

Statyczne czy zmienne pole magnetyczne niskiej częstotliwości? Przegląd piśmiennictwa.

Static or dynamic low-frequency magnetic field? A review of literature.

Grzegorz Głęb 1(A,B,D-F), Jolanta Dudek 2(B, F), Krzysztof Klimek 1(B,F), Barbara Skalska-Dulińska 3(B,F), Urszula Chrabota 1(B,F), Katarzyna Chojak-Fijałka 1(B,F), Tomasz Ridan 4(B,F), Jacek Głodzik 1(B,F)

1 Zakład Medycyny Fizykalnej i Odnowy Biologicznej, Katedra Fizjoterapii, AWF Kraków

2 Zakład Medycyny Fizykalnej, Instytut Fizjoterapii Wydział Nauk o Zdrowiu, UJK Kielce

3 Centrum Rehabilitacji „Nowa Rehabilitacja” – Kraków

4 Zakład Kinezyterapii, Katedra Fizjoterapii, AWF Kraków

Key words: low-frequency magnetic field, static magnetic field, magnetic field therapy

Abstract

The therapeutic application of magnetic fields has experienced significant growth in recent years. A small number of contraindications, as well as the lack of side effects makes both permanent magnets and alternating magnetic fields frequently used in physical therapy practice. In a significant number of clinical studies the efficacy of this physical factor as both an independent method, as well as supporting treatment programs has been confirmed.

In the last few years, a lot of emphasis is put on the fact that all therapeutic methods should have a scientific basis and their usage should meet the evidence based medicine criteria (EBM).

Therefore, this work will focus on comparison of the use of permanent magnets and alternating low-frequency magnetic field on the basis of the available literature, including mainly, a randomized double-blind trial.

Analysis of the available literature on permanent magnet usage has shown clinical efficacy in many diseases, however, placebo-controlled studies confirm mainly the

analgesic effect in patients after liposuction surgery, with diabetic neuropathy and with chronic pelvic pain.

The use of the alternating low-frequency magnetic field also leaves many questions to which scientists have still not found the answer. Randomized double-blind trial proved its therapeutic efficacy in patients after knee arthroscopy, fractures and delayed bone unions, knee and cervical spine osteoarthritis as well as in case of leg ulceration. Alternating magnetic field application has a wider therapeutic range in comparison to permanent magnets and its effectiveness is much better documented, both in clinical studies as well as randomized double-blind trials.

Słowa kluczowe: pole magnetyczne niskiej częstotliwości, stałe pole magnetyczne, magnetoterapia

Streszczenie

Terapia statycznym polem magnetycznym czy zmiennym polem magnetycznym niskiej częstotliwości.

Terapeutyczne zastosowanie pól magnetycznych wykazuje w ostatnich latach znaczący rozwój. Niewielka liczba przeciwwskazań, jak również brak działań ubocznych przyczyniają się do częstego stosowania tych zabiegów w praktyce fizykoterapeutycznej.

W znacznej liczbie prac klinicznych potwierdzono skuteczność tego czynnika fizykalnego zarówno jako samodzielnej metody, jak i wspomagającej w programach terapeutycznych.

W terapii stosuje się zarówno magnesy stałe, jak i zmienne pola magnetyczne. W ostatnich latach kładzie się coraz większy nacisk na to, aby wszelkiego rodzaju metody lecznicze miały podstawy naukowe, a ich zastosowanie spełniało kryteria medycyny opartej na faktach (evidence based medicine).

Autorzy niniejszej pracy skupią się zatem na omówieniu zastosowania magnesów stałych i zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości na podstawie dostępnej literatury obejmującej randomizowane badania na podwójnie ślepej próbie.

Analiza dostępnej literatury dotyczącej stosowania magnesów stałych wykazała ich skuteczność kliniczną w wielu schorzeniach, badania z grupą placebo potwierdziły natomiast działanie głównie przeciwbólowe u pacjentów po zabiegach liposukcji, u osób z neuropatią cukrzycową

oraz u pacjentek z przewlekłym bólem miednicznym.

Zastosowanie zmiennych pól elektromagnetycznych niskiej częstotliwości również pozostawia wiele pytań, na które jak do tej pory naukowcy nie znaleźli odpowiedzi.

