FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2000. március 24-25.

NEM-IONIZÁLÓ ELEKTROMÁGNESES SUGÁRZÁS SZEMÉLYSPECIFIKUS MÉRÉSE

JOÓ ERVIN, SZÁSZ ANDRÁS

ABSTRACT: In recent years, research into biological and medical effects of non-ionizing radiation (NIR) has expanded greatly. NIR is electromagnetic radiation and field having frequencies from 0 Hz to $3 \cdot 10^{15}$ Hz. These fields are affecting our every day life: they are emitted by power lines, transformers, service wires, and electrical panels as well as by home appliances (such as electric blankets, waterbeds, clocks, shavers, televisions, etc.). Electricity has been used, to great advantage, for 100 years without society being aware of any adverse health effect, other than thermal injury and electrocution. Last 50 years, there was an exponential growth of man-made electromagnetic (EM) fields. There is still no clear answer to the question: can exposure to electric and magnetic fields (called electrosmog) resulting from the production, distribution, and use of electricity promote cancer or initiate other health problems? There are guidelines all over the world to set limits to exposure to EM fields. But these limits leave the personal properties of electrosmog out of consideration. This paper describes the importance of a proper personal electrosmog measurement and dosimeter.

Key words: non-ionizing radiation, electrosmog, personal electrosmog dosimeter

Probléma felvetése

A természetben lévő elektromos, mágneses és elektromágneses tér anyaggal való kölcsönhatásának nagy szerepe lehetett az élet kialakulásában. (Ld. pl. Oparin kísérleteit [12], melyben szikrakisülés segítségével szervetlen anyagokból szerveset hozott létre.) Annak ellenére, hogy az elektromágneses tér és a biológiai objektum kölcsönhatását már régen tanulmányozzák, a kölcsönhatás mechanizmusát még sok vonatkozásban nem ismerjük. Az utóbbi 20 évben a rádiófrekvenciás és mikrohullámú sugárzások közvetlen biológiai hatásának vizsgálata egyre szélesebb körű lett [1]-[5], [7], [9]-[14]. A vizsgálatok célja, hogy elősegítse az elektromágneses sugárzás és az élő rendszer közötti kölcsönhatás-mechanizmusának megértését, és felderítse az emberi egészségre ártalmas, vagy hasznos esetleges hatásokat.

Kezdetben a radarok és a rádióadó-berendezések által kisugárzott elektromágneses (EM) terek hőhatásait vizsgálták, melyekkel párhuzamosan megindultak a sugárzás orvosi (fizikoterápiás, majd hypertermiás hatás [1], [10], [11], [12]) alkalmazhatóságával kapcsolatos kísérletek is. Nagyszámú klinikai és epidemiológiai tanulmány [2], [3], [4], [5], [10], [11], [14] azt állítja, hogy a nem-ionizáló sugárzás bizonyos frekvenciákon és intenzitásoknál káros biológiai hatásokat okoz, és rizikófaktort jelenthet a gyermekkori leukémiánál, valamint egyes foglalkozási megbetegedéseknél. Ezeket a sugárzásokat nevezik elektroszmognak. Folyamatos kutatás folyik az elektroszmog makroszkopikus szintű kölcsönhatásainak leírására (relaxációs folyamatokra, a szövetek permittivitásának és vezetőképességének meghatározására) és bevezették a nem ionizáló sugárzások dozimetriáját is. Jelentős szemléletváltás következett be a nem-ionizáló elektromágneses sugárzás nem termikus hatásainak vizsgálata során is. A probléma jelentőségét tükrözi, hogy már több mint fél évszázada foglalkoztatja a tudósokat, és eredményezett több száz publikációt már a 40-es évekre, valamint jelenleg is számos világszervezetet indított el a témával foglalkozó kutatási programot, mint pl.:

- World Health Organization (WHO) 1996- ban 5 éves programot indított el.(The International Electromagnetic Fields Project),
- National Institutes of Health, National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS), U.S. Department of Energy (DOE) 1992-ben 7 éves programot indított. (Electric and Magnetic Fields Research and Public Information Dissemination Program [EMF-RAPID Program])
- European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research (COST) EU program 1992-ben indult (Biomedical Effects of Electromagnetic Fields),
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) Szabványokat és ajánlásokat fogalmazott meg munkahelyi és azon kívüli szennyezésre,
- European Committee for Electrotechnical Standardisation (CELENEC),
- Az egész világon bevezették az elektromágneses kompatibilitási (EMC) szabványokat, melyek úgy a készülék által kibocsátott, mint a készülékre ható nem-ionizáló sugárzások határait jelölik ki.

Mérhetőség

A nem-ionizáló elektromágneses sugárzás és tér jellemzésére három vektortér: az elektromos térerősség (E [V/m]), a mágneses térerősség (H [A/m]), valamint a kettő vektorszorzata a Poynting vektor (S [W/m²]) használatos. Ezek a távotérben (akkor, ha a forrás és a vevő távolsága jóval nagyobb az elektromágneses sugárzás hullámhosszánál) egymásba átszámíthatóak (1).

$$|\vec{S}| = E \cdot H = \frac{1}{\mu_0 \cdot \mu_r} \cdot E \cdot B = \frac{c}{\mu_0 \cdot \mu_r} \cdot B^2 = c \cdot B \cdot H = \frac{1}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot c} \cdot E^2 \quad (1)$$

Az abszorbeált dózisra a Specific Absorption Rate (SAR [W/kg, W/g]) fogalmát használják. A SAR az egységnyi tömegben elnyelt teljesítmény nagyságát adja meg (2).

