

# Elektromágneses erőterek a orvoslásban – csúcstechnológia

Jaroslav Pasek<sup>1,2</sup>, Tomasz Pasek<sup>3</sup>, Karolina Sieroń-Stołtny<sup>4</sup>, Grzegorz Cieślak<sup>1</sup>, és Aleksander Sieroń<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Internal Medicine, Angiology and Physical Medicine, School of Medicine with the Division of Dentistry in Zabrze, Medical University of Silesia, Katowice, Lengyelország

<sup>2</sup> Institute of Physical Education, Tourism and Physiotherapy, Academy of Jan Długosz, Częstochowa, Lengyelország

<sup>3</sup> Rehabilitation Unit of the St. Barbara Provincial Specialist Hospital No. 5, Sosnowiec, Lengyelország

<sup>4</sup> Department of Physical Medicine, School of Health Sciences in Katowice, Medical University of Silesia, Katowice, Lengyelország

## Absztrakt

*Bevezetés:* A fizikai orvoslás módszereinek intenzív fejlődését írták le az utóbbi időben. Több olyan módszert használnak, amelyek csökkentik a terápiás időt és javítják a kezelt betegek életminőségét. *Tudományos szempontok:* jelen gyakorlatban az orvosi fizika módszerei szélesítik a terápiás lehetőségeket. Kiterjednek a mozgatórendszer betegségeire és sérüléseire, lágy szövetek betegségeire, krónikus sebekre. *Jelen tanulmány célja:* az elektromágneses terek orvosi gyakorlati felhasználására vonatkozó alapvető és klinikai vizsgálatok eredményeinek bizonyítása. *Eredetiség:* a szerzők bemutatják, hogy hogyan használhatók fel a mágneses terek fizikai sajátosságainak és biológiai hatásainak jelen ismeretei. Munkájukban a következő módszereket használták: statikus mágneses terek, térbeli mágneses mezők, változó mágneses terek mind lézer terápiával (mágneses lézer terápia), mind változó mágneses terek fény optikai, nem-lézer (mágneses Led-terápia) kezeléssel kombinálva.

**Kulcsszavak:** elektromágneses mezők, fizikai gyógyászat, kezelés

## Bevezetés

Az utóbbi években növekedett az extra alacsony frekvenciájú mágneses erőterek (magnetic fields of extremely low frequency=MF-ELF) új lehetőségeivel és klinikai alkalmazásával foglalkozó tudományos közleményeknek a száma. A mágneses tereket az orvostudományban a diagnózis és a terápia területén is alkalmazzák. A terápiában az alacsony frekvenciájú mágneses tereket a mágneses indukció zónájában használják, néhány és több militesla (mT) között. A diagnosztikában (MRI – magnetic resonance imaging: mágneses rezonancia leképezés, TMS – transcranial magnetic stimulation: mágneses ingerlés a koponyán keresztül) ezek az értékek eléri a 8 T-t (Adey, 2004; Barnes et al., 2006).

A terápiában használt mágneses erőterek elnevezése a terek fizikai paramétereitől függ, különösen azokban a terekben, amelyekben a mágneses áramlás sűrűségének az értéke, alakja és frekvenciája is változik. Ilyen kutatásokat minden formában folytattak (laboratóriumi kísérletek, szubmolekuláris tanulmányok, állatkísérletes vizsgálatok). A leggyakoribbak azonban a klinikai tanulmányok (Adey, 2004; Bawin et al., 1975; Cosimo, 2007).