W badaniach na podwójnie ślepej próbie udowodniono skuteczność terapeutyczną u pacjentów po artroskopii stawu kolanowego, złamaniach i opóźnionym zrostem kostnym, u osób ze zmianami zwyrodnieniowymi stawów kolanowych i kręgosłupa szyjnego, a także w przypadku owrzodzeń podudzi. Działanie pól zmiennych ma w porównaniu z magnesami stałymi znacznie większy zakres terapeutyczny, a skuteczność ich działania jest o wiele lepiej udokumentowana zarówno w badaniach klinicznych, jak i randomizowanych na podwójnie ślepej próbie.

Wprowadzenie

Pole elektromagnetyczne jest jedną z elementarnych form energii, od której zależy życie na Ziemi. Fala elektromagnetyczna jest to energia wysyłana przez układ materialny w postaci pola elektrycznego i magnetycznego, przy czym wektor natężenia pola elektrycznego i wektor natężenia pola magnetycznego są w każdym punkcie prostopadłe do siebie i do kierunku rozchodzenia się fali. Pozostający w spoczynku ładunek elektryczny wytwarza pole elektryczne, natomiast prąd przepływający przez przewodnik wytwarza pole magnetyczne. Zmiany pól elektrycznych wytwarzają zmiany pola magnetycznego i odwrotnie. Powodują one indukowanie tzw. prądów wirowych głównie w tkankach wysokowodniowych zawierających jony, co przy wyższych częstotliwościach może powodować powstawanie ciepła. Niskie częstotliwości nie wywołują efektów termicznych, a przede wszystkim pozwalają na głębszą penetrację i przenikają równomiernie przez wszystkie struktury, w związku z czym można je stosować pomimo zespołów metalowych czy opatrunków unieruchamiających¹.

Istnieją dwa sposoby na wytworzenie pola magnetycznego – przez zmianę pola elektrycznego lub przez przepływ prądu zmiennego. W aparaturze terapeutycznej wykorzystuje się ten drugi sposób.

Pole magnetyczne wytwarzane jest także przez magnesy trwałe. Są to ciała o właściwościach ferromagnetycznych, tzn. wytwarzających pole magnetyczne. Mogą być naturalne, jak np. magnetyt lub otrzymane w wyniku namagnesowania stali twardych, które są wykorzystywane w celach terapeutycznych, takie jak samarowo- kobaltowe, neodymowe czy plastyczne – stopy zawierające nikiel. Magnesy trwałe mogą mieć różnorakie kształty i wielkości. W terapii stosuje się zarówno magnesy dwu-, jak i czteropolowe.

Ziemi wynosi mniej niż 0,05 mT, podczas gdy w badaniach z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego stosuje się dawki rzędu 1,5-3 T. W terapii natomiast, jeżeli nie stworzymy

podziału na magnetoterapię i magnetostymulację, wykorzystuje się pola magnetyczne od 1 μ T do 10-20 mT, z kolei w stymulacji przeczaszkowej, np. w leczeniu depresji, nawet do 8 T². Zastosowanie tego czynnika w terapii ma ponad stuletnią tradycję, jednakże największy rozwój metod leczniczych tego typu przypada na drugą połowę dwudziestego wieku. Pomimo wielu badań dokładne mechanizmy działania nie są dokładnie poznane. Zabiegi z wykorzystaniem pól magnetycznych znajdują szerokie zastosowanie ze względu na swoje spektrum działania biologicznego.

Ciało ludzkie z magnetycznego punktu widzenia jest obojętne, co oznacza, że stosunek diamagnetyków do para i ferromagnetyków jest zrównoważony. Fakt, że struktury o właściwościach paramagnetycznych i ferromagnetycznych mogą pod wpływem pola magnetycznego zmieniać swój stan energetyczny, wykorzystywany jest w terapii. Pod wpływem zmiennego pola magnetycznego powstają tzw. siły Lorentza, które powodują, że jony oscylują wokół swego położenia w takt zmian pola. Wynikiem tego może być ich zwiększony transport przez błony komórkowe. Indukowane w tkankach prądy elektryczne mogą wpływać na obecne w ustroju systemy piezoelektryczne, powodując ich mechaniczne odkształcenia. Należą do nich kolagen, dentyna, keratyna i inne białka.

