracji, które przyczyniają się do przyspieszenia procesu gojenia ran [17,18].

Światło spolaryzowane

Jest to światło widzialne o charakterze biostymulacyjnym, które jest spolaryzowane liniowo, co oznacza, że drgania elektryczne zachodzą tylko w jednej płaszczyźnie. Na podstawie obserwacji i wyników terapeutycznych przyjmuje się, że spolaryzowane światło

w widmie widzialnym powoduje przyspieszenie procesów regeneracji komórek oraz syntezy macierzy łącznotkankowej, a w szczególności włókien kolagenowych, co jest bardzo ważnym elementem w leczeniu ran odleżynowych [19].

ELEKTROTERAPIA

Według National and European Pressure Ulcer Advisory Panels [NPUP] elektroterapia ma duże znaczenie w terapii odleżyn. Jest ona szczególnie zalecana w leczeniu przewlekłych ran odleżynowych II–IV stopnia [20].

Występuje kilka mechanizmów, które tłumaczą wpływ elektroterapii na proces gojenia się ran. Jednym z nich jest tak zwana *bateria skórna*. Nieuszkodzony naskórek ma w stosunku do skóry właściwej ujemny potencjał (-23,4mV). W momencie kiedy naskórek jest uszkodzony powierzchnia ta staje się elektrododatnia. Występująca różnica potencjałów powoduje powstanie *prądu uszkodzenia*, czyli prądu endogenego, pobudzającego proces gojenia się ran [21].

W przypadku kiedy rana jest wysuszona lub stosowane są miejscowe środki lecznicze, to przepływ prądu zanika i procesy gojenia są zahamowane. W takiej sytuacji dzięki stymulacji powierzchni rany prądem monofazowym dochodzi do odzyskania różnicy potencjałów oraz pobudzenia procesów gojenia [22].

Kolejny mechanizm potwierdzający wpływ prądów elektrycznych na gojenie się ubytków skórnych to *elektrotaksja komórkowa*. Polega ona na przemieszczaniu się komórek dodatnio i ujemnie naładowanych w obrębie pola elektrycznego. Pod wpływem tego mechanizmu na powierzchni stymulowanych odpowiednim biegunem elektrycznym ran, kumulują się makrofagi, fibroblasty i neutrofile [21-23].

Udowodniono także, iż stymulacja elektryczna powodują wzrost syntezy ATP i DNA w komórkach, a skutkiem stymulacji fibroblastów jest podwyższona synteza kolagenu. W obszarze poddanym stymulacji elektrycznej zauważany jest także wzrost przepływu krwi oraz gęstości kapilar [24].

Galwanizacja i jonoforeza

Prąd stały stosowany w leczeniu ran odleżynowych wykorzystuje się w zabiegu galwanizacji i jonoforezy. Do zabiegów używa się prądu o gęstości natężenia 0,1 – 0,3 mA/cm² powierzchni elektrody czynnej, czas zabiegu 10 minut. Terapię można powtórzyć kilkakrotnie w ciągu dnia. Elektrode czynną (katodę) układa się na gazowym podkładzie nasączonym 0,9% NaCl na odleżynie, elektrodę bierną (anodę), układa się przeciwnie.

W leczeniu odleżyn zastosowanie ma także jonoforeza cynkowa. Przykładem enzymu zaangażowanego w proces gojenia rany, który wymaga do działania obecności cynku jest alkaliczna fosfataza (AP) uczestnicząca w regulacji procesu zapalnego. Adenozyna uwalniana w reakcji z alkaliczną fosfatazą, posiada silne działanie przeciwzapalne i bierze udział w ograniczeniu fazy zapalnej w procesie gojenia się rany. Inne zależne od cynku enzymy, to metaloproteinazy macierzy (MMP), które uczestniczą m.in. w procesie degradacji kolagenu i elastyny. Ma to zasadnicze znaczenie w ostatnim etapie gojenia rany, czyli przebudowie blizny. Cynk ma również zdolność hamowania degranulacji komórek tucznych, co redukuje wydzielanie histaminy - ważnego mediatora stanu zapalnego. Zastosowany na skórę cynk zwiększa szybkość epitelializacji, wspomaga proces oczyszczania się rany, a zaabsorbowany przez skórę prosto z rany wspomaga wczesną fazę jej gojenia się [25-27].