## Mágneses erőterek az orvostudományban

A fizikai orvoslás elsősorban jól átgondolt diagnosztikai és a célzott kezelési eljárásokat tartalmaz. Bevezetése óta, az évek során fejlődtek a tapasztalatok, pontos vizsgálatokat folytattak a terápia és a diagnosztika különböző területein. Rendkívül értékelendő, hogy a modern technológiának a fizikai orvostudományba való bevezetésével csökkentek a terápiás és kezelési költségek (Cosimo, 2007;

Eccles, 2005). Mindeddig a fizikai gyógyászatban a lassan változó és a változó mágneses erőtereket (pl. mágnes-terápia és magnetostimuláció) alkalmazzák leggyakrabban. A fizikai gyógyászatban a mágneses terápiában alkalmazott mágneses terek, az általánosan elfogadott kritériumoknak megfelelően, 100 Hz frekvencia alatt vannak, és a mágneses fluxussűrűségük a 0.1 mT és 30 mT közötti állományban van. Ezek a sűrűségek 2–3-szor nagyobbak, mint a föld által kibocsátott mágneses erőter, ami 30–70  $\mu$ T. A magnetostimulációban alkalmazott mágneses erőterek alap áramlása általában magasabb frekvenciájú, 80-3000 Hz között van. A mágneses fluxus sűrűségét 1 pT és 100  $\mu$ T között találjuk. A magnetostimulációban használt alapáramlásokat néhánytól 100 Hz-ig terjedő burkológörbéjű hullámokkal modulálják (Gmitrov, 2010; Janicki, 2008).

A fizikai gyógyászat új lehetőségei között megemlíthető az állandó és térbeli mágneses erőterek alkalmazása. Az állandó mágneses erőterek a tér adott pontján nem változtatják értéküket és irányukat az időben. Ilyen tereket kaphatunk mozdíthatatlan, állandó mágnesekkel vagy mágnes-generátorokkal, amelyeket direkt áram (DC) táplál. Az állandó mágneses erőter frekvenciája maximum 1000 Hz. A teljes test állandó mágneses erőter hosszabb expozíciója esetén a tökéletes biztonság érdekében a megengedhető [fluxus] értéket 200 mT-ban határozták meg. A stabil mágneses erőterek fizikai hatása a testre főként a nem-kompenzált elektron spinjeire, diamagnetikus molekulákra (a szövetekben levő folyadékkristályok) valamint elektromos töltések mozgására való hatásból ered. A stabil mágneses terek alkalmazásakor figyelembe kell vennünk azokat az erőket is, amelyek a különböző magnetikus tulajdonságokkal rendelkező folyékony biológiai szerkezetekre hatnak: diamagnetikus, paramagnetikus és ferromágneses erők (Laali et al., 2011; Marko and Markov, 2009).

A térbeli mágneses erőteret három, térben elrendezett párból álló rendszer hozza létre, kölcsönösen kapcsolódó tér applikátorokkal (az ún. mágneses tereket indukáló tekercsek), amelyeknek a síkjai 90 fokos szöget képeznek egymással. Amikor a két applikátor pár egyikét tápláljuk, lehetővé válik a mágneses mező forgatása (Opalko, 2009). Ez a módszer különösen hasznos degeneratív ízületi betegségek kezelésében (váll, csípő, térd ízületekre való hatás), valamint gyulladásos károsodásokra, Parkinson betegségekre, agyi stroke-ra, depressziós állapotokra, vagy az alsó végtag bőr károsodásaira. Jelen tudásunk szerint a térbeli mágneses terek jótékony regeneráló hatást mutatnak perifériás idegkárosodások esetében (Opalko, 2009; Sieron et al., 2007a).

A mágneses terekkel kapcsolatban meg kell említenünk a kombinált kezelés alkalmazását, amelyek az alkalmazott módszereknek a szervezetre alkalmazott szimultán hatásokon alapulnak, amit – leggyakrabban kettő – fizikai tényezővel érünk el hasonló vagy kölcsönösen kiegészítő terápiás mechanizmussal (Pasek et al., 2011a). Ezekre a módszerekre példák a mágnes-lézer-terápia és a mágnes-led-terápiás eljárások. A mágnes-lézer-terápia eljárás szimultán alkalmazásokból áll, a szervezetet gyenge, váltakozó, alacsony frekvenciájú mágneses erőter és lézer sugárzás éri (Pasek et al., 2008a). A mágnes-led-terápia azonban alacsony frekvenciájú változó mágneses erőter kombinált alkalmazása nem-lézer optikai sugárzással – (led-terápia), innovatív magnetikus és fény terápiás applikátorokkal (Sieron et al., 2007b).