Pod wpływem zabiegów woda może zmieniać swoje właściwości chemiczne. Dochodzi do wzrostu stężenia w niej gazów, głównie tlenu, sedymentacji i koagulacji zawiesin, przez co uzyskuje właściwości bakteriobójcze. Wykazano również wpływ pola magnetycznego na ciekłe kryształy wchodzące w skład między innymi rdzenia kręgowego, kory nadnerczy, jajników, hormonów płciowych, DNA oraz wewnętrznych warstw błon komórkowych^{3,4}. Wpływa to na zmianę przepuszczalności barier biologicznych.

Pole magnetyczne wykazuje również działanie analgetyczne^{5,6}. Pobudza ponadto procesy immunologiczne w wyniku zwiększenia liczby leukocytów we krwi⁷⁻¹⁰. Przez swoje szerokie działanie biologiczne pulsujące pole magnetyczne niskiej częstotliwości ma szerokie zastosowanie w wielu przypadkach klinicznych między innymi w:

- powikłaniach zrostu kostnego,
- zaburzeniach mineralizacji kości,
- chorobach zwyrodnieniowych stawów,
- redukcji napięcia mięśniowego,
- regeneracji nerwów,

- zespołach bólowych różnego pochodzenia,
- regeneracji tkanek miękkich i innych².

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie terapeutycznym zastosowaniem pól elektromagnetycznych, stąd też duża liczba publikacji naukowych w tej dziedzinie. W związku z mnogością prac na ten temat, jak również niejednoznaczną nomenklaturą powstaje pewien chaos informacyjny, stąd prawdopodobnie sceptyczne podejście świata nauki do tego typu terapii.

W literaturze, zwłaszcza anglojęzycznej, bardzo często można napotkać zbiorcze traktowanie pól elektromagnetycznych niskiej i wielkiej częstotliwości, a nawet elektrostymulacji. W pracach przeglądowych nie różnicuje się często efektów pól elektromagnetycznych o różnej częstotliwości¹¹⁻¹⁵. Z drugiej strony porównanie efektów magnetoterapii jest trudne ze względu na stosowanie różnych dawek i urządzeń opisywanych w badaniach.

W fizykoterapii wykorzystuje się pola elektromagnetyczne, które można podzielić na 5 kategorii:

1. Stałe pole magnetyczne (ang. Permanent magnetic fields) wytwarzane przez magnesy stałe lub przepływ prądu stałego w cewkach;
2. Pole elektromagnetyczne sinusoidalne (ang. low-frequency sine waves) o częstotliwościach 50 Hz i 60 Hz;
3. Pulsujące pole elektromagnetyczne (ang. pulsed electromagnetic fields, PEMF) o różnych częstotliwościach (najczęściej 1-100 Hz), kształtach linii pola (trójkątnych, sinusoidalnych, trapezowych, prostokątnych) i różnych wartościach indukcji (1 μ T – 10-20 mT);
4. Pulsujące pole elektromagnetyczne wielkiej częstotliwości (ang. pulsed radiofrequency fields, PRF)
5. Magnetyczna stymulacja przezczaszkowa (ang. transcranial magnetic stimulation) – o krótkim czasie trwania impulsu i indukcji do 8 T².

W ostatnich latach kładzie się coraz większy nacisk na to, aby wszelkiego rodzaju metody lecznicze miały podstawy naukowe, a ich zastosowanie spełniało kryteria medycyny opartej na faktach (ang. Evidence Based Medicine, EBM)^{16,17}. Autorzy niniejszej pracy skupią się zatem na omówieniu zastosowania magnesów stałych i zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości na podstawie dostępnej literatury obejmującej randomizowane badania na podwójnie ślepej próbie.

Zainteresowanie terapeutycznym zastosowaniem magnesów trwałych jest coraz większe z uwagi na propagowane w mediach ich „cudowne” działanie. Większość autorów stwierdza jednak brak różnic w zastosowaniu magnesów stałych w porównaniu z działaniem placebo. Chen i wsp.¹⁸ nie stwierdzili istotnego wpływu na propriocepcję stawów kolanowych podczas 12-tygodniowego stosowania popularnych ostatnio opasek magnetycznych.