Stymulacja wysokonapięciowa

W terapii ran odleżynowych stosowana jest również metoda polegająca na użyciu prądu wysokonapięciowego (EWN, HVS - *Hight Voltage Stimulation*). Podczas zabiegu wykorzystuje się dwa trójkątne impulsy, o łącznym czasie trwania 100 μ s, częstotliwości impulsów 100 Hz i napięciu 100 V. Jest to stymulacja, która wywołuje odczucie mrowienia bez wywołania efektów ruchowych. Elektrode czynną układa się bezpośrednio na odleżynie na podkładzie z gazy nasączonym NaCl. Elektroda bierna umieszczona jest w kilkunasto centymetrowej odległości od elektrody czynnej. Czas zabiegu może wynosić do 50 minut. Zabiegi wykonuje się codziennie przez 6 tygodni. Na początku leczenia stosuje się stymulację katodową do momentu kompletnego oczyszczenia ubytku z wydzieliny ropnej. Stymulacja ta powoduje działanie antybakteryjne, rozpuszczenie skrzepów oraz elementów morfologicznych krwi. Elementem bardzo istotnym w tym okresie jest także pobudzenie naskórkowania od brzegów ubytku. Średni czas trwania tego okresu wynosi około 2 tygodni i jest uwarunkowany od stopnia zanieczyszczenia odleżyny. Następnym etapem leczenia jest stymulacja anodowa, którą stosuje się do momentu zagojenia. Działa ona przeciwbólowo oraz przyspiesza ziarninowanie. Na końcu terapii dobrze jest stosowanie stymulacji katodowej i anodowej naprzemiennie. W trakcie jednego, 60-cio minutowego zabiegu należy wykonać 20-sto minutową stymulację katodową i 40-sto minutową stymulację anodową. Należy pamiętać, że w trakcie tej stymulacji występuje zjawisko adaptacji, tak więc należy uwzględnić okresowe zwiększanie natężenia prądu [28].

Mikroprądy

W trakcie stymulacja prądami MET (*microcurrent electrical therapy*) wykorzystuje się natężenie prądu mierzone w mikroamperach (10-800 μ A), które jest bodźcem poniżej

progu odczuwania [29]. Działanie terapeutyczne tego prądu ma przede wszystkim zastosowanie w leczeniu bólu ostrego jak i przewlekłego. Można go też stosować w leczeniu odleżyn z racji tego, iż mikroprądy przyspieszają procesy regeneracji tkanek. W trakcie zabiegu dochodzi do uzyskania równowagi elektrycznej i chemicznej w uszkodzonych komórkach. Następuje synteza protein, ulega przyspieszeniu transport aminokwasów oraz wzrost stężenia ATP, który jest nośnikiem energii. Tkanki zmienione chorobowo wykazują zwiększony opór elektryczny. Mikroprądy powodują przyspieszenie ruchów jonów, które mogą wnikać do tkanek i wspomagać procesy regeneracyjne [29,30].

W terapii tego typu prądami stosowane są dwie fazy. Pierwsza, działająca głównie przeciwbólowo i druga, której celem jest pobudzenie tkanki do regeneracji. Podczas jednego zabiegu fazy stosowane są jedna po drugiej. Na początku terapii elektrodę ujemną, działającą odkażająco należy układać bezpośrednio na ranę, a po jej zagojeniu na bliźnie używać elektrody dodatniej – przeciwbólowej. Optymalny czas zabiegu wynosi od 15 do 30 minut. Ilość serii powinna być zależna od stanu leczonej tkanki. Jedna seria może trwać od 10 dni do 6 tygodni. Przy zabiegach na owrzodzeniach i ranach odleżynowych należy stosować sterylne gazy jałowe [31].

MAGNETOTERAPIA I MAGNETOSTYMULACJA

Pola magnetyczne niskiej częstotliwości, które są stosowane w magnetoterapii mają wartość indukcji do 15 mT, częstotliwość do 60 Hz oraz kształt impulsu prostokątny lub sinusoidalny. Pola magnetyczne stosowane w magnetostymulacji mają wartość indukcji poniżej 100 μ T, częstotliwość od kilku do 3000 Hz oraz złożony kształt impulsów i strukturę sygnałów dającą wielowierzchołkowe widmo częstotliwości [32].

Pole magnetyczne jest wykorzystywane w leczeniu ran odleżynowych ze względu na następujące cechy biofizyczne i działanie biologiczne [32,33]:

- działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne oraz przeciwbólowe;
- wzrost dyfuzji oraz utlenowania hemoglobiny i cytochromów – wzmocnienie procesów utylizacji tlenu oraz oddychania komórkowego;
- nasilenie procesów oddychania beztlenowego poprzez hamowanie utleniania lipidów, które prowadzą do destabilizacji błon komórkowych oraz enzymów oddechowych;
- wzrost syntezy kolagenu poprzez przejście fazy fibrocytów w fibroblasty;
- rozrost kolagenu zgodnie z przebiegiem linii sił pola magnetycznego;

- przyspieszenie angiogenezy, rozwój krążenia obocznego w uszkodzonej tkance oraz wzrost epitelizacji.

