

MAGNETOTERAPIA MAGNETOSTYMULACJA PODSTAWY cz. I

Aleksander Sieroń

III Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Śląska Akademia Medyczna, ul. Batotego 15, 41-902 Bytom

Streszczenie

W pracy przedstawiono fizyczne podstawy stosowania zmiennych pól magnetycznych w medycynie. Zdefiniowano pojęcia magnetoterapii i magnetostymulacji.

Abstract

The physical backgrounds for application of magnetic fields in medicine are presented. The magnetotherapy and magnetostimulation are defined.

Słowa kluczowe: pola magnetyczne w medycynie, magnetoterapia, magnetostymulacja

Key words: magnetic fields in medicine, magnetotherapy, magnetostimulation

Od prawie 200 lat, opierając się na wynikach doświadczenia Galwaniego, wykorzystuje się w medycynie prądy elektryczne wytwarzane przez różnego rodzaju generatory napięcia. Elektroterapia, bo taką nazwę nosi wykorzystane prądów elektrycznych w medycynie, stworzyła podwaliny pod wykorzystanie pola magnetycznego w diagnostyce i terapii. Wyjaśnienie zjawisk fizycznych, leżących u podstaw wytwarzania najczęściej używanych w medycynie zmiennych pól magnetycznych bazuje na prawach Maxwella. Prawa te mówią, że zmienne pole elektryczne generuje powstanie zmiennego pola magnetycznego, a zmienne pole magnetyczne powoduje powstanie zmiennego pola elektrycznego.

Literatura medyczna poświęcona oddziaływaniu wolnozmiennych pól elektromagnetycznych na tkanki i narządy, często posługuje się równoważnie pojęciem zmiennych pól magnetycznych [1-4]. Przez zmienne pole elektryczne rozumie się zwykle pole o niskiej częstotliwości, mniejszej od około 100 Hz, przy czym natężenie wektora pola elektrycznego jest większe od natężenia pola ziemskiego, wynoszącego 130 V/m, a wartość indukcji magnetycznej jest porównywalna z indukcją magnetyczną ziemską wynoszącą 30-70 μT . Opis ten często dotyczy pól sieciowych, o częstotliwości 50 Hz i 60 Hz. Zmianym polem magnetycznym nazywa się natomiast pole magnetyczne, o wartościach częstotliwości mniejszych od około 100 Hz,

indukcji pola magnetycznego większej od indukcji pola ziemskiego i natężeniu wektora pola elektrycznego o wartościach porównywalnych z natężeniem pola ziemskiego.

Tak rozumiane zmienne pola magnetyczne wykorzystywane są w medycynie. Wiedza ostatnich lat pozwoliła na wyodrębnienie wśród nich pól magnetycznych stosowanych w magnetoterapii i w magnetostymulacji. Pola magnetyczne stosowane w magnetoterapii, zgodnie z przyjętymi przez większość badaczy kryteriami mają częstotliwość mniejszą od 100 Hz, indukcję magnetyczną rzędu 0,1 mT do 20 mT. Indukcja magnetyczna stosowana w magnetoterapii jest więc od 2-3 rzędów większa od indukcji magnetycznej pola ziemskiego. Pola te w literaturze anglojęzycznej, nazywane są często polami wolnozmiennymi (Extremely Low Frequency Magnetic Fields – ELF-MF). Pola magnetyczne stosowane w magnetostymulacji charakteryzują się zwykle większą częstotliwością przebiegu podstawowego sięgającą nawet 2000-3000 Hz oraz niewielką wartością indukcji, nakładającą się na pole ziemskie wynoszącą, od 1 pT do 100 μT i wartościami natężenia pola elektrycznego o wartościach porównywalnych z polem elektrycznym ziemskim. Należy zauważyć, że zmodulowanie podstawowych przebiegów pola w magnetostymulacji powoduje powstanie przebiegów mających obwiednie fali o częstotliwości mniejszej – wynoszącej od kilku do 100 Hz.

Można więc na tej podstawie przypuszczać, że mechanizmy oddziaływania zarówno w magnetoterapii, jak i magnetostymulacji mogą być zbliżone, aczkolwiek wartości indukcji magnetycznej tych pól są różne. Konsekwencją tego jest różna wartość siły bodźca w obu tych zastosowaniach zmiennych pola, co oprócz podobieństw determinuje różnicę między stosowaniem magnetoterapii i magnetostymulacji.