Podobnie nie wykazano różnic międzygrupowych u pacjentów z zespołem cieśni nadgarstka¹⁹, fibromialgii²⁰, nietrzymania moczu u starszych kobiet²¹ oraz u osób zdrowych w zespole opóźnionego bólu mięśniowego²².

Istnieją jednak prace, które potwierdzają działanie przeciwbólowe i przeciwobrzękowe magnesów trwałych u pacjentów po liposukcji²³ oraz u pacjentów z neuropatią cukrzycową w zakresie zmniejszenia bólu i perestezji, lecz w tym przypadku dopiero po 3-4 miesięcznym stosowaniu²⁴. W badaniach przeprowadzonych przez Brown i wsp.²⁵ udowodniono działanie przeciwbólowe u pacjentek z przewlekłym bólem miednicznym. Stwierdzono zmniejszenie bólu, lecz także dopiero po 4-tygodniowym stosowaniu 24 godziny na dobę w porównaniu z grupą kontrolną. Przeprowadzona przez Eccles²⁶ metaanaliza prac dotyczących działania przeciwbólowego wykazała natomiast skuteczność magnesów stałych w 13 na 21 prac. We wszystkich analizowanych pracach istnieją bardzo duże rozbieżności, zarówno odnośnie do rodzaju magnesów, jak i parametrów terapeutycznych, co potwierdzają także Colbert i wsp.²⁷ w przeprowadzonej analizie parametrów leczniczych przy użyciu magnesów stałych.

Zastosowanie zmiennych pól elektromagnetycznych niskiej częstotliwości również pozostawia wiele pytań, na które jak do tej pory naukowcy nie znaleźli odpowiedzi. W wielu badaniach potwierdzono skuteczność zastosowań pól magnetycznych, jednak w tym przypadku istnieją jeszcze większe rozbieżności odnośnie do dawkowania.

Przeprowadzone przez Brown i wsp.²⁵ badania potwierdziły skuteczność działania pola magnetycznego niskiej częstotliwości u pacjentów po artroskopii stawu kolanowego, u których zastosowano chondroabrazję i/lub perforację chrząstki. Wyniki badań wykazały znamienne poprawę funkcji kolana w grupie badawczej zarówno po 90 dniach, jak również po 3 latach od wykonania artroskopii. Autorzy konkludują, że powyższy efekt był najprawdopodobniej skutkiem lepszej kontroli stanu zapalnego, a tym samym działaniem chondroprotecyjnym.

Cheing i wsp.²⁸ porównali natomiast skuteczność programów terapeutycznych obejmujących ćwiczenia połączone z okładami z lodu i/lub polem magnetycznym i/lub efektem placebo

u pacjentów po 6-tygodniowym unieruchomieniu po złamaniu nasady dalszej kości promieniowej. Pacjenci zostali podzieleni na 4 grupy.

W grupie pierwszej zastosowano okłady z lodu i pole magnetyczne, w drugiej okłady lodowe i placebo, w trzeciej tylko pole magnetyczne, a w czwartej tylko placebo. Najlepsze efekty przeciwbólowe, przeciwobrzękowe i zwiększenie zakresu ruchomości zaobserwowano w grupie pierwszej, w której zastosowano program ćwiczeń oraz okłady z lodu i pole magnetyczne niskiej częstotliwości. Nieco słabszy efekt uzyskano w grupie drugiej i trzeciej, istotnie mniejszy wpływ odnotowano natomiast w grupie, w której stosowano tylko placebo.

Zadowalające efekty uzyskano również u pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi w odcinku szyjnym kręgosłupa. Odnotowano znacznie lepsze efekty stosowania pola magnetycznego w porównaniu z grupą kontrolną w zmniejszeniu dolegliwości bólowych oraz napięcia mięśniowego²⁹.

Po 3-tygodniowym programie terapeutycznym u pacjentów z zespołem ciasnoty podbarkowej stwierdzono brak różnic międzygrupowych (w grupie badawczej i kontrolnej z efektem placebo)³⁰. U pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi stawów kolanowych podczas stosowania programów terapeutycznych z zastosowaniem pola magnetycznego nie stwierdzono natomiast różnic pomiędzy grupami badawczymi i kontrolnymi z efektem placebo³¹⁻³³.

