

Splošna bolnica Maribor

ANALIZA MOŽNIH VPLIVOV MAGNETNEGA POLJA NA ŽIVE
ORGANIZME

Zmago Turk, Jože Banovič, Ivica Flis

Izvleček

Sodobna znanost je v zadnjih desetih letih dokazala, da elektromagnetna polja vplivajo na žive organizme v okolici delovanja teh polj. Vplivi na žive organizme so lahko koristni ali škodljivi. Avtorji v prvem delu referata analizirajo elektromagnetno polje ter možne vplive na žive organizme. V drugem delu referata analizirajo nizkofrekventno magnetno polje, ki se uporablja v medicini, in možne vplive na človeški organizam. Magnetoterapija se v Mariboru uporablja več kot deset let, uporabljati so jo začeli med prvimi v bivši Jugoslaviji. Navajajo svoje lastne izkušnje in predlagajo uporabo v fizikalni terapiji.

Summary

In the last ten years the modern science has proved that electromagnetic fields in their surroundings influence on living organisms. This influence could be positive (benefit) or negative (damage). In the first part of this article it is analysed electromagnetic fields and their possible effects on living beings. In the second part the authors are analysing low frequency magnetic fields which are used in medicine and their possible effects on human beings. More than ten years they are using magnetotherapy in Maribor and they are between first in former Yugoslavia who accepted it. The authors are describing their own experiences with magnetotherapy and they suggest the using of it in physical medicine.

Uvod

V Mariboru uporabljamo magnetoterapijo kot metodo fizikalne terapije od leta 1981. Takrat smo med prvimi v bivši Jugoslaviji in prvi v Sloveniji nabavili aparat bioimpuls firme ELEC iz Nemčije.

O magnetoterapiji smo bili seznanjeni samo iz strokovne literature, ki je takrat navajala prve znanstvene dokaze o možnosti vplivov magnetnih tokov

člankov o magnetoterapiji, poročali na strokovnih kongresih v inozemstvu in tuzemstvu ter napisali članek za Jugoslavensko medicinsko enciklopedijo.

Fizikalno delovanje

Od nastanka našega planeta je vse življenje na zemlji pod vplivom magnetnega in električnega polja. Življenje najverjetneje brez tega vpliva sploh ne bi bilo mogoče. Kljub temu pa je še vedno premalo znanstvenih raziskav, ki obravnavajo in analizirajo pojav številnih motenj, ki nastanejo v človeškem organizmu pri vplivu magnetnega polja. Tudi sama naša zemlja je magnet, čigar magnetno polje ima moč 47 mikrotlesa in slabi od pola proti ekvatorju. Zemljin magnetizem predstavlja magnetno silo, ki slabi in oscilira tekom dneva in letnega časa. V naravi obstojajo telesa z magnetnimi lastnostmi, ki se odbijajo ali privlačijo. Vsak magnet ima 2 pola in v bližini teh je magnetna sila največja. Vpliv magnetne sile se širi v okolico magneta. Prosto kjer deluje magnetna sila imenujemo magnetno polje. Magnetno polje ponazarjamo s silnicami, ki imajo svoj začetek in konec v polih. Njihova gostota je sorazmerna magnetni poljski gostoti. Če predstavimo magnetno poljsko gostoto z vektorji potem vidimo, da magnetna sila deluje na tiste elektrone (ione), ki so pravokotni v odnosu na magnetno silo. Magnetna sila učinkuje na elektrone tudi, če se ti poševno gibajo na tokovnice. Vkolikor se elektroni gibajo v smeri magnetnih tokovnic, je magnetna sila 0. Enota magnetne poljske gostote je 1 tesla, ki znaša 1 W sek./m². Prejšnja enota je bila gaus, kar pomeni, da je 1 gaus 10 militesla. Če si predstavljamo elektrone kot del homogenega vodnika ploskve, potem so magnetne tokovnice ravne in vzporedne in je magnetna poljska gostota v sakem delu polja enaka. Magnetni pretok je največji, če je pravokoten na ploskev. Pretok elektronov oziroma tok nastane v zanki tudi, če spreminjamo magnetni pretok v enoti časa. Ta inducirani tok je večji, čim večja je sprememba magnetnega pretoka v enoti časa. Znano je, da je induktivnost definirana kot snovno geometrijska lastnost, kar pomeni, da se induktivno spremeni, če se spremeni oblika telesa oziroma njegova materialna struktura. Primer za to spremembo imamo v izpostavljenosti bioloških sistemov skozi konstantno magnetno polje. Spremembe inducirani toka nastanejo kot posledica fizioloških procesov, naprimer procesi depolarizacije in repolarizacije membrane, ki omogočajo prenos signalov vzdolž živčanih vlaken. Vidimo, da se zunanja magnetna polja, interferirajo z magnetnimi polji, ki so rezultat telesnih tokov na podoben način kot se dogadja s tokovi v elektronskih napravah. Ta magnetna polja v bioloških sistemih imenujemo biomagnetna polja. Delimo jih na tista, ki jih povzročajo električni tokovi (EKG, EMG, EEG), ki so posledica prisotnosti feromagnetnih snovi v telesu. Bioelektrični tokovi okoli katerih so magnetna polja so posledica gibanja ionov v telesu (natrij, kalij, klor ipd.), ki so skupaj s kompleksno permeabilnostjo celične