Oddziaływanie pola magnetycznego z tkanką jest konsekwencją podstawowych fizycznych mechanizmów oddziaływania pól magnetycznych z materią nieożywioną. Pierwiastki znajdujące się w tkankach ustrojowych, można podzielić na pierwiastki paramagnetyczne, zwane czasem w literaturze medycznej pierwiastkami magnetycznymi i pierwiastki diamagnetyczne. Pierwiastki paramagnetyczne mają wypadkowy moment magnetyczny różny od zera. W związku z tym, w zewnętrznym polu magnetycznym układają się one wzdłuż linii sił tego pola, co w przypadku zmienności pola powoduje oscylacje ich momentów magnetycznych zgodnie z częstotliwością pola. Pierwiastki diamagnetyczne są w zewnętrznym polu magnetycznym wypychane z niego pod kątem prostym do linii pola. Wypychanie diamagnetyków zależy również od wartości indukcji magnetycznej, która zmienia się wraz z częstotliwością pola. Zmienne pole magnetyczne oddziałuje więc na pierwiastki diamagnetyczne i paramagnetyczne w sposób dynamiczny, co powoduje, że w miejscu gdzie pierwiastki są poddane działaniu pola występuje absorpcja energii. Drugim podstawowym mechanizmem oddziaływania pola jest oddziaływanie na nieskompensowane ładunki elektryczne. Pierwiastki w tkankach i w płynach ustrojowych występują zwykle w postaci zjonizowanej, a więc w sensie fizycznym są nieskompensowanymi ładunkami. Pole magnetyczne zmienia kierunek poruszających się ładunków elektrycznych w taki sposób, że jony poruszają się po pewnym fragmencie promienia koła. Wielkość promienia toru jonów zależy wprost proporcjonalnie od prędkości jonu i jego masy oraz odwrotnie proporcjonalnie do jego ładunku i indukcji magnetycznej pola. Efektem takiego działania pola może być zmiana rozmieszczenia jonów, co zwłaszcza w pobliżu błon komórkowych prowadzi do zmiany różnic potencjałów błony biologicznej

i w konsekwencji wpływać na stabilizację elektryczną, zarówno w obrębie błon organelli, jak i błon komórkowych.

Zewnętrzne pole magnetyczne wywiera swoje działanie poprzez oddziaływanie na wodę. Od dawna znane są zmiany własności fizykochemicznych wody poddanej działaniu pola magnetycznego oraz zmiany w rozwoju roślin i zwierząt zużywających dla swoich potrzeb wodę poddaną działaniu pola. Na podstawie badań doświadczalnych przyjmuje się, że woda taka może wpływać korzystnie na niektóre procesy życiowe, co w przypadku roślin odzwierciedla się m.in. ich większym wzrostem, a w przypadku zwierząt skróceniem czasu osiągnięcia masy należnej i zmniejszeniem zachorowalności na niektóre choroby. Pole magnetyczne nie wpływa również na struktury ciekłokrystaliczne, będące składnikiem wielu błon komórkowych. Wskutek działania zewnętrznego pola magnetycznego może dochodzić do konformacji ciekłokrystalicznych struktur błonowych, co według niektórych badaczy wpływa na przepuszczalność kanałów jonowych dla poszczególnych pierwiastków. Przyjmuje się m.in., że takie działanie pola tłumaczy zmianę przepuszczalności przez błony jonów wapnia, zależnie od indukcji i częstotliwości magnetycznej pola.

Przepływ prądu elektrycznego leży u podstaw zmiany wymiarów niektórych ciał stałych, co nosi nazwę zjawiska elektrostrykcji. Analogicznie do zjawiska elektrostrykcji stwierdza się także zmianę wymiarów niektórych struktur, spowodowaną działaniem pola magnetycznego. Zjawisko to nosi nazwę magnetostrykcji i przyjmuje się, że takie oddziaływanie na mające własności piezoelektryczne struktury kostne, leży u podstaw zastosowania pola magnetycznego w terapii wybranych schorzeń układu kostnego.