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{\rho(dV)} \right) \quad (2)$$

Ahol W az elnyelt energia, ρ anyagsűrűség, dV egységnyi tömeg. Időbeli integrálja (6 perc) az SA (Specific Absorption [J/kg, mJ/kg]) választ ad az egységnyi tömegben elnyert energia mértékére. A SAR bevezetésével újabb szabványok és ajánlások születtek, pl. a NCRP (National Council on Radiation Protection), valamint az ANSI (American National Standard Institute) ajánlásai. Bevezették a lokálisan megengedhető max. SAR értéket, amely kontrollált környezetben 8 mW/g, kontrollálatlanban pedig 1.6 mW/g. Ez alapján határozták meg a teljesítménysűrűség határértékeket [6], [8], [13]. Az aktuális magyar szabvány az MSZ 16260-86 pl. ennél sokkal szigorúbb, mivel pl. a mobil hírközlő rendszerek frekvenciáin egy nagyságrenddel kisebb értékeket enged meg [13].

Személy-specifikus elektroszmog

Mind az ANSI, mind az NCRP ajánlásában nyomon követhető, a legalacsonyabb határértékek 70 MHz-300MHz tartományban vannak. A legalacsonyabb terhelhetőség tehát azokon a frekvenciákon van, amely összevethető az emberi testméretekkel, vagyis azokon a hullámhosszokon, melyeken az emberi test a legtöbb energiát képes Herz-dipólként abszorbeálni. A nem-ionizáló elektromágneses sugárzások személyspecifikussága azért alapvető, mert az emberi test geometriai méretei, dielektromos tulajdonságai (pl. aktuális víztartalma, csontozata, stb.), ruházata (pl. fémláncok, fém-szíjak, stb.) szintén meghatározzák az adott helyzetben abszorbeált terek hatásait. Így tehát két ugyanazzal az elektromágneses térrel exponált személy más frekvenciákat fog az adott objektív spektrumból kiválasztani.

Különösen fontos ez a rádiólokátorok kezelőszemélyzete számára, mert ők fokozottan ki vannak téve az elektromágneses sugárzás hatásainak. 1998-ban méréseket végeztem a Magyar Honvédség egyik lokátorállomásán, ahol a mérések kiértékelése után nyilvánvalóvá vált, hogy a szabványokban megengedett határértékek betartására nagyobb gondot kell fordítani az egyes munkahelyeken.

Mivel a fent említettek alapján az elektroszmog perszonálisan jelentkezik, az adott nem-ionizáló sugárterhelés nem mindenkre azonosan veszélyes. Ezért arra a következtetésre jutottam, hogy a személyzet számára fontos volna egy személyspecifikus dózismérő kifejlesztése. Ezt a feltételezést az is alátámasztja, hogy az egyéb védelem (pl. védőruha használata) az adott körülmények között lehet-

len. A mérés újdonságát az adja, hogy a mérő személyt az antenna része, így a szélessávú detektálás alapvetően a kérdéses személy abszorpció és rezonáns tulajdonságai által van meghatározva.

Irodalomjegyzék

- [1] **Andrei G. Pakhomov, Yahya Akyel, Olga N. Pakhomova, Buce E. Stuck, Michael R. Murphy** *Current State and Implications of Research on Biological Effects of Millimeter Waves*, Wiley-Liss, Inc., Bioelectromagnetics, 19:393- 413, 1998.
- [2] **Granger Morgan** *A villamos áram elektromos és mágneses erőterei: mit tudunk ezek lehetséges egészségkárosító hatásairól*, ÁNTSZ Tolna Megyei Intézete, Szekszárd 1994, 13-17.p.
- [3] **Keneth Olden** *NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields*, US. National Institutes of Health, Research Triangle Park, 1999, 9.p.
- [4] **Michael H. Repacholi** *Low-Level Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields*, Wiley-Liss, Inc., Bioelectromagnetics 19:1, 1998.
- [5] **Michael H. Repacholi, B. Greenebaum** *Interaction of Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields With Living Systems: Health Effects and Research Needs*, Wiley-Liss, Inc., Bioelectromagnetics 20:133-160, 1999.
- [6] **Petersen R.C.** *Radiofrequency/Microwave Protection Guides*, Pergamon Press, Health Physics, Vol.61, No. 1 (July) pp. 59-67, 1991
- [7] **Petrasovits Imre** *A nagyfeszültségű elektromágneses terek mezőgazdasági környezeti hatásairól*, Tanulmány, Gödöllői Agrártudományi Egyetem, 1994, 2-5.p
- [8] **Szabó László**: *Standards and guidelines on protection against non-ionizing radiation*, Protection against Non-ionizing radiation, 266-285 1995; 1(3).,
- [9] **Szalay-Ringler**: *Biofizika*, Tankönyvkiadó, Bp 1986, 25-55.p., 125-148.p.
- [10] **Szász András**: *Az elektroszmog élettani hatásai*, (kézirat) Gödöllő 1997, 1-25.p.
- [11] **Szász András**: *Biofizika*, (előadássorozat a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen) Gödöllő 1998,
- [12] **Tarján Imre, Rontó Györgyi**: *A biofizika alapjai*, Medicina könyvkiadó, Bp, 1987, 253-255p.
- [13] **Thuróczy György** *Az elektromágneses terek biológiai hatásai I.*, Magyar Távközlés, Bp., 1996/9, 50-56.p.
- [14] **Thuróczy György** *Az elektromágneses terek biológiai hatásai II.*, Magyar Távközlés, Bp., 1996/11, 21-28.p.

Joó Ervin, főiskolai adjunktus

ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, 1456, Budapest, Üllői út 133-135., pf.:12.

Tel: 36-1-2150-350/7245mellék, E-mail: ejoo@bjkmf.hu