A mágnes-lézer-terápia és a mágnes-led-terápiás eljárások különösen ajánlottak krónikus mozgásszervi betegségekben és lágy szövetek betegségeiben. A fényenergia főleg lokálisan hat a szövetekre. Hogy mennyire képes mélyebbre hatolni a testben, a kibocsátott fény hullámhosszától függ. A szövetekben az energia abszorpció hatékonyságát főként az egyes szöveti rétegek vastagsága, a vérrellátás és a véráramlás értékei, a víztartalom, és a pigmentáltság befolyásolja. A változó mágneses terek hatékonyságát azonban inkább a sejtek és a szövetek szintjén figyelték meg. Az alkalmazott módszerek egyéni sajátosságaitól függően, a két típusú elektromágneses sugárzás szinergista hatását várhatjuk (Pasek et al., 2006a; Pasek et al., 2006b; Pasek et al., 2008b, Sieron et al., 2007b).

## **A mágneses erők biológiai hatásai**

A mágneses erők biológiai aktivitása az erők ionáramra való hatásától, valamint a mágneses momentummal rendelkező részecskéktől függ. Ez a kölcsönhatás specifikusan irányítja a fizikai ingereket, amelyek befolyásolják a sejtmembrán tulajdonságait, elektrolit rendszereket, a szabad idegvégződések és a kontraktilis sejtek ingerküszöbét. Az ingerekre adott általános válasz módosítja az idegrendszer különböző szintjeinek a komplex válaszát (Adey, 2004; Polk et al., 1996).

A mágneses erők befolyásolják az ionok testen belüli, Lorentz erők szerinti mozgását, ha az ionáramokra és a mágneses terek erővonalainak irányára merőlegesen alkalmazzuk őket, eltérítik az ionáramot, valamint a mágneses terek erővonalainak irányát, így megfordítják a negatív és pozitív ionok mozgási pályáit. Továbbá, az ionok felhalmozódnak a biológiai határok pl. sejtmembránok közelében, aminek eredményeképpen a mágneses térben egy ion polarizáció jön létre (az ion cyclotron rezonancia – ICR) jelenségének megfelelően, megváltozik az ionok diffúziós sebessége a sejten belüli terület és a sejt közötti állomány között. A fentemlített jelenség következtében megváltozik az ionok, többek között a nátrium és a kálium sejten belüli koncentrációja, aminek jelentős hatása van számos anyagcsere folyamat intenzitására és az idegek vezetési sebességére (Pasek et al., 2006a; Sieroń et al., 2002).

A mágneses terek bizonyított biológiai hatása az értágulat, érzékszervi, alvadásgátló aktivitás, a lágy szövetek regenerációs folyamatainak fokozódása, anti-ödémás, valamint fájdalomcsillapító hatás, stb.

## **A mágneses terek használatával foglalkozó klinikai vizsgálatok**

A fizikai gyógyászat módszereinek klinikai alkalmazása már a közeljövőben rendkívül ígéretes. A legutóbbi kutatások bizonyították, hogy a mágneses terek alkalmazása – az esetek szignifikáns számában – csökkenti a fájdalom panaszokat, regeneráló hatású, emiatt széles körben alkalmazzák hallószervi betegségekben. További alkalmazási területe a csontosodási zavarok, osteoporosis, a perifériás ízületek degeneratív elváltozásai, reumatikus háterű betegségek (reumatoid arthritis, spondylitis ankylopoetica), gerincfájdalmak, stb. (Pasek et al., 2011a; Shupak et al., 2006; Sieroń et al., 1989; Sieroń et al., 2002). Kimutatták, hogy a mágneses terek fokozzák a béta-endorfinok csoportjába tartozó endogén opiátok szekrécióját, amely anyagok emelik a fájdalom küszöböt. Bizonyított az is, hogy a mágneses terek fájdalomcsillapító hatása nemcsak közvetlenül az alkalmazás ideje alatt jelentkezik, de megfigyelhető az expozíció befejezése után is. A terápia befejezése után egy 4 hétig tartó időtartamra csökkent a fájdalomérzés. Ez a biológiai hiszterézis (késleltetett hatás) alapvető terápiás jelentőségű (Pasek et al., 2006a; Yamaguchi-Sekino et al., 2011).

