

Wpływ promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez nośniki mediów elektronicznych na układ nerwowy u dzieci

The effects of electromagnetic radiation emitted by electronic media carriers on the nervous system in children

Ewa Dworżańska , Krystyna Mitosek-Szewczyk , Paulina Hołowicka-Kłapeć , Anna K. Szewczyk* 

Klinika Neurologii Dziecięcej, III Katedra Pediatrii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Al. Raławickie 1

*Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SPZOZ w Lublinie, Al. Raławickie 23

DOI:10.20966/chn.2018.55.427

STRESZCZENIE

Aktualnie trudno wyobrazić sobie świat bez użycia interaktywnych mediów. Dostęp do komputera, internetu, telefonii komórkowej, obejmującej swoim zasięgiem niemal całą kulę ziemską, mają nie tylko dorośli, ale także młodzież i coraz młodsze dzieci. Jaki wpływ na rozwój dziecka, układ nerwowy oraz jakie konsekwencje psychologiczne niosą za sobą nowoczesne środki przekazu medialnego? Znacznie ułatwiony dostęp do sprzętów elektronicznych emitujących pole elektromagnetyczne skłania nas do refleksji na temat jego wpływu na układ nerwowy i rozwijający się mózg. Żadne poprzednie pokolenie nie było narażone w dzieciństwie i w okresie dojrzewania na tak intensywne promieniowanie elektromagnetyczne. Autorzy niniejszego artykułu zdecydowali się na przegląd piśmiennictwa dotyczącego oddziaływania mediów elektronicznych na ośrodkowy układ nerwowy i ich wpływ na rozwój dzieci.

Słowa kluczowe: technologia cyfrowa, telefon komórkowy, dzieci, ośrodkowy układ nerwowy

ABSTRACT

It is hard to imagine a contemporary world without interactive media. The use of digital technology has grown rapidly during the last couple of decades. Today, more and more young children have mobile phones, internet, computers. What influences children's development, what are the psychological consequences of the use of modern media? How do electromagnetic fields affect the nervous system, developing brain? No previous generation has been exposed during childhood and adolescence to this kind of electromagnetic radiation. This paper reviews the impact of electronic media on the central nervous system and the child's development.

Keywords: digital technology, mobile phone, children, central nervous system

W ciągu ostatnich kilku dekad znacznie wzrosło wykorzystanie nowoczesnej technologii cyfrowej nie tylko wśród populacji dorosłych, ale także młodzieży i coraz młodszych dzieci. Interaktywne media cyfrowe są wynikiem znacznego postępu technologicznego jaki dokonał się w ostatnich kilkudziesięciu latach. To znak współczesnej kultury, która poprzez internet, telewizję, telefonię mobilną oraz gry internetowe wpływa niemal na każdą sferę życia społecznego.

NATURALNE POLE ELEKTROMAGNETYCZNE

Naturalne źródła pól elektromagnetycznych są nieodłącznym elementem środowiska naturalnego człowieka. Są wynikiem magnetycznych właściwości Ziemi, jonizacji zewnętrznej warstwy atmosfery, istnienia radiogwiazd. Istnienie pola elektromagnetycznego i jego wpływ na żywe organizmy trwa od początku istnienia ziemi. Ziemia jest gigantycznym magnesem, wytwarzającym wokół siebie stałe pole magnetyczne. Tkanka żywa jest mało podatna na działanie ziemskiego pola magnetycznego. Natomiast działanie silnego pola magnetycznego u roślin powoduje

kurczenie się komórek oraz zmiany w błonach komórkowych, zwiększa liczbę martwych nasion oraz wywołuje zmiany w budowie kiełków [1].