MAGNETOLEDOTERAPIA

W magnetoledoterapii wykorzystuje się zmienne pola magnetyczne o niskich wartościach indukcji oraz światło generowane przez diody półprzewodnikowe LED. Biorąc pod uwagę, że światłolecznictwo i magnetostymulacja mają w wielu punktach zbliżony mechanizm oddziaływania biologicznego i zakres zastosowań klinicznych, przyjmuje się, że jednoczesne stosowanie obu tych czynników fizycznych wykazuje efekt synergistyczny [34].

SONOTERAPIA

Na poziomie komórkowym ultradźwięki powodują: zmiany struktury i funkcji błon komórkowych, pobudzenie syntezy protein, pobudzenie syntezy DNA, pobudzenie syntezy ATP. Na poziomie tkankowym dochodzi do: zwiększenia proliferacji fibroblastów, zwiększenie koncentracji kolagenu i przyspieszenia angiogenezy. Nadźwiękawianie prowadzi się na brzegach rany przy użyciu żelu sprzęgającego. Wskazane jest używanie niewielkich dawek mocy oraz fali impulsowej [35,36]. NPUAP i EPUAP rekomendują sonoterapię o dużej częstotliwości (2400/3000 MHz) w leczeniu zainfekowanych odleżyn. Rekomendacja o sile dowodu C jest oparta na wynikach badań naukowych i opiniach ekspertów [20].

WNIOSKI

Metody fizykalne powinny stanowić nieodzowny element w leczeniu ran odleżynowych. Są to metody nieinwazyjne, bezpieczne (przy zachowaniu zasad metodycznych i uwzględnieniu przeciwwskazań), mało kosztowne oraz możliwe do stosowania zarówno w warunkach szpitalnych, jak również domowych.

Piśmiennictwo

1. Definicja odleżyny [online], Dostępny w: <http://www.epuap.org> [dostęp 9.12.2014].
2. Vanderwee K et al. Pressure ulcer prevalence in Europe: a pilot study. *Journal of Evaluation of Clinical Practice* 2007; 13: 2, 227-235.
3. Vangilder C. *Results of nine international pressure ulcer surveys: 1989-2005*. *Ostomy Wound Management*. 2008; 54(2).

4. Bales I, Padwojski A. Reaching for the moon: achieving zero pressure ulcer prevalence. *Journal of Wound Care* 2009; 18: 4, 137-144.
5. Bennett G., Dealey C., Posnett J. *The cost of pressure ulcers in the UK. Age and Ageing* 2004; 33: 230–235.
6. Sieroń A., Cieślak G., Adamek M. *Współczesne metody leczenia światłem – aktualne możliwości wykorzystania w warunkach uzdrowiskowych*. *Balneologia Polska* 2007; 3 (109): 148-153.
7. Sieroń A., Pasek J., Mucha R. *Światło niskoenergetyczne w medycynie i rehabilitacji*. *Rehabilitacja w Praktyce* 2007; 1: 25-27.
8. Posten W., Wrono D.A., Dover J.S. et al. *Low-Level Laser Therapy for Wound Healing: Mechanism and Efficacy*, *Dermatol. Surg.* 2005, 31, 334–340.
9. Taradaj J.: *Lasery w medycynie i rehabilitacji*. *Fizjoterapia* 2001; 4,9, 42 – 44.
10. Hawkins-Evans D., Abrahamse H. *Efficacy of three different laser wavelengths for in vitro wound healing*. *Photodermatology, Photoimmunology and Photomedicine* 2008, 24, 199–210.
11. Lubart R., Breitbart H: *Biostimulative Effects of Low-Energy Lasers and Their Implications in Medicine*. *Drug Development Research*, 2000, 50,471-475.
12. Lucas C., et al. *Efficacy of low level laser therapy in the management of stage III decubitus ulcers: a prospective, observer-blinded multicentre randomised clinical trial*. *Lasers Med Sci*. 2003; 18: 72-77.
13. Azevedo L.H., de Paula Eduardo F., Moreira M.S., de Paula Eduardo C., Marques M.M. *Influence of different power densities of LLLT on cultured human fibroblast growth: a pilot study*. *Lasers Med Sci* 2006; 21(2):86–89.
14. Frigo L., Fávero G.M., Lima H.J., Maria D.A., Bjordal J.M., Joensen J., et al. *Low-level laser irradiation (InGaAlP- 660nm) increases fibroblast cell proliferation and reduces cell death in a dose-dependent manner*. *Photomed Laser Surg* 2010; 28 suppl (1):151-6.
15. Almeida-Lopes L. *Análise in vitro da proliferação celular de fibroblastos de gengiva humana tratados com laser de baixa intensidade usando diferentes parâmetros de irradiação (Tese de Doutorado)*. USP, São Carlos 2003: p.189.
16. Kuźdżał A., Walaszek R. *Zastosowanie widzialnego polichromatycznego światła spolaryzowanego (VIP Light) w rehabilitacji. Część II.: Mechanizm biologicznego oddziaływania polichromatycznego światła spolaryzowanego liniowo VIP.*, *Fizjoterapia* 2002; 10, 3-4: 65-71.