Z drugiej jednak strony Ganesan i wsp.¹⁴, którzy przeprowadzili metaanalizę różnego rodzaju publikacji stwierdzili, że pole magnetyczne ma działanie nie tylko przeciwbólowe, lecz również chondroprotecyjne i zmniejszające proces zapalny.

Metaanaliza przeprowadzona przez Vavken i wsp.³⁴ sugeruje, że zastosowanie pulsującego pola elektromagnetycznego niskiej częstotliwości ma duże znaczenie kliniczne jako uzupełnienie kompleksowej terapii osteoartrozy stawu kolanowego, a nie samodzielna terapia. Potwierdzono korzystny wpływ na poprawę ADL, bez znaczącego wpływu na ból. Zaobserwowano jednak wyższą redukcję bólu u pacjentów z terapią pulsującym polem elektromagnetycznym niskiej częstotliwości niż u pacjentów stosujących paracetamol czy w grupie placebo.

Liczne prace potwierdzają jednak skuteczność magnetoterapii w leczeniu wielu schorzeń. Przeprowadzona metaanaliza 49 prac, w tym 3 na podwójnie ślepej próbie, wykazała znaczną skuteczność stosowania pola magnetycznego niskiej częstotliwości u pacjentów, u których wystąpił opóźniony zrost po złamaniach kości długich¹³.

Vavken i wsp.³² również potwierdzają skuteczność pól elektromagnetycznych w leczeniu zmian zwyrodnieniowych kolana przede wszystkim w aspekcie funkcjonalnym, zwracają natomiast uwagę na brak różnic w porównaniu do grup kontrolnych z efektem placebo w działaniu przeciwbólowym. Powyższe wyniki potwierdzono także w pracy McCarthy'ego i wsp.¹¹. Autorzy metaanaliz potwierdzili również skuteczność pola magnetycznego w leczeniu owrzodzeń podudzi, zwracając jednak często uwagę na niezadowalający poziom etodologiczny prac³⁵⁻³⁷.

Terapeutyczne zastosowanie pola magnetycznego niskiej częstotliwości wykazuje w ostatnich latach znaczący rozwój. Niewielka liczba przeciwwskazań, jak również brak działań ubocznych przyczyniają się do częstego stosowania tego zabiegu w praktyce fizykoterapeutycznej. W znacznej liczbie prac klinicznych potwierdzono skuteczność tego czynnika fizykalnego zarówno jako samodzielnej metody terapeutycznej, np. w przypadku utrudnionego zrostu kostnego, jak i wspomagającej w programach terapeutycznych.

Zabiegi przy użyciu pola magnetycznego niskiej częstotliwości można z powodzeniem łączyć z innymi formami fizykoterapii³⁸. Pozwala to w późniejszym okresie na optymalizację leczenia. Niestety nie ma jednoznacznych wytycznych, odnośnie do dawkowania i ciągle trwają badania nad zunifikowaniem procedur terapeutycznych dotyczących stosowania rodzaju pola, wartości indukcji, częstotliwości, kształtu pola, czasu terapii itp.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone dotychczas badania nad zastosowaniem magnesów trwałych wytwarzających stałe pole magnetyczne potwierdziły działanie przeciwbólowe stosowania tej metody, jednakże dopiero po długim okresie terapii. Większość autorów nie stwierdziła jednak istotnych różnic w porównaniu z grupami placebo w przypadku leczenia innych objawów chorobowych. Działanie pól zmiennych ma znacznie większy zakres terapeutyczny, a skuteczność ich działania jest o wiele lepiej udokumentowana zarówno w badaniach klinicznych, jak i randomizowanych na podwójnie ślepej próbie.

Piśmiennictwo / References

1. Ponikowska I., Ferson D. Nowoczesna medycyna uzdrowiskowa. Wyd. Medi Press. Warszawa 2009: 158.
2. Markov M.S. Magnetic field therapy: a review. *Electromagn Biol Med* 2007; 26: 1-23.