U niektórych gatunków zwierząt np. owadów, ptaków lub ryb pole magnetyczne Ziemi odpowiada za orientację w przestrzeni (np. coroczne wędrówki ptaków do tych samych miejsc lęgowych różnie położonych geograficznie dla różnych gatunków). W organizmach tych zwierząt występują narządy pełniące funkcje biologicznych „kompasów” sprzężonych najprawdopodobniej z „zegarem biologicznym”. Sztuczne zmiany wywołane np. przez przymocowanie do głowy ptaka miniaturowego magnesu, powodują utratę orientacji i chęć „podróży” w innym kierunku [2, 3]. U niektórych myszy poddanym silnemu polu obserwowano zmniejszenie częstości zapłodnienia i zmniejszenie częstości blastulacji, zmniejszając tym samym możliwość implantacji zarodka, [4] jednak nie we wszystkich wynikach badań potwierdzany jest efekt teratogenny pola elektromagnetycznego [4, 5]. Każdy gatunek zwierząt, a nawet poszczególne osobniki tego samego gatunku, reaguje inaczej na działanie pól elektro-

gnetycznych. Zależy to od struktury genetycznej, stanu fizjologicznego i stanu zdrowia organizmu. Szczególnie wrażliwe są osobniki młode, piskłeta, ponieważ ich mózg jest słabiej chroniony z powodu cieńszych niż u osobników dorosłych kości czaszki, mają one także słabiej wykształcone mechanizmy regulacyjne organizmu [6, 7]. Niekorzystne objawy wywołuje odizolowanie roślin i zwierząt od naturalnego pola magnetycznego. Nasiona nie kiełkują, rośliny przestają rosnać, a ich tropizmy ulegają zaburzeniu. Zwierzęta tracą apetyt, linieją, wykazują objawy chwiejności wegetatywnego układu nerwowego oraz nerwic. Obserwuje się także zmiany histologiczne tkanek [6, 8].

SZTUCZNE POLA ELEKTROMAGNETYCZNE

Współcześnie stosowane bezprzewodowe systemy łączności i transmisji danych są źródłem emitowania sztucznych pól elektromagnetycznych (PEM). Badając biologiczne aspekty wpływu urządzeń medialnych niezbędna jest analiza wpływu pola elektromagnetycznego na organizm człowieka. W życiu codziennym otoczeni jesteśmy silnymi polami elektromagnetycznymi pochodzącymi od stacji bazowych telefonii komórkowej, a także urządzeń powszechnego użytku takich, jak kuchenki mikrofalowe, monitory komputerowe, pralki, żelazka, maszynki do golenia, czy zbliżane do głowy suszarki do włosów. Układ nerwowy ze względu na swoją budowę i sposób działania (wytwarzanie i propagacja impulsów elektrycznych) wydaje się najbardziej wrażliwy na działanie PEM [9, 10].

Dopuszczalny poziom promieniowania elektromagnetycznego w Europie określany jest jako poziom absorpcji swoistej (SAR) i wynosi 2 W/kg (mierzony na 10 gramów tkanki). Dane te ustalone są dla osoby dorosłej [11]. Wytyczne nie uwzględniają szczególnej wrażliwości na promieniowanie kobiet w ciąży i dzieci, i nie biorą pod uwagę ich specyficznych cech. W każdym z tych przypadków ryzyko dla dzieci jest dużo większe, ponieważ większa ilość wody i wyższa koncentracja jonów w rozwijających się mózgach charakteryzuje się wyższą przewodnością elektryczną, i wyższą absorpcją promieniowania elektromagnetycznego. Parametry neurofizjologiczne tkanki zmieniają się z wiekiem. Mózgi dzieci pochłaniają więcej energii także ze względu na cieńszą czaszkę, a energia bezprzewodowych telefonów głównie skumulowana jest przy głowie. Ogólna ekspozycja będzie dużo większa, bo dzieci są narażone na działanie promieniowania elektromagnetycznego od początku swojego życia [12–17]. Prawdopodobnie wpływ PEM na układ nerwowy może być różnicowany również przez płęć i ewentualnie współlistniejące schorzenia (np. padaczkę) [18, 19].

W wielu publikacjach przedstawiono wyniki w których badano wpływ pola elektromagnetycznego na powstawanie nowotworów OUN, przepuszczalność bariery krew-mózg, stres oksydacyjny, metabolizm mózgu, zmiany w zapisie EEG, zaburzenia snu i bezsenność, bóle głowy, objawy depresyjne, zmęczenie, zaburzenia czucia, zaburzenia koncentracji i uwagi, zaburzenia pamięci, zawroty głowy, drażliwość, utratę apetytu, spadki wagi ciała, niepokój, lęk [20].