membrane odgovorni za nastanek membranskega potenciala, ki je pri živčnih celicah od - 70 mili-voltov do + 35 mili-voltov, pri mišičnih celicah pa - 90 mili-voltov. Srčna mišična celica ima specifičen celični potencial - 80 mili-voltov.

Električna oziroma magnetna aktivnost se na celičnem nivoju pri visoko organiziranih skupina celic sešteva in tako nastanejo električni tokovi, ki jih mi s številnim aparati lahko tudi izmerimo (EKG, EMG, EEG). Magnetno aktivnost pri tem zaznavamo z merjenjem inducirane toka. Danes posedujemo občutljive elektronske aparate s katerimi lahko izmerimo biomagnetsko polje jakosti do 10 na - 14 tesla. Ta biomagnetska polja od katerih je srčno magnetno polje najmočnejše so veliko manjša kot druga magnetna polja. Ta magnetna polja v urbanem okolju nastanejo zaradi brezmejnega števila električnih aparatov oziroma električnih napeljav (daljnovodi, transformatoriji, oddajniki itd.). Zaradi moči teh magnetnih polj je detekcija biomagnetnih polj človeškega organizma izredno težavna. Biomagnetna polja lahko izmerimo s pomočjo Josepsonovega efekta, ki omogoča meritev in zaznavanje šibkih magnetnih polj v prisotnosti močnejših. To zaznavanje omogoča naprava SQUID, super prevodna kvantna interferenca. Dokaz, da so biomagnetna polja v bioloških sistemih v inter akciji z zunanjimi magnetnimi polji smo odkrili že leta 1975, ko so odkrili magnetotoksično bakterijo, ki vsebuje kristale magnetita. Kasneje so še odkrili magnetit v drugih organizmih med njimi v algah, čebelah in pticah. Raziskave, ki so jih ob tej priliki izvedli, so pokazale, da nekatere živalske vrste kažejo različne stopnje občutljivosti na posamezna magnetna polja. Primer za to so vedenjske spremembe pri čebelah, ki so jih navajali na stimulacijo z magnetnim poljem.

Uporaba v medicini

Danes v medicini uporabljamo zunanje magnetne aparate predvsem v obliki pulzirajočega nizko frekventnega magnetnega polja v jakosti od 0 do 10 militesla, frekvence do 100 hercov. V angleško govorečem področju je to VLF (very low frekvency), v nemško govorečem področju pa je to PMF (Pulsierender elektromatischer Felder). Pulzacije dosežemo z vklopom in izklopom elektro magneta. Merska enota je herz, pri tem pa se frekvenca od 1Hz, pomeni 1 vklop in izklop magnetnega polja v sekundi. Takšno delovanje na celice človeškega organizma povzroča sledeče spremembe:

Pulzirajoče magnetne silnice vplivajo na vse molekule in ione, ki se pri tem gibajo v taktu magnetnih pulzacij. Prekrvavitev v tkivnih se bistveno izboljša. Količina kisika v prizadetem tkivu se poveča do 200%. Energetske spremembe v mitohondrijih oziroma celicah so hitrejšje od ADP v ATP. Pulzirajoče nizkofrekventno magnetno polje inducira in nastanek elektromagnetnega biopolja. Ta deluje na številne ione, ki se gibajo po dolčenih principih (vrtložni