3. Leslie F. Distortion of twisted orientation patterns in liquid crystals by magnetic field. *Mol Cryst Liq Cryst* 1970; 12(1): 57-72.
4. Santini M.T., Rainaldi G. Indovina P.L. Cellular effects of extremely low frequency (ELF) electromagnetic fields. *Int J Radiat Biol* 2009; 85(4): 294-313.
5. Wróbel M.P., Szyborska-Kajane A., Wystrychowski G., Biniszkiwicz T., Sieroń-Słotny K., Sieroń A., i wsp. Impact of low frequency pulsed magnetic fields on pain intensity, quality of life and sleep disturbances in patients with painful diabetic polyneuropathy. *Diabetes Metab* 2008; 34(4): 349-354.
6. Robertson J.A., Juen N., Théberge, J. Weller J., Drost D.J., Prato F.S., i wsp. Evidence for a Dose-Dependent Effect of Pulsed Magnetic Fields on Pain processing. *Neurosci Lett* 2010; 482(2): 160-162.
7. Robertson J.A., Thomas A.W., Bureau Y., Prato F.S. The influence of extremely low frequency magnetic fields of cytoprotection and repair. *Bioelectromagnetics* 2007; 28(1): 16-30.
8. Miyakoshi J. Effects of static magnetic fields at the cellular level. *Prog Biophys Mol Biol* 2005; 87(2-3): 213-223.
9. Woldańska-Okońska M., Czernicki J. Biological effects produced by influence of low frequency electromagnetic fields on hormone secretion. *Przegl Lek* 2003; 60(10): 657-662.
10. Volpe P. Interactions of zero-frequency and oscillating magnetic fields with biostructures and biosystems. *Photochem Photobiol Sci* 2003; 2(6): 637-648.
11. McCarthy C.J., Callaghan M.J., Oldham J.A. Pulsed electromagnetic energy treatment offers no clinical benefit in reducing the pain of knee osteoarthritis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 2006; 7: 51.
12. Arias A. The magnetotherapy delusion. *Rev Cub Fisica* 2007; 24(2): 122-126.
13. Griffin X.L., Warner F., Costa M. The role of electromagnetic stimulation in the management of established non-union of long bone fractures: what is the evidence? *Injury* 2008; 39: 419-429.
14. Ganesan K., Gengadharan A.C., Balachandran C., Manohar B.M., Puvanakrishnan R. Low frequency pulsed electromagnetic field-a viable alternative therapy for arthritis. *Indian J Exp Biol* 2009; 47(12): 939-948.
15. Schmidt-Rohlfing B., Silny J., Gavenis K., Heussen N. Electromagnetic fields, electric current and bone healing – what is the evidence? *Z Ortop Unfall* 2011; 149(3): 265- 270.
16. Spodaryk K., Bromboszcz J. Fizykoterapia – potrzeba badań naukowych. [Physical modalities in therapy – the need for scientific research]. *Med Rehabil* 2004; 8(2): 8-14.
17. Plaszewski M. Principles and perspectives of Evidence Based Practice in physiotherapy. *Med Rehabil* 2006; 10(1): 9-14.
18. Chen C.Y., Fu T.C., Hu C.F., Hsu C.C., Chen C.L., Chen C.K. Influence of magnetic knee

wraps on joint proprioception in individuals with osteoarthritis: a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabilitation* 2011; 25: 228- 237.

19. Colbert A.P., Markov M.S., Carlson N., Gregory W.L., Carlson H., Elmer P.J. Static magnetic field therapy for carpal tunnel syndrome:a feasibility study. *Arch Phys Med. Rehab* 2010; 91(7): 1098-1104.

20. Alfano A.P., Taylor A.G., Foresman P.A., Dunkl P.R., McConnell G.G., Conaway M.R., i wsp. Static magnetic field for treatment of fibromyalgia: a randomized controlled trial. *J Altern Complement Med* 2001; 7(1): 53-64.

21. Wallis M.C., Davies E.A., Thalim L., Griffiths S. Pelvic static magnetic stimulation to control urinary incontinence in older women: a randomized control trial. *Clinic Med Pract* 2012; 10(1): 7-14.