Megemlítendő, hogy a mágneses terek alkalmazásának indikációi az idegrendszer betegségeit (agyi strokek átesett betegek, sclerosis multiplex, neuralgia, idegbénulások, Parkinson betegség, a perifériás idegek léziói, a gerincvelő idegrost szakadásainak következményei) valamint néhány látószervi megbetegedést is érintik (Bawin et al., 1975; Pasek et al., 2007a; Sandyk, 1996; Wang et al., 2010).

A nehezen gyógyuló sebek kezelése nehéz és komoly, interdiszciplináris jellegű orvosi feladat. Nem jelenti azonban azt, hogy a nehezen gyógyuló sebek egyáltalán nem gyógyulnak. Más tanulmányok is kimutatták, hogy az alacsony frekvenciájú mágneses erők alkalmazása a balesetben károsodott szöveteket, égési sérüléseket, vagy más, szöveti folytonosságot megszakító sebeket is regenerálják. Ezek lehetnek krónikus fertőzések, forrázások, felfekvések, diabetikus láb, vagy az alsó végtag trófikus fekélyesedése. Ezek hatására kezdték el használni a mágneses tereket a bőrgyógyászatban és a sebészetben. A mágneses terek terápiás hatásának mechanizmusa az ilyen esetekben a mikrocirkulációért felelős károsodott véredények regenerációjának stimulálása, ami növeli a szövetek helyi vérellátását. Ezek a folyamatok nemcsak csökkentik a gyulladással járó folyamatokat, gyorsítják a

gyógyulást, láthatóan fejlesztik granulációt (sebgyógyulás szöveteit), hanem nyilvánvalóan javítják az oxigén ellátást is. A fájdalom csökkentésében szintén részt vesznek. A mágneses tér terápiát kombinálhatjuk a klasszikus terápiákkal, és szintén fontos szempont, hogy nem szükséges eltávolítani a kezeléshez a ruházatot (kivéve a mágneses-led-terápiát és a mágneses-lézer-terápiát) (Gmitrov, 2010; Pasek et al., 2010e; Sieroń and Pasek, 2011).

Újabban, a technika fejlődésének köszönhetően, új lehetőségek nyíltak a mágneses erőkerek létrehozatalára kis, elliptikus, vagy pontszerű eszközök segítségével is, ami fontos fogászati betegségek kezelésében. Az alacsony frekvenciájú mágneses terek jótékonyan hatnak a csontosodásra oszteolitikus foltokban, csökkentik a fájdalom iránti érzékenységet, és befolyásolják a nyál pH változásait. A kis erejű fény és a mágneses mező együttes alkalmazása a mágneses-lézer-terápia formájában hasznos a foghúzás utáni szövödmények kezelésében, beleértve az alveoláris osteitist. A mágneses-led-terápia első közleményei jótékony hatást mutatnak a temporo-mandibuláris ízület működési zavaraiiban is. Ugyancsak érdemes megemlíteni a változó mágneses mezők alkalmazását a beültetéses eljárásokban is. Mind a két, fennemlített módszer gyorsítja a gyógyulási folyamatot, ezáltal csökkenti egyéb beavatkozások és a fogak koronázásának idejét (Opalko, 2009; Pasek et al., 2008b; Pasek et al., 2010a).

