

ALEKSANDER SIEROŃ, MAREK GLINKA*

Z III KLINIKI I KATEDRY CHOROÓB WEWNĘTRZNYCH I MEDYCYNY FIZYKALNEJ W BYTOMIU ŚLĄSKIEJ AM
W KATOWICACH

KIEROWNIK: PROF. DR HAB. MED. ALEKSANDER SIEROŃ

*Z ODDZIAŁU CHIRURGII OGÓLNEJ SZPITALA MIEJSKIEGO W STRZELCACH OPOLSKICH

WPLYW NISKOZMIENNYCH PÓL MAGNETYCZNYCH NA PROCES GOJENIA SIĘ RAN

Słowa kluczowe: wolnozmiennne pola magnetyczne, gojenie się ran.

Key words: extremely low frequency magnetic fields, wound healing.

Zdolność odrastania tkanki macierzystej (regeneratio) lub zastępowanie ubytku tkanką łączną (reperatio) stanowią dwa mechanizmy obrony organizmu przeciwko uszkodzającym czynnikom fizycznym i chemicznym występującym w otaczającym go środowisku. Gojenie się ran skóry to proces reperacji, stanowiący jeden z mechanizmów obrony i zachowania homeostazy po urazie przerywającym ciągłość skóry [6, 22]. Ostatnio prowadzone badania wskazują na wzajemne wyłączenie się regeneracji i reperacji. Po urazie uaktywnia się tylko jeden z tych mechanizmów, przy czym w przypadku ran skóry jest to u dorosłych ssaków reperacja, a jedynie u płodów i noworodków skóra może się regenerować [2, 24, 29]. U ludzi gojenie się rany polega na wytworzeniu blizny łącznotkankowej wypełniającej ubytek skóry, pokrytej nabłonkiem naskórkowym. Proces ten może być rozumiany jako szereg następujących po sobie wydarzeń, które przynajmniej teoretycznie powinny być uaktywnione zaraz po zranieniu. Jednak praktyka kliniczna często wykazuje rozbieżności z teorią, ukazując bezsilność lekarzy wobec problemu powikłanego gojenia się ran, określanego w literaturze angielskojęzycznej jako „chronic wounds” – rany przewlekłe. Rozwiązanie tego problemu stanowi jedno z zasadniczych zadań współczesnej chirurgii [2, 6, 29].

Do zaburzeń gojenia dochodzi najczęściej w przypadku ran niezaopatrzonych chirurgicznie, zaopatrzonych wadliwie lub w przypadku których pierwotne zaopatrzenie chirurgiczne skazane jest zazwyczaj na niepowodzenie. Takie przewlekłe rany mogą goić się bardzo długo lub nie goić się wcale, stanowiąc trudny i nierzadko frustrujący problem kliniczny oraz socjalny i ekonomiczny dla pacjentów i ich rodzin. Złożoność przyczyn niegojenia się rany wymaga interdyscyplinarnego podejścia do problemu, zmuszając do współdziałania lekarzy różnych specjalności [2, 14, 28, 32].

Możemy wyróżnić trzy grupy pacjentów narażonych na powstanie ran przewlekłych:

◆ grupa pierwsza: pacjenci ze schorzeniami ośrodkowego układu nerwowego – zarówno samoistnymi (np. Sclerosis multiplex), jak i pourazowymi. W grupie tej rozwi-

jają się odleżyny związane z brakiem ruchu, zanikiem czucia oraz zaburzeniami krążenia lokalnego, spowodowane wywieraniem ucisku przez dłuższy czas na to samo miejsce. Jeśli do tego dołączy się infekcja (co często ma miejsce), rozwija się owrzodzenie odleżynowe. Typowe miejsca podatne na powstawanie odleżyn to krętarze, pięty i okolica krzyżowo-guziczna;

♦ grupa druga: pacjenci z niewydolnym krążeniem obwodowym, zarówno tętnicznym (np. miażdżyca), jak i żylnym (np. zespół pozakrzepowy). W tej grupie rany o charakterze przewlekłym to najczęściej owrzodzenia podudzi; chorzy bardzo często zagrożeni są amputacją;

♦ grupa trzecia: pacjenci w podeszłym wieku, u których przewlekłe rany rozwijają się najczęściej ze wszystkich grup wiekowych, a przyczynę mogą stanowić różne schorzenia związane z tym okresem życia.