GUZY OŚRODKOWEGO UKŁADU NERWOWEGO (OUN)

Analizując najbardziej niebezpieczny wpływ promieniowania na wzrost występowania guzów OUN, można odnaleźć odmienne wnioski. Niektóre badania doświadczalne wykazały, że ekspozycja na PEM zwiększa ryzyko powstania nowotworów i przyspiesza ich wzrost [21]. Celem międzynarodowego programu Interphone było stwierdzenie ewentualnych związków między polem emitowanym z telefonów komórkowych, a pojawieniem się różnych rodzajów guzów OUN – m.in. oponiaków i glejaków. Ostatecznym wynikiem jest aktualnie brak ostatecznych dowodów naukowych potwierdzających negatywny wpływ pól elektromagnetycznych na ludzi i środowisko [22]. Autorzy wzywają do kontynuowania badań nad wpływem telefonii komórkowej na ludzi i środowisko ze zwróceniem szczególnej uwagi nie tylko na efekt termiczny, ale także biologiczny. Autorzy programu apelują o ostrożność i rozwagę w użytkowaniu telefonów komórkowych przez ludzi młodych.

STRES OKSYDACYJNY

Wyniki ostatnich badań wskazują na istnienie znaczącego oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na destabilizowanie molekuł w komórkach poprzez wpływ na stres oksydacyjny oraz zaburzając funkcjonowanie kanałów wapniowych bramkowanych potencjałem (ang. voltage gated calcium channels). Oddziaływanie dużej liczby kanałów jonowych w tkankach układu nerwowego jest destabilizowane poprzez zaburzenia funkcjonowania kanałów wapniowych bramkowanych potencjałem (ang. voltage gated calcium channels) [23]. Potencjalne negatywne skutki dla ośrodkowego układu nerwowego mogą być związane, poza wspomnianymi wyżej mechanizmami, ze zwiększoną przepuszczalnością bariery krew – mózg, ubytkiem liczby neuronów i komórek glejowych oraz zaburzeniami funkcjonowania neuroprzebieżników [24–27].

METABOLIZM MÓZGU I REGIONALNY PRZEPŁYW KRWI MÓZGOWEJ

Wykazano, że ekspozycja OUN w wyniku używania telefonu komórkowego wpływa na funkcjonowanie mózgu u ludzi, powodując regionalny wzrost aktywności metabolicznej [28]. Wyniki tych badań nie pozwalają zrozumieć mechanizmów, dzięki którym ekspozycja zwiększa metabolizm mózgu, i chociaż interpretujemy te wyniki jako wskaźniki pobudzenia neuronalnego, konieczne są dalsze badania, aby to potwierdzić [29, 30]. Aalto i in. wykazali, że pole emitowane przez telefon komórkowy wpływa na regionalny przepływ krwi mózgowej (rCBF – regional Cerebral Blood Flow). Analiza statystyczna ujawniła spadek rCBF podczas ekspozycji na pole elektromagnetyczne w lewym wrzecionowatym zakręcie w tylnej dolnej części kory skroniowej, natomiast wzrost rCBF obserwowano głównie obustronnie w górnym i środkowym zakręcie czołowym. Chociaż mechanizmy komórkowe stojące za tymi odkryciami są niejasne, wyniki te są zgodne z interpretacją, że PEM indukuje zmiany w aktywności neuronalnej. Autorzy podkreślają, że wyniki nie dostarczają żadnych dowodów sugerujących, że korzystanie z telefonów komórkowych byłoby bardziej szkodliwe dla tkanki

nerwowej mózgu niż normalne funkcje poznawcze, czemu zawsze towarzyszą intensywne tymczasowe zmiany w aktywności neuronalnej i zmiany rCBF [31].