A mágneses erőkerek keringési rendszerre kifejtett hatása egy kivételesen fontos fejezet. A kutatási eredmények bemutatják, hogy magas vérnyomás betegség esetén a mágneses erőtér kezelés csökkenti a vérnyomást, csökkenti a koleszterin szintet, elindítja az alvadásgátló folyamatokat. Csökkenti az érlemezésedést is. Az első közlemények beszámolnak a mágneses terek hatásáról az átlagolt szívfrekvencia variabilitásra is, amit a nagy erősítésű elektrokardiográfiával regisztráltak magas vérnyomásos betegeknél. A közölt adatok azt is mutatják, hogy a mágneses tereket felhasználó kezelés védhet a metalloproteinázoknak a szöveti felbomlást befolyásoló hatása ellen is, ami a gyulladáscsökkentő folyamat egyik kórokozó tényezője (Gmitrov, 2010; Laali et al., 2011; Pasek et al., 2006c).

Ma már az is ismert, hogy a mágneses terek hatására csökkennek a szellemi és fizikai fáradtság tünetei, csökken az ingerlékenység, valamint hatásos a depresszió megnyilvánulásainak kezelésében (Pasek et al., 2006b). A mágneses terek alkalmazása hatásos módszernek bizonyult a légzőrendszer néhány betegségének a kezelésében is. Pasek et al. munkája szolgáltat egy példát erre, az állandó mágneses tér alkalmazására szignifikánsan növekedett az egy másodperces erőltetett kilégzési térfogat (FEV1) javítva a kezelt csoport életminőségét (Pasek et al., 2010b).

Az állandó mágneses terek terápiás hatékonyságát hangsúlyozták a neurológiai háttérű betegségekben is. Kiderült, hogy az állandó mágneses tér ingerli az idegsejtek között a vezetést. Ez javítja a neuronok anyagcseréjét és hat az idegszövet regenerációjára úgy, hogy élénkíti az axonok elágazódási és differenciálódási folyamatait, ami a sérült neuronok károsodott funkcióinak gyorsabb regenerációhoz vezet (Bawin et al., 1975; Sieroń et al., 2002; Wang et al., 2010).

A mágneses terek alkalmazásának – függetlenül azok típusától – úgy tűnik, hogy nincs jelentős mellékhatása. A betegek jól tűrik. Jelen tudásunk szerint nincs tudományos bizonyíték az állandó mágneses terek életet vagy egészséget fenyegető hatásáról, akár rövidtávú, akár hosszú távú alkalmazás esetén. Mindazonáltal vannak klinikai megfigyeléseken alapuló kontraindikációk, mint a terhesség, daganatos betegségek (ebben az esetben az állandó mágneses terek nem alkalmazhatók), tuberkulózis aktív formája, elektromos beültetések (pl. pacemakerek), fémbeültetések (magnetostimulációs folyamatok kivételével), akut fertőzések, vírus, baktérium vagy gombás betegségek. Másfelől lehetnek enyhe mellékhatások: átmeneti fájdalomnövekedés, különösen a terápia korai szakaszában, fáradtságérzés, erőteljes verejtékezés, viszketés, bizsergés érzése, vérnyomás ingadozás. Ezek a megnyilvánulások általában csak enyhék, és az esetek legnagyobb részében átmenetiek (Marko and Markov, 2009; Sieroń et al., 2002, Sieroń et al., 2006).

## Következtetések

A mágneses tereket használó fizikai módszerek – tekintet nélkül a típusukra – teljesen új lehetőségeket kínálnak. Alkalmazásuk kiterjesztése az orvostudomány különböző területein – nevezetesen fizikai gyógyászat, balneológia-klimatológia, és fizioterápia – dolgozó szakemberekkel való szoros együttműködéstől függ. Hasonlóan a gyógyszerek dozírozásához, minden egyedi klinikai esetben meg kell találni az alkalmazott mágneses terek helyes fizikai paramétereit. Évek munkájába telik pontosan meghatározni a kívánt klinikai és terápiás feltételeket, mind laboratóriumban, mind a klinikai gyakorlatban. Tekintve, hogy a mágneses terek biológiai hatásainak mechanizmusai több irányúak lehetnek, hangsúlyozni kell, hogy további klinikai tanulmányok szükségesek a betegek reprezentatív csoportjaiban. Csak így tudja a terápia megkapni az őt megillető helyét az elérhető fizikai kezelések között.