Osobną grupę chorych stanowią ci, u których przewlekłe jest gojenie się rany zaopatrzonej pierwotnie (np. po zabiegu operacyjnym) oraz rany oparzeniowej, których patofizjologia obejmuje nie tylko ostre zaburzenia miejscowe, ale również zjawiska ogólnoustrojowej odpowiedzi na uraz termiczny [1, 2, 14, 32, 23]. Do inicjacji lub szybkiego rozwoju ran przewlekłych przyczynia się współistnienie schorzeń towarzyszących, takich jak: cukrzyca, niewydolność nerek czy miażdżyca. W takich przypadkach może dojść – w wyniku makro- i mikroangiopatii – do krytycznego niedokrwienia kończyn dolnych i martwicy tkanek powikłanej infekcją oraz do rozwoju owrzodzeń. Z innych przyczyn upośledzających gojenie należy wymienić: niedożywienie, awitaminozy, stosowanie kortykosteroidów i cytostatyków, zaburzenia genetyczne, długie, przeciągające się zabiegi chirurgiczne, szycie rany pod napięciem i inne [1, 5, 6, 11, 19, 22, 31].

Problemy i trudności z leczeniem ran przewlekłych zmusiły do poszukiwania alternatywnych metod wspomagających i stymulujących gojenie, równocześnie niewpływających na pogorszenie się stanu ogólnego pacjenta. Jedną z takich metod jest stosowanie wolnozmiennych, niskoenergetycznych pól magnetycznych (ELF MF). Niniejsza praca jest próbą przeglądu prac eksperymentalnych oraz dotychczasowych doświadczeń w stosowaniu klinicznym magnetoterapii w leczeniu ran.

U podstaw teoretycznych wykorzystania tej metody leczenia ran leżą następujące zjawiska biofizyczne i efekty biologiczne:

1. Stosowanie pola magnetycznego o parametrach leczniczych wywiera działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne i analgetyczne, co ma korzystny wpływ na gojenie ran i samopoczucie pacjenta [7, 16, 25].

2. Pod wpływem zmiennego pola magnetycznego dochodzi do wzrostu dyfuzji i utlenowania hemoglobiny i cytochromów, co prowadzi do intensyfikacji procesów utylizacji tlenu i oddychania tkankowego [16, 21, 26, 26].

3. Zewnętrzne pole magnetyczne nasila procesy oddychania beztlenowego, hamując procesy utleniania lipidów prowadzące do destabilizacji błon komórkowych i enzymów oddechowych [4, 15, 21, 25].

4. O właściwościach mechanicznych blizny stanowi kolagen, tworząc szkielet blizny. Ma on piezoelektryczne właściwości generatorowe, reagując na zmiany zewnętrznego pola magnetycznego. Wykazano, że w zmiennym polu magnetycznym dochodzi do wzrostu syntezy kolagenu prawdopodobnie przez zmniejszenie aktywności cykazy adenylowej oraz syntezy cAMP [7, 17, 25, 26, 33].

Zmienne pola magnetyczne przyspieszają również [16, 17, 25, 13]:

- angiogenezę oraz rozwój krążenia obocznego w uszkodzonej tkance;
- przejście fazy fibrocytów w fibroblasty;
- ukierunkowanie rozrostu wiązek kolagenowych zgodnie z przebiegiem linii sił pola magnetycznego;
- proces epitelizacji.

Pierwsze doniesienia o terapeutycznym wykorzystaniu pól elektromagnetycznych w leczeniu ran pochodzą z 1934 r. Amerykański lekarz Ginsberg opisał działanie lecznicze ultrakrótkich fal radiowych na ropiejące rany skóry, czyraki oraz ropnie podskórne [32]. Kolejne udokumentowane badania przeprowadził Lombardo w 1959 r. Uzyskał wyleczenie lub znaczną poprawę stanu dużych odleżyn krzyżowych, na które działał maszyną diapulsową, stosując częstotliwość impulsacji od 80 do 600 Hz oraz moc pojedynczego impulsu od 300 do 975 W [32].

Współcześnie w światowej literaturze medycznej można znaleźć kilka doniesień o badaniach wpływu zmiennego pola magnetycznego na proces gojenia się ran. W 1981 r. dokładne badania wykorzystania w tym celu pola magnetycznego przeprowadził Goldin i wsp. Jako materiał badawczy posłużyły mu przeszczepy skórne kładzione na świeżą ziarninę ran kończyn (przy czym nie podał etiologii ran). Po zastosowaniu zewnętrznego, zmiennego pola magnetycznego w miejscu przeszczepu wykazał w grupie badanej dwukrotnie większą liczbę prawidłowo wygojonego przeszczepu niż w grupie kontrolnej z działaniem placebo. Efekty terapeutyczne zostały potwierdzone po raz pierwszy klinicznie i statystycznie [9].