tokovi, orencovo gibanje). Zunaj celične membrane so pozitivni ioni, znotraj negativni ioni. Če celice izpostavimo delovanju izmeničnega nizkofrekventnega elektromagnetnega polja dosežemo z ene strani celične membrane hiperpolarizacijo, na drugi strani pa hipopolarizacijo celične membrane. Znano je, da se 50% energetskega potenciala celic uporabi za ohranjanje potrebnega celičnega membranskega potenciala. Pod vplivom nizko frekventnega elektromagnetnega polja so procesi depolarizacije in repolarizacije spremenjeni tako, da je izguba energije zanemarljiva. Rezultat teh sprememb je izboljšana energetska bilanca celic, tkiv in apliciranega področja. Izboljšanje energetske bilance razlagamo s hitrejšo transformacijo energije iz adenozin difosfata v adenozin trifosfat. Celične membrane so sestavljene iz dvojne plasti lipidov, ki so iz zunanje in notranje strani prekriti s proteinskimi molekulami. Aktivni transport snovi skozi celične membrane je del kompleksnega metabolnega sistema, ki pa je zelo občutljiv na različne spremembe. V pulzirajočem magnetnem polju se pospeši gibanje ionov ter vibracije molekul celične membrane. To povzroči periodično odpiranje por v celični membrani in s tem tudi izboljšanje permabilnosti same membrane za vstop hranljivih snovi in hitrejšo izločanje toksičnih produktov brez velike porabe energije za spremembo električnega potenciala membranske celice. Najverjetneje je v tem pravi vzrok izredne koristnosti magnetoterapije pri zdravljenju bolnega živega organizma. Od tod izredno široke indikacije aparatov za magnetoterapijo, saj praktično zaradi zgoraj opisanega delovanja lahko apliciramo magnetoterapijo pri vseh boleznih, kjer želimo doseči poboljšano cirkulacijo, hitrejšo odplavitev metabolnih produktov, hitrejšo rast poškodovanega tkiva. Slične efekte smo poskušali dokazati z drugimi metodami fizikalne terapije in zgoraj opisani proces je fiziološka razlaga delovanja različnih fizikalnih aparatov na žive organizme.

Indikacije za uporabo magnetoterapije v fizikalni terapiji

Osnovna indikacija za uporabo magnetoterapije je tam, kjer želimo vplivati na membranski potencial celice oziroma spremeniti koloidno ozmotski tlak dolčenega tkiva. Zato je območje indikacij zelo široko. Mehanizem delovanja je enostaven, magnetne silnice delujejo globinsko zato je pod vplivom polja vso tkivo, tudi kosti in notranji organi tistega področja kamor se aplicirajo magnetne silnice. S pravilno izbiro ponavljajoče se frekvence impulzov elektromagnetnega polja dosežemo različne učinke terapije. S spremembo frekvence opazimo krčenje ali pa širjenje krvnega ožilja. Zato je potrebno dobro poznavanje vplivov različnih frekvenc na živo tkivo. Znano je namreč, da lahko neionizirajoča elektromagnetna sevanja vplivajo tudi škodljivo na žive organizme. Tako so pri bolnikih, ki so bili izpostavljeni nekontroliranem elektromagnetnem polju, zaznali bolečine v prsih, motnje pri delovanju srca ter v krvnem obtoku in

čutilih. Registrirali so tudi elektroencefalografske spremembe kot posledico valovanj na možganske ganglije, kakor tudi zmanjšano spolno dejavnost in spermatogenezo. Vedno pogosteje so zaznavali tudi odstopanje očesne mrežnice in obolelost sluznic pri ljudeh, ki so bili izpostavljeni elektromagnetnem polju dalj časa. Škodljivo delovanje na biološko tkivo ja lahko dvojno: termično in netermično. Termični učinek se izraža kot zvišanje temperature obsevalnega tkiva in s tem povzroča poškodbo organov. O tem obstoja tako imenovana ionska teorija, po kateri nastajajo spremembe v celicah obsevalnega tkiva zaradi periodičnega gibanja ionov. Njihovo trenje razvija toploto, kar ima za posledico koagulacijo beljakovin. Poleg tega pa poznamo še teorijo dipolnega momenta, ki se nanaša na spremembe celic. Zato je potrebno, da z magnetoterapijo upravlja educiran strokovnjak, da jo indicira zdravnik in aplicira izobražen fizioterapevt.

Poleg že programiranega programa, ki ga zastavi tovarna, izdelovalka aparatov za magnetoterapijo, predlagamo določeno selekcijo indikacij za magnetoterapijo. Menimo, da magnetoterapija ni od velike koristi pri degenerativnih boleznih gibalnega sistema. Smatramo, da je potrebno pozornejše spremljati kontraindikacije, ki so za aplikacijo magnetoterapije s strani proizvajalca samo relativne. Smatramo, da so tuberkuloza, nosečnost, krvavitve v prebavnem traktu, akutne virusne bolezni, dermatomikoze kontraindikacije za aplikacijo magnetoterapije.