## Érdekeltségi nyilatkozat

Szerző kijelentik, hogy nincs érdekütközésük. A szerzők egyedül felelősek a cikk tartalmáért és megírásáért.

## Irodalom

Adey, W. R.: Potential therapeutic application of non-thermal electromagnetic fields: ensemble organization of cells in tissue as a factor in biological field sensing. *Bioelectromagn. Med.*, 8, 1–12. (2004)

Barnes, F., Greenebaum, S., Handbook, B.: *Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields* – third edition. Boca Raton: CRC Press. (2006)

Bawin, S. M., Kaczmarek, L. K., Adey, W. R.: Effects of modulated VHF fields on the central nervous system. *Ann. NY Acad. Sci.*, 247, 74–91. (1975)

Cosimo, C., Pogliacomì, F., Passera, F., Concari, G.: Treatment of wrist and hand fractures with natura magnets: Preliminary report. *Acta. Biomed.*, 78, 198–203. (1975)

Eccles, N. K.: A critical review of randomized controlled trial of static magnets field for pain relief. *J. Complement. Med.*, 11, 495–509. (2005)

Gmitrov, J.: Static magnetic field blood pressure buffering, baroreflex vs. vascular blood pressure control mechanism. *Int. J. Radiat. Biol.* 86, 89–101. (2010)

Janicki, J. S.: *The Use of Magnetic Fields in Therapy*. Poznan ´Instytut Badań Fizykomedycznych. (2008)

Laali, M., Flecher, E., Nogarede, B., et al.: First experimental use of magnets in cardiac valve repair. *J. Heart Valve Dis.* 20, 70–74. (2011)

Marko, S., Markov T.: What need to be known about the therapy with static magnetic fields? *Environmentalist* 29, 169–176. (2009)

Opalko, K.: *The Treatment of Electromagnetic Fields*. Wrocław: Wydawnictwo Med. Pharm Polska. (2009)

Pasek, J., Budziosz, J., Pasek, T., Sieroń, A.: Magnetoledtherapy in the treatment of clinical dysfunction temporal-mandibula joint – Case report. *Twój Przegląd Stomatologiczny*. 10, 48–52. (2010a)

Pasek, J., Budziosz, J., Szajkowski, S., Sieroń, A.: The influence of static magnetic fields on the chosen spirometric parameter in patients with chronic obturative pulmonary disease. In: Taradaj, J., Sieron, A., Jarzębski, M. “Fizykoterapia w praktyce”. Katowice: ELAMED. 4, 231–237. (2010b)

Pasek J. et al.: *Electromagn Biol Med*, Early Online: 1–5 *Electromagn Biol Med* For personal use only. page 5, Downloaded from informahealthcare.com by Prof. Grzegorz Cielar on 07/20/15