Od kilku lat prowadzi się doświadczenia kliniczne wykorzystania wolnozmiennych pól magnetycznych w leczeniu owrzodzeń żyłakowatych podudzi. To niejednorodne etiologicznie schorzenie stanowi olbrzymi problem leczniczy dla lekarzy różnych specjalności, jak również problem socjalny, psychiczny i ekonomiczny dla pacjenta. W etiopatogenezie tej choroby zasadniczą rolę odgrywa przewlekłe uszkodzenie żył głębokich i powierzchownych oraz układu żył przesywających, tzw. perforatorów, a także zmiany pourazowe, zakażenia bakteryjne, mikroangiopatie przy towarzyszącej cukrzycy i inne. W badania nad leczeniem tego schorzenia za pomocą pól magnetycznych duży wkład wniósł Sieroń i współpracownicy. Przeprowadził on badania kliniczne na

chorych z niegojącymi się owrzodzeniami podudzi o różnej etiologii, uprzednio leczonymi metodami klasycznymi przez okres od 3 miesięcy do 12 lat. Terapia była stosowana 5 dni w tygodniu przez 12 min dziennie polem o częstotliwości 5 Hz i indukcji 8,4 mT (pierwsza grupa) oraz odpowiednio 40 Hz i 4,5 mT (druga grupa). Leczenia było prowadzone do pełnego pokrycia zmiany naskórkiem. W jednym przypadku końcowy efekt uzyskano już po 40 ekspozycjach. U jednej chorej z najdłuższym (12-letnim) stażem leczenia pełne wygojenie uzyskano po 105 ekspozycjach. Badania, oprócz potwierdzenia korzystnego efektu terapii, pozwoliły przetestować wartość zakresów terapeutycznych niskozmiennych pól magnetycznych w leczeniu owrzodzeń podudzi [25, 27, 28].

Skuteczność terapeutycznego wykorzystania magnetoterapii w owrzodzeniach podudzi badał również Kasprzak i współpracownicy. Oprócz pól magnetycznych działał on na owrzodzenia podczerwonym promieniowaniem laserowym oraz stosował klasyczną magnetoterapię. Potwierdził skuteczność terapii polem magnetycznym i korzystne efekty łączenia jej z laseroterapią [12].

Badania kliniczne chorych z owrzodzeniami podudzi, z wykorzystaniem podwójnie ślepej próby, przeprowadził w 1987 r. Ieran i współpracownicy. Każdego pacjenta poddawał zabiegom przez 90 dni – codziennie przez 4 godziny jednorazowo, stosując pole o indukcji 2,9 mT i częstotliwości 75 Hz. Uzyskał on znaczący statystycznie efekt terapeutyczny w porównaniu z działaniem placebo. Należy jednak zaznaczyć, że przeprowadził bardzo ostrą kwalifikację wśród pacjentów, odrzucając chorych z owrzodzeniem o powierzchni większej niż 20 cm². Wydaje się to być dużym uproszczeniem badań, gdyż chorzy z owrzodzeniami o powierzchni do 20 cm² nie stanowią tak poważnego problemu leczniczego jak ci, u których powierzchnia owrzodzenia jest większa, a u których żadna z konwencjonalnych metod leczenia nie była skuteczna [10].

Zachęcające wyniki uzyskano przy stosowaniu terapii polem magnetycznym ran oparzeniowych. Te skomplikowane rany goją się zazwyczaj źle, bardzo długo i rzadko dochodzi do samoistnego ich zamknięcia. Ideą stosowania pola magnetycznego w przypadku ran oparzeniowych jest jego działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne oraz angiogenetyczne. Magnetoterapię można w tym przypadku wykorzystać do przygotowania rany oparzeniowej o dużej powierzchni do ewentualnego położenia przeszczepu na czystą, niezainfekowaną ziarninę. Jedną z niewielu prac na temat wykorzystania magnetoterapii do leczenia ran oparzeniowych opublikował Gajduk i współpracownicy [8]. Badał on wpływ niskozmiennego pola magnetycznego na zakażone rany pooparzeniowe rąk. Rany leczone polem magnetycznym oczyszczały się szybciej i skuteczniej niż rany leczone tradycyjnie. Również przeszczepy skórne kładzione na rany po leczeniu polem magnetycznym przyjmowały się częściej. Wnikliwe badania eksperymentalne zastosowania niskozmiennego pola magnetycznego w leczeniu ran oparzeniowych przeprowadził Biniszkiwicz. Udowodnił on, że rany, w przypadku których stosowano magnetoterapię i laseroterapię niskoenergetyczną, szybciej oczy-

szczają się oraz poprawia się ukrwienie oparzonych tkanek. Najkorzystniejszy efekt uzyskuje się natomiast po połączeniu obu metod [3].