POTENCJAŁY WYWOŁANE

Badano wpływ PEM na słuchowe potencjały wywołane w trakcie i po ekspozycji na promieniowanie emitowane przez telefony komórkowe – nie zaobserwowano skutków ubocznych u dzieci i u dorosłych [9, 32–34]. Wyniki badań wpływu PEM na potencjały wywołane, latencję wzrokowego potencjału wywołanego N1 były niejednoznaczne, wymagają dalszych badań [35,36].

EEG

Wpływ promieniowania elektromagnetycznego na rytm podstawowy alfa w czuwaniu różni się w zależności od wieku badanych grup [37–40]. Co ciekawe, brak wpływu PEM na spoczynkowy EEG uzyskano w najmłodszej grupie badanych nastolatków [41], natomiast zwiększoną podatność wpływu PEM na zapis EEG obserwowano u osób starszych [37–40].

Analizując wyniki badań EEG we śnie wykazano wpływ PEM na fale w częstotliwościach delta i theta przy jednoczesnym braku widocznego działania na inne grafoelementy snu. Nie zaobserwowano wpływu PEM emitowanego przez okres 24 godzin na strukturę snu, długość faz NREM1 i NREM2 [42, 43]. Wykazano różnice osobnicze dotyczące płci, jakie zachodzą pod wpływem pola elektromagnetycznego na zapis EEG we śnie. Więcej zmian obserwowano u kobiet, sugeruje to, że każdy organizm może mieć dla siebie charakterystyczny wzorzec reakcji na pole elektromagnetyczne [42, 44–51, 53].

ASPEKTY PSYCHOLOGICZNE

Niewielka część populacji przypisuje niespecyficzne objawy złego stanu zdrowia, takie jak bóle głowy, trudności w skupieniu, upośledzenie procesu zapamiętywania i funkcji poznawczych, nadpobudliwość, obniżenie koncentracji po wydłużonej ekspozycji na pole elektromagnetyczne. Zjawisko to opisuje się jako nadwrażliwość elektromagnetyczną [55–59]. Nie ma dostatecznych dowodów potwierdzających związek pomiędzy ekspozycją a nadwrażliwością elektromagnetyczną [52]. Nie stwierdzono częstszego występowania u użytkowników telefonów komórkowych symptomów zgłaszanych przez osoby samookreślające się, jako nadwrażliwe. Większość autorów sugeruje, że w przypadku nadwrażliwości elektromagnetycznej przeważają raczej czynniki psychologiczne [54, 60].

Biorąc pod uwagę rozwój dzieci i wpływ nowoczesnych mediów elektronicznych na aspekt psychologiczny, ogromnym zagrożeniem wydaje się być rosnąca liczba coraz młodszych dzieci mających nieograniczony dostęp do nowoczesnych mediów. Z obserwacji własnych zauważyć można dzieci w wózkach bawiące się tabletami, telefonami z bezprzewodowym dostępem do internetu. Aktualny brak jednoznacznych dowodów na szkodliwość nieustannego przebywania w PEM nie oznacza jego nieistnienia.

Niekontrolowany czas spędzany przed monitorem i odbieranie informacji o treściach często niedostosowanych do danej grupy wiekowej skutkuje zaburzeniami sfery psychicznej: lęku, fobii, niekontrolowanej agresji, zaburzeń więzi uczuciowej z najbliższymi oraz uzależnień. Dzieci będące ofiarą cyberprzemocy sięgają częściej po substancje psychoaktywne, podejmują próby samobójcze [61].

Biorąc pod uwagę aspekt fizyczny, spędzanie w bezruchu kilka godzin dziennie powoduje otyłość, nadwyrężenie nadgarstków, dolegliwości karku, obniżoną sprawność psychofizyczną. Zaburzenia rytmu dobowego związane z nocną ekspozycją na promieniowanie monitorów, zakłóca rytm dobowy, zaburzając sprawność układu immunologicznego i zwiększając ryzyko występowania chorób. [62].