17. Kuźdżał A., Walaszek R. *Zastosowanie widzialnego, polichromatycznego światła spolaryzowanego (VIP Light) w rehabilitacji. Część IV: Przydatność światła VIP w leczeniu trudno gojących się ran.* Fizjoterapia 2004; 12, 2: 55-63.
18. Iordanou P., Baltopoulos G., Giannakopoulou M., Bellou P. and Ktenas E. : *Effect of polarized light in the healing process of pressure ulcers.* International Journal of Nursing Practice. 2002 ; 8(1): 49-55.
19. Medenica L., Lens. M. *The use of polarised polychromatic non-coherent light alone as a therapy for venous leg ulceration.* Journal of Wound Care, 2003; 12: 1: 37-40.
20. National Pressure Ulcer Advisory Panel and European Pressure Ulcer Advisory Panel. *Prevention and treatment of pressure ulcers: clinical practice guideline.* Washington DC. National Pressure Ulcer Advisory Panel 2009.
21. Taradaj J., Kostur R. *Profilaktyka i leczenie fizykalne odleżyn.* Fizykoterapia. Rehabilitacja w praktyce 2006; 2: 31-32.
22. Polak A., Taradaj J., Walczak, Dzikiewicz M., Augustak A. *Elektrostymulacja wysokonapięciowa we wspomaganiu leczenia odleżyn: wyniki randomizowanego, kontrolowanego eksperymentu klinicznego – doniesienie wstępne.* Leczenie Ran 2013;10(1): 13–22.
23. Jawień A., Grzela T., Kaszuba A. et al. *Wytyczne grupy ekspertów w sprawie gojenia owrzodzeń żylnych goleni.* Leczenie Ran 2011;8(3): 59–80.
24. Lampe K.E. *Electrotherapy in tissue repair.* J Hand Ther 1998;11(2): 131–139.
25. Nitzan Y.B., Cohen A.D. *Zinc in skin pathology and care.* Journal of Dermatological Treatment 2006; 17, 4: 205–210.
26. Kitamura H., Morikawa H., Kamon H. et al. *Toll-like receptor-mediated regulation of zinc homeostasis influences dendritic cell function.* Nature Immunology 2006; 7, 9: 971–977.
27. Brocard A., Knol A., Khammari A, Dréno B. *Hidradenitis suppurativa and zinc: a new therapeutic approach—a pilot study.* Dermatology 2007, 214, 4: 325–327.
28. 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.
29. Dudek J. *Terapeutyczne zastosowanie stymulacji wysokonapięciowej i mikroprądów.* Medycyna Sportowa 2001; 17: 239–245.
30. Mercola J.M., Kirsch D.L. *The basis for microcurrent electrical therapy In conventional medical practice.* J. Adv. Med. 1995; 8: 2–14.

31. Sztuce S. Nowoczesne metody fizjoterapii. *Zasady stosowania prądów MENS w Praktyce fizjoterapeutycznej*. Praktyczna fizjoterapia i rehabilitacja 2002, 25: 61-62.
32. Sieroń A., Cieślar G., Krawczyk – Krupka A., Biniszkiewicz T. *Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie*, 2002, Amedica press, Bielsko Biała.
33. 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.
34. Sieroń A., Pasek J., Mucha R. Pole magnetyczne i energia światła w medycynie i rehabilitacji – magnetoledoterapia. *Balneol. Pol.* 2007; 49:1-7
35. Taradaj J. Nowoczesna sonoterapia. *Rehabilitacja w praktyce* 2006; 3: 26-28.
36. Doan N, Reher P, Meghji S, Harris M. In vitro effects of therapeutic ultrasound on cell proliferation, protein synthesis and cytokine production by human fibroblasts, osteoblasts, and monocytes. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:409-419.