Wśród niewielu prac eksperymentalnych oceniających wpływ pola magnetycznego o parametrach leczniczych na proces gojenia na uwagę zasługuje praca Patino i współpracowników [20]. Stosował on pole magnetyczne o częstotliwości 50 Hz i indukcji 20 mT na rany wycięte na grzbiecie szczura. Grupy kontrolne stanowiły szczury, których rany przykryte były opatrunkami zwykłymi oraz nasączonymi Nitrofurazonem. Powierzchnie ran były mierzone specjalnym planimetrem w siódmej, czternastej i dwudziestej pierwszej dobie eksperymentu. Badacze wykazali statystycznie znamienne korzystne efekty terapii zmiennym polem magnetycznym w stosunku do grup kontrolnych. Potwierdzili oni założenia o korzystnym działaniu magnetoterapii na proces gojenia.

Wnikliwsze badania wykonali Ottani i współpracownicy. Wytworzone chirurgicznie na grzbiecie szczura rany zostały poddane działaniu pola magnetycznego o parametrach 50 Hz i 8 mT. Szybkość gojenia była oceniana pod kątem dojrzałości histologicznej w mikroskopii świetlnej i elektronowej. Wykazano, że w ranach poddanych magnetoterapii dojrzałość histologiczna osiągana jest szybciej, a ilość kolagenu znacznie przewyższa rany gojone w tradycyjny sposób. Zauważono również, iż w tych ranach wcześniej pojawiają się pączkujące naczynia włosowate, tworzące sieć odżywczą nowo formującej się blizny [18].

Badania kliniczne i eksperymentalne wykazały korzystne działanie pól magnetycznych niskiej częstotliwości na proces gojenia się ran. Wskazanie do terapii polem magnetycznym istnieje przede wszystkim w przypadku ran o charakterze przewlekłym, a więc:

- odleżyn,
- owrzodzeń żyłakowatych podudzi,
- owrzodzeń miażdżycowych i cukrzycowych stóp i podudzi,
- długo niegojących się ran pooperacyjnych i pourazowych.

Autorzy proponują stosowanie pola o różnych parametrach w zależności od wskazań terapeutycznych. W przypadku ran przewlekłych korzystne wydaje się wykorzystanie pola o niższych częstotliwościach w zakresie od 5 do 12 Hz i indukcji od 4 do 8 mT. Zabiegi powinny być wykonywane codziennie (najlepiej o tej samej porze), a czas ich trwania nie powinien przekraczać 12–15 min [12, 25, 27, 28].

Rany ostre i oparzeniowe powinny być leczone przy zastosowaniu pól o nieco wyższej częstotliwości (25–50 Hz) i indukcji około 10 mT. Czas zabiegów również powinien być dłuższy, jednak nie może przekraczać 60 min [5, 8, 20, 30].

Dobór parametrów leczniczych pola magnetycznego często jest proponowany przez producentów aparatów do magnetoterapii w załączonych instrukcjach. Oprócz wskazań technicznych dotyczących użycia aparatów w odpowiednich schorzeniach, doradzają oni dobór odpowiednich parametrów pola, czasu zabiegów oraz ich częstość.

ci. Jednak rady te nie zawsze idą w parze z doświadczeniem i własnymi obserwacjami leczącego lekarza. Ostateczny dobór wartości parametrów terapeutycznych należy więc tylko do lekarza, który nierzadko musi odejść od wartości proponowanych przez producenta i dobrać je indywidualnie w zależności od wskazań.

Podsumowując, należy stwierdzić, że magnetoterapia może stanowić cenne uzupełnienie leczenia trudno gojących się ran. Przy minimalnych przeciwwskazaniach do jej stosowania może być często jedynym uzupełnieniem klasycznego leczenia, prowadzącym do całkowitego zamknięcia się rany.