LITERATURA

1. Bassett C.A.: *Beneficial effects of electromagnetic fields*. J. Cell Bioch. 1993, 51, 4, 387-393.
2. Liboff A.R.: *Cyclotron resonance in membrane transport*. Plenum Publishing, Co, 1985, 281-296.
3. Sieroń A., Cieślak G., Adamek M., pod red. A. Sieronia: *Magnetoterapia i laseroterapia*, Śląska Akademia Medyczna 1994.
4. Wadas R.: *Biomagnetyzm*, PWN, Warszawa 1978.

Spis treści/Contents

Magnetoterapia/Magnetotherapy

Magnetoterapia – magnetostymulacja. Podstawy cz. I (Magnetotherapy – Magnetostimulation. Backgrounds. Part I)

A. Sieroń 1

Magnetoterapia – zastosowanie lecznicze pola magnetycznego (Magnetotherapy – therapeutic use of magnetic fields)

R. Rutowski, M. Szpilczyńska-Maciejewska, I. Krynicka 3

Biooptyka/Biooptics

Stymulujący wpływ niskoenergetycznego promieniowania laserowego na komórki śródbłonna. Doniesienie wstępne (Stimulation of the endothelium cells by low-energy radiation. Preliminary results.)

D. Biały, A. Derkacz, H. Nowosad, M. Zabel, E. Gębarowska, W. Stręk, C. Szafranski, A. Sieroń ... 7

Właściwości optyczne tkanek (Tissue optical properties)

M. Nowak, R. Rutowski, A. Wyrostek, E. Łukowiak, H. Podbielska 11

Nowotwory układu moczowego. Nowe fotodynamiczne możliwości diagnostyczne (The urinary tract tumors – The new possibilities of the photodynamic diagnosis)

A. Sieroń, P. Wojciechowski, M. Kucharzewski 19

Diagnostyka obrazowa/Imaging diagnostic

Radiografia cyfrowa: dlaczego i w jaki sposób? (Digital radiography: Why and in what way?)

E. Zych 25

Co piszą inni/Literature review

Lasery w chirurgii kosmetycznej 31

Chirurgia laserowa w dermatologii i kosmetyce 34

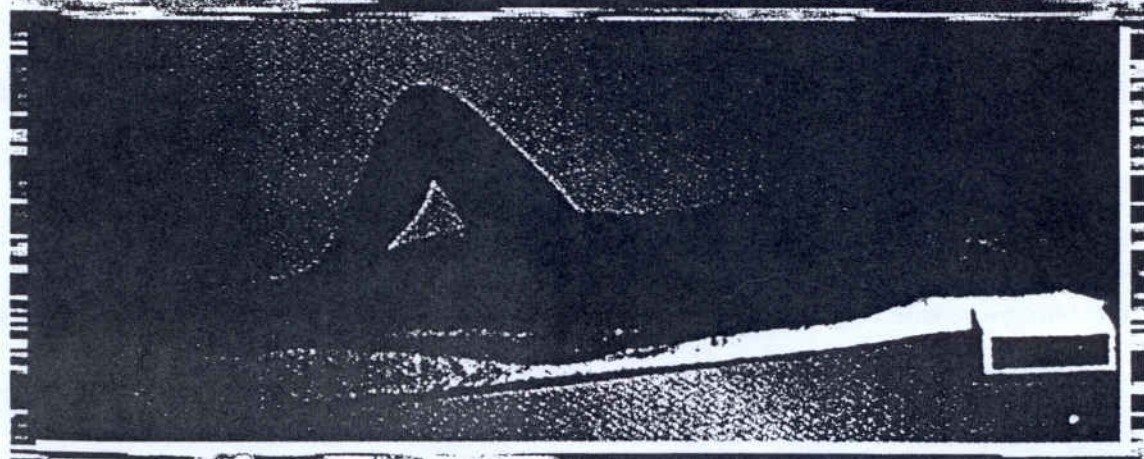
Zastosowanie lasera He Ne w terapii schorzeń skóry 38

Listy do redakcji/Letters to editor

Sympozja „VITA – LIFE” 42

XVI Międzynarodowe Targi Farmaceutyczne „Lek w Polsce” 43

MEDYCYNA FIZYKALNA LASERY KOMPUTERY



ACTA BIO – OPTICA NR 1/98 vol. 4
ET INFORMATICA MEDICA