Kot indikacije, kjer priporočamo uporabo magnetoterapije predlagamo sledeče bolezni: algodistrofije vseh vrst; športne poškodobe; frakture kosti, kjer dosežemo skoraj za polovico hitrejšo sanacijo in nastanek kalusa; kardiovaskularne in respiratorne bolezni, kjer želimo poboljšano oksigenacijo bolanega področja; generalizirana osteoporoza pri maljših bolnikih.

Terapijo z impulznimi nizkofrekvenčnimi elektomagnetnimi tokovi izvajamo po zadanih programih. Kronične bolezni zahtevajo vsakodnevno daljšo aplikacijo v trajanju nekoliko mesecev. Tu predvsem mislimo na kronične gastroenterološke bolezni. Akutne bolezni se aplicirajo dnevno od 10 do 20 minut v krajšem časovnem periodu. Nizke frekvence 2,5 do 3 Hz uporabljamo pri kroničnih, vnetnih procesih, frekvenco od 5 do 8 Hz uporabljamo pri psihosomatskih boleznih in nevroloških boleznih. Frekvenco od 10 do 14 Hz uporabljamo pri poškodbah, prelomih, glavobolih in sličnih boleznih. Višje frekvence od 10 do 330 Hz uporabljamo pri bolečinskih sindromih, dočim pri degenerativnih boleznih, kot so artroze, osteoporoze ipd. uporabljamo maksimalno možno frekvenco od 50 do 100 Hz.

Zaključek

Slovenska medicina se je hitro vključila v sodobne tokove aplikacije magnetoterapije. Sprva s precejšnjo mero skepse, predvsem zaradi izredno

širokih indikacij, ki so nam jih ponujali proizvajalci aparatov za magnetoterapijo. Šele pozneje, ko smo spremljali sodobno znanstveno literaturo, doslej je bilo v svetu natiskanih okoli 8000 znanstvenih referatov o uporabi magnetoterapije, smo postajali manj skeptični. Razen tega smo v skoraj desetih letih uporabe magnetoterapije pridobili lastne izkušnje, ki jih s pridom uporabljamo v korist hitrejšega zdravljenja naših bolnikov.

Literatura

1. Bassett, C. A. L., Pilla, A. A., Pawluk, R. J., 1976: A nonoperative salvage of surgically resistant pseudoarthroses and non-unions by pulsing electromagnetic fields. *Z Clinical Orthopedics* 124, 43-128.
2. Bassett, C. A. L., Pawluk, R. J., 1974: Acceleration of fracture repair by electromagnetic fields. A surgically noninvasive method. *Annals N. Y. Acad. Sciences*. Vol. 238.
3. Bassett, C. A. L., Pawluk R. J., Pilla, A. A., 1974: Argumentation of bone repair by inductively coupled electromagnetic fields. *Science* 184, 575.
4. Eberle, P., May, C., 1977: Einwirkung von Magnetfeldern auf Chromosomen. Lecture: 15th Seminar of the Ges. f. Anthropologie und Humangenetik, Hamburg, Sept. 20-24.
5. Ehrmann, W., Ludwig, H. W., Sotke, W., 1976: Influence of alternating magnetic fields (frequencies between 1 and 20 Hz) on psychosomatic ailments. 2nd Bioclimatological Colloquium, Munich, Sept. 16-18.
6. Gerten, J. G., 1979: Magnetotherapy in infected open bone fractures. *Volno - medicinski žurnal* 4, 35-37.
7. Ludwig, H. W., 1977: Biologische Verträglichkeit elektromagnetischer Felder. Sonderdruck, Bulletin des SEV/VSE. bs. 68, No 18, 941-946.
8. Täger, K. H., 1980: Klinische Anwendung und Erfahrungen mit der elektromagnetischen Feldspule, 2nd Internat. Congress Magnetomedicine, Nov. 8-9. Rome.
9. Warnke, U., 1980 a: Grundlagen zu magnetisch induzierten physiologischen Effekten. *Therapiewoche* 30, 4609-4616.
10. Warnke, U., 1980 b: Heilung mit Hilfe magnetischer Energie? *Umschau* 9, 283-285.
11. Warnke, U., Altmann, G., 1979: Die Infrarotstrahlung des Menschen als physiologischer Wirkungsindikator des niederfrequent gepulsten schwachen Magnetfeldes. *Z. f. Phys. Med.* 3, 166-174.
12. Warnke, U., 1979 c: Magnetfeld-Therapie im Prüfstand. Thermogramme machen die Wirkung sichtbar. *MF-Dialog*, aus *Forschung, Wissenschaft und Praxis* Bd. 1, H 1, 2-3.

Rad primljen: 02. 05. 1993.

Rad prihvaćen: 18. 08. 1993.