Adres Autorów:

III Klinika Chorób Wewnętrznych w Bytomiu, 41-900 Bytom, ul. Batorego 15

LITERATURA

1. Arendt J.: Gojenie ran. Przegląd Piśmiennictwa Chirurgicznego. Fundacja – Polski Przegląd Chirurgiczny, Warszawa 1994.
2. Ashcroft G.S., Horan M.A., Ferguson M.W.: The effects of ageing on cutaneous wound healing in mammals. *J-Anat.*, 1995, 187, 1–26.
3. Biniszkiwicz T.: Ocena oddziaływania wolnozmiennego pola magnetycznego i lasera małej mocy na doświadczalne oparzenia termiczne skóry szczurów. Rozprawa doktorska, Bytom 1997.
4. Cheng N.: Biochemical effects of pulsed electromagnetic fields. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics.*, 1985, 14, 121–129.
5. Danielewicz R., Karczewska J.M.: Gojenie się rany skórnej i surowicówkowej u szczurów z niewydolnością nerek. *Polski Przegląd Chirurgiczny*, 1994, 11(66), 1132–1136.
6. Dunphy J.E., Way L.W.(red.): Współczesne rozpoznawanie i leczenie w chirurgii. PZWL, Warszawa 1980, 112–125.
7. Farndale R.W., Murray J.C.: The action of pulsed magnetic fields on cyclic AMP in cultured fibroblasts. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1986, 881, 46–53.
8. Gaïduk V.I., Skaczkova N.K., Feboravskaia E.A.: Vliianie pieriemennogo magnitogo pola nizkoi czastoty na mikrofloru i zażyvlenie ozogovych ran. *Vest-Khir.*, 1985, 134(4), 69–74.
9. Goldin J.H., Broadbent N.R.G., Nancarrow J.D., Marshall T.: The effects of diapuls on the healing of wounds: a double-blind randomised controlled trial in man. *Br-J-Plast-Surg.*, 1981, 34, 267–270.
10. Jeran M., Zaffuto S., Moratti A., Bagnacani M., Cadossi R.: PEMF stimulation of skin ulcer of venous origin in humans: preliminary report of double blind study. *J-Bioelectr.*, 1987, 6, 181–188.
11. Jorgensen L.N., Kallehave F., Karlsmark T., Gottrup F.: Reduced collagen accumulation after major surgery. *Br-J-Surg.*, 1996, 83, 1591–1594.
12. Kasprzak W.P., Straburzyńska-Lupa A., Straburzyński G.: Pulsujące pole magnetyczne skojarzone z promieniowaniem laserowym podczerwieni w leczeniu owrzodzeń żyłakowych podudzi. *Baln-Pol.*, 1992, 34(1/2), 68–74.
13. Kasprzak W.P., Straburzyńska-Lupa A., Straburzyński G., Kostrzewski J.: Wyniki leczniczego stosowania pulsującego pola magnetycznego i laserowego promieniowania podczerwonego w zaburzeniach ukrwienia kończyn dolnych. *Baln-Pol.* 1992, 34(1/2), 75–93.
14. Kłodowski K.: Ocena wyników leczenia owrzodzeń troficznych podudzi. *Wiad-Lekar.*, 1992, 45, 15–16.
15. Kula B., Drózd M., Sobczak A., Polańska D., Kuśka R.: Biologiczne skutki działania pól magnetycznych na żywe organizmy. *Ann-Acad-Med-Siles.*, 1997, 32, 93–110.
16. Lopaciński T.: Pole magnetyczne. *Med-Natur.*, 1992, 1–2, 89–92.
17. Murray J.C., Farndale R.W.: Modulation of collagen production in cultured fibroblasts by a low-frequency, pulsed magnetic field. *Biochimica et Biophysica Acta.*, 1985, 838, 98–105.
18. Ottani V., De-Pasquale V., Govoni P., Franchi M., Zaniol P., Ruggeri A.: Effects of pulsed extremely low frequency magnetic field on skin wounds in the rat. *Bioelectromagnetics.*, 1988, 9(1), 53–62.
19. Pałka J., Wolańska M., Galewska Z., Bańkowski E.: Proteolytic activity and collagen synthesis in skin wound of rats with experimental diabetes. *Medycyna 2000*, 1991, 2, 39–43.
20. Patino O., Grana D., Bolgiani A., Prezzavento G., Mino J., Merlo A., Benaim F.: Pulsed electromagnetic fields in experimental cutaneous wound healing in rats. *J-Burn-Care-Rehabilit.*, 1996, 6, 528–531.
21. Rabinovicz E.Z., Garan J.P., Usaczewa M.D., Epstein I.M., Kuznecov A.N.: Vlianie postoiannogo magnitogo pola czelowieka pri reperaturivnyh i destruktivnyh processach. *Biofizika*, 1993, 28, 693–697.