22. Reeser J.C., Smith D.T., Fisher V., Berg R., Liu K., Untied C., i wsp. Static magnetic fields neither prevent nor diminish symptoms and signs of delayed onset muscle soreness. *Arch Phys Med Rehab* 2005; 86: 565-570.

23. Man D., Man B., Plokser H. The influence of permanent magnetic field therapy on wound healing in suction lipectomy patients: a double blind study. *Plast Reconstr Surg* 1999; 104(7): 2261-2268.

24. Weintraub M.I., Wolfe G. I., Barohn R.A., Cole S.P., Parry G.J., Hayat G., i wsp. Static magnetic field therapy for symptomatic diabetic neuropathy: a randomized, double-blind placebo-controlled trial. *Arch Phys Med Rehab* 2003; 84: 736-746.

25. Brown C.S., Ling F.W., Wan J.Y., Pilla A.A. Efficacy of static magnetic field therapy in chronic pelvic pain: A double-blind pilot study. *Am J Obstet Gynecol* 2002; 12: 1581- 1587.

26. Eccles N.K. A critical review of randomized controlled trials of static magnets for pain relief. *J Altern Complement Med* 2005; 11(3): 495-509.

27. Colbert A.P., Wahbeh H., Harling N., Connely E., Schiffke H.C., Forsten C., i wsp. Static magnetic field therapy: a critical revive of treatment parameters. *Evid Based Complement Alternat Med* 2009; 6(2): 133-139.

28. Cheing G.L., Wan J.W., Lo S. Ice and pulsed electromagnetic field to reduce pain and swelling after distal radius fractures. *J Rehabil Med* 2005; 37: 372-377.

29. Sutbeyaz S.T., Sezar N., Koseoglu B.F. The effect of pulsed electromagnetic fields in the treatment of cervical osteoarthritis: a randomized, double-blind, sham-controlled trial. *Rheumatol Int* 2006; 26: 320-324.

30. Aktas I., Akgun K., Cakmak B. Therapeutic effect of pulsed electromagnetic field in conservative treatment of subacromial impingment syndrome. *Clin Rheumatol* 2007; 26: 1234-1239.

31. Thamsborg G., Florescu A., Oturai P., Fallentin E., Tritsarlis K., Dissing S. Treatment of knee osteoarthritis with pulsed electromagnetic fields: a randomized, double-blind placebo- controlled study. *Osteoarthritis Cartilage* 2005; 13(7): 575-581.
32. Ay S., Evick D. The effect of pulsed electromagnetic fields in treatment of knee osteoarthritis: a randomized, placebo-controlled trial. *Rheumatol Int* 2009; 29: 663-666.
33. Ozgulcu E., Cetin M., Calp E. Additional effect of pulsed electromagnetic field therapy on knee osteoarthritis treatment: a randomized, placebo-controlled study. *Clin Rheumatology* 2010; 29: 927-931.
34. Vavken P., Arrich F., Scuhfried O., Dorotka R. Effectiveness of pulsed electromagnetic field therapy of osteoarthritis of the knee: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Rehabil Med* 2009; 41(6): 406-411.
35. Aziz Z., Flemming K., Cullum N.A., Manesh A. Electromagnetic therapy for treating pressure ulcers. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Nov 10;(11):CD002930.
36. Aziz Z, Flemming K. Electromagnetic therapy for treating pressure ulcers. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 Dec 12;12:CD002930.
37. Aziz Z, Bell-Syer SE. Electromagnetic therapy for treating pressure ulcers. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 Sep 3;9:CD002930.
38. Mika T., Kasprzak W. *Fizykoterapia*. PZWL Warszawa, 2013.

Udział autorów: A – projekt badania, pracy; B – zebranie danych, informacji; C – analiza statystyczna; D – interpretacja danych; E – przygotowanie manuskryptu; F – przeszukiwanie literatury

Artykuł otrzymano / received: 24.01.2014; zaakceptowano do publikacji / accepted: 15.02.2016

Sposób cytowania: Grzegorz G., Dudek J., Klimek K., Skalska-Dulińska B., Chrabota U., Chojak-Fijałka K., Ridan T., Glodzik J. Static or dynamic low-frequency magnetic field? A review of literature. *Med Rehabil* 2016; 20(2): 31-35