- Pasek, J., Cieslar, G., Budziosz, J., et al.: Static magnetic field in physical medicine". In: Taradaj, J., Sieroń, A., Jarzębski, M. *Fizykoterapia w praktyce*". Katowice: ELAMED. 227–231. (2010c)
- Pasek, J., Cieślak, G., Pasek, T., Sieroń, A.: Magnetoledtherapy – Adjunctive physical methods in the skin transplant treatment from Burns – Case report. *Przegląd Flebologiczny*. 18, 61–64. (2010d)
- Pasek, J., Misiak, A., Mucha, R., et al.: New possibility in physics therapy – Magnetolaserotherapy. *Fizjoterapia Polska*. 1, 1–10. (2008a)
- Pasek, J., Mucha, R., Sieroń, A.: Magnetostimulation – The modern form therapy in medicine and rehabilitation. *Fizjoterapia*. 14, 3–8. (2006a)
- Pasek, J., Mucha, R., Sieroń A.: Variable magnetic fields in the treatment of drug-resistance depression – Case report. *Balneologia Polska*. 8, 235–238. (2006b)
- Pasek, J., Mucha, R., Gmyrek, J., Sieroń, A.: The influence of variable magnetic fields on blood pressure conservation in patients with hypertension. *Balneologia Polska*. 3, 95–101. (2006c)
- Pasek, J., Pasek, T., Sieroń, A.: Associated therapy in the treatment of pain – The chosen physiotherapeutic procedures. *Wiadomości Lekarskie*. 64, 122–126. (2011a)
- Pasek, J., Pasek, T., Sieroń, A.: Magnetolaserotherapy in the treatment of dryness alveolar – Case report. *Leczenie Ran*. 5, 21–24. (2008b)
- Pasek, J., Pasek, T., Sieroń, A.: Some practical recommendation in use magnetic fields and light in physical medicine. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*. 14, 284–285. (2007a)
- Pasek, J., Pasek, T., Kniazewska, M., et al.: Magnetostimulation in the treatment of periphery nerve paralysis. *Neurologia Dziecięca*. 17, 71–74. (2008c)
- Pasek, J., Pasek, T., Sieron A.: The efficacy of magnetic fields in the treatment of leukocytoclastic vessels inflammation. *Acta Angiol*. 16, 93–98. (2010e)
- Pasek, J., Szajkowski, S., Zięba, A., et al.: Variable and static magnetic fields in the treatment of arthrosis. *J. Ecol. Health*. 2, 79–82. (2011b)
- Pasek, J., Pasek, T., Sieroń A.: Home therapy with use variable magnetic fields and light. *Rehabilitacja w Praktyce*. 3, 50–53. (2007b)
- Polk, Ch., Postow, E., Handbook, B.: *Biological Effects of Electromagnetic Fields – Second edition*. Boca Raton: CRC Press. 149–184. (1996)
- Sandyk, R.: Treatment with electromagnetic field alters the clinical course of chronic progressive multiple sclerosis. *Int. J. Neurosci*. 88, 75–82. (1996)
- Shupak, N. M., McKay, J. C., Nielson, W. R.: Exposure to a specific pulsed low-frequency magnetic field: A double-blind placebo-controlled study of effects on pain ratings in rheumatoid arthritis and fibromyalgia patients. *Pain Res. Manag*. 11, 85–90. (2006)
- Sieron, A., Cieślak, G., Krawczyk-Krupka, A.: *The Use of Magnetic Fields in Medicine*. Wydanie II. Bielsko – Biała: a– Medica Press. (2002)
- Sieron, A., Pasek J.: Magnetic fields in the treatment of wounds. *Rehabilitacja w Praktyce*. 4, 48–51. (2011)
- Sieroń, A., Pasek, J., Mucha R.: Magnetotherapy. *Rehabilitacja w Praktyce*. 3, 29–32. (2006)
- Sieron, A., Pasek, J., Biniszkiwicz T.: Spatial magnetic fields – New form of therapy? *Balneologia Polska*. 1, 8–10. (2007a)
- Sieroń, A., Pasek, J., Mucha R.: Magnetic fields and light energy in medicine and rehabilitation – Magnetoledtherapy. *Balneologia Polska*. 1, 1–7. (2007b)
- Sieron, A., Zmudzinski, J., Cieslar G.: The problem of use magnetic fields on human organism. *Post Fiz Med*. 24, 75–79. (1989)
- Wang, Z., Che, P. L., Du, J., et al.: Static magnetic field exposure reproduces cellular effects of the Parkinson's disease drug candidate. *PLoS One*. 5, 13–18. (2010)

Yamaguchi-Sekino, S., Sekino, M., Ueno, S.: Biological effects of electromagnetic fields and recently updated safety guide-lines for strong static magnetic fields. *Magn. Reson. Med. Sci.* 10, 1–1 (2011)