22. Richardson J.D., Polk H.C., Flint L.M. (red): Trauma: clinical care and patophysiology. Year Book Medical Publishers INC, Chicago-London, 1987, 213-259.
23. Rykowski H. (red): Choroby naczyń. PZWL, Warszawa 1990, 576-595.
24. Sicard R.E., Nguyen L.M., Witzke J.D.: Mammalian wound repair environment does not permit skeletal muscle regeneration. Wound Repair And Regeneration., 1997, 1(5), 39-46.
25. Sieroń A., Cieślak G., Adamek M.: Magnetoterapia i laseroterapia niskoenergetyczna. Śląska Akademia Medyczna, Katowice 1994.
26. Sieroń A., Żmudziński J., Cieślak G.: Problemy oddziaływania zewnętrznych pól magnetycznych na organizm ludzki. Post-Fiz-Med., 1989, 24(2), 75-80.
27. Sieroń A., Żmudziński J., Cieślak G., Adamek M.: Wykorzystanie pola magnetycznego w leczeniu owrzodzenia podudzi. Pol-Tyg-Lek., 1991, 46, 37-39.
28. Sieroń A., Żmudziński J., Cieślak G., Adamek M., Sitek K., Biniszkiwicz T., Cebula W., Burzyński Z.: Leczenie owrzodzeń podudzi za pomocą zmiennego pola magnetycznego. Przegl-Dermatol., 1991, 78, 195-200.
29. Skover G.R.: Cellular and biochemical dynamics of wound repair. Clin-Podiatric-Med-Surg., 1991, 4(8), 723-756.
30. Straburzyńska-Lupa A., Straburzyński G.: Niektóre zagadnienia związane ze stosowaniem w fizjoterapii pulsującego pola magnetycznego i laserowego promieniowania podczerwonego. Baln-Pol., 1992, 34, 1-23.
31. Verhofstad M.H.J., Hendriks T.: Diabetes impairs the development of early strength, but not the accumulation of collagen, during intestinal anastomotic healing in the rat. Br-J-Surg., 1994, 81, 1040-1045.
32. Vodovnik L. Karba R.: Treatment of chronic wounds by means and electromagnetic fields. Med-Biol-Eng-Comp., 1992, 30, 257-266.
33. Warmke U.: Grundlagen zu magnetisch induzierten physiologischen Effecten. Therapiewoche 1980, 20, 4609-4616.

A. SIEROŃ, M. GLINKA

WPIYW NISKOZMIENNYCH PÓL MAGNETYCZNYCH NA PROCES GOJENIA SIĘ RAN

STRESZCZENIE

Praca prezentuje terapeutyczne wykorzystanie wolnozmiennych pól magnetycznych przy wspomaganiu procesu gojenia ran. Przedstawiono biologiczne podstawy procesu gojenia ran oraz problematykę powikłanego gojenia się ran ostrych i przewlekłych. Zakres pracy obejmuje omówienie mechanizmów biofizycznych i danych klinicznych dotyczących zastosowań wolnozmiennych pól magnetycznych w leczeniu odleżyn, owrzodzeń podudzi na tle żyłakowym, miażdżycowym i cukrzycowym oraz długo gojących się ran pooperacyjnych i pourazowych. Przedstawiono również efekty prac klinicznych i eksperymentalnych oceniających oddziaływanie niskoziennych pól magnetycznych na proces gojenia ran oraz omówiono zakresy terapeutyczne parametrów pól magnetycznych wykorzystywanych przy leczeniu ran.

A. SIEROŃ, M. GLINKA

INFLUENCE OF EXTREMELY LOW FREQUENCY MAGNETIC FIELDS ON WOUND HEALING

SUMMARY

The article presents the therapeutic use of extremely low frequency magnetic fields (ELF MF) in wound healing. It was shown the biologic basics of wound healing and problems of pathological healings of acute and chronic wounds. We present biophysic mechanisms and clinical datas of ELF MF use in the treatment of bed sores, varicous, atherosclerotic and diabetic leg ulcers and pathological postoperative and posttraumatic acute wounds. The article contains review of clinical and experimental works using ELF MF in wound healing. Different therapeutic ELF MF parametrs' range and their use in acute and chronic wounds was also presented. It was found the acceleration of wound healing during the treatment with ELF MF.