Przed uogólnieniem efektów interaktywnych mediów tylko jako negatywnych, powinniśmy podkreślić, że ekspozycja na media może mieć również istotne korzystne skutki. Media mogą wywierać efekty prospołeczne i edukacyjne, dzięki którym młodzież może nauczyć się metod walki z przemocą, wspierania empatii i tolerancji wobec ludzi z innych grup etnicznych, a także wzmacniać szacunek dla starszych. Ponadto media mogą promować zdrowe zachowania, ułatwić przestrzeganie leczenia w chorobach przewlekłych i promować uczenie się poprzez programy edukacyjne.

WNIOSKI

Wyniki otrzymywane w doniesieniach dotyczących wpływu stosowania nowoczesnych mediów na rozwój dziecka są niezbyt liczne i niejednoznaczne. Brak długofalowych obserwacji ze względu na stosunkowo krótki pokoleniowo czas ekspozycji wymaga długofalowych obserwacji. Więcej badań w aspekcie fizycznych mechanizmów interakcji między PEM a ludzkim ciałem, tkankami lub komórkami pozwoliłoby rozwiązać również wątpliwości co do wpływu pól na zdrowie ludzkie [51]. Brak jednoznacznych wyników badań na dzieciach skłania nas do refleksji, zachęca do zachowania umiaru w korzystaniu z dóbr jakich niesie świat cyfryzacji. Szczególna wrażliwość młodych organizmów wymaga zastosowania szczególnej ostrożności – kontroli czasu i treści informacji jaką wybierają dzieci, wyboru telefonu komórkowego z niskim wskaźnikiem tempa pochłaniania energii (SAR). Warto również unikać takich sytuacji jak korzystanie z telefonu w czasie ładowania czy trzymania go blisko głowy w czasie snu. Zalecane jest także wyłączenie WiFi na noc. Zaplanowane badania COSMOS mają trwać 25 lat, na obszarze pięciu krajów europejskich [51, 63]. Projekt ma objąć badaniem 250000 dorosłych uczestników w celu ustalenia związków pomiędzy użytkowaniem telefonów komórkowych, a różnego rodzaju problemami zdrowotnymi. Jednak obserwując postęp i dostępność do interaktywnych mediów najmłodszych dzieci, bezwzględnie konieczne wydaje się przeprowadzenie badań na młodszych grupach wiekowych.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Nelson S.O.: RF and microwave energy for potential agricultural applications. *J Microw Power* 1985; 28: 65–70.
- [2] Levine R.L., Dooley J.K., Bluni T.D.: Magnetic field effects on spatial discrimination and melatonin levels in mice. *Physiol Behav* 1995; 58(3): 535–537.
- [3] Trzeciak H.I., Grzesik J., Bortel M., et al.: Behavioral effects of long-term exposure to magnetic fields in rats. *Bioelectromagnetics* 1993; 14: 287–297.
- [4] Bekhite M.M., Finkensieper A., Abou-Zaid F.A., et al.: Differential effects of high and low strength magnetic fields on mouse embryonic development and vasculogenesis of embryonic stem cells. *Reprod Toxicol* 2016; 65: 46–58.
- [5] Ueno S., Iswasaka M., Shiokawa K.: Early embryonic-development of frogs under intense magnetic fields up to 8 T. *J Appl Phys* 1994; 75(10): 7165–7167.
- [6] Rochalska M.: Wpływ pól elektromagnetycznych na florę i faunę. *Medycyna Pracy* 2009; 60(1): 43–50.
- [7] Grigoriew J.G.: The influence of electromagnetic fields from mobile phones on chicken embryo`s. *J Strahlungs Biol* 2003; 5: 541–544.
- [8] Kuznetsov O., Hasenstein K.H.: Magnetophoretic induction of curvature in coleoptiles and hypocotyls. *J Exp Bot* 1997; 48: 190–196.
- [9] Politański P., Bortkiewicz A., Zmysłony M.: Effects of radio- and microwaves emitted by wireless communication devices on the functions of the nervous system selected elements. *Med Pr* 2016; 67(3): 411–421.
- [10] Zmysłony M., Politański P.: Health effects of exposure to static magnetic field – a review of literature. *Med Pr* 2019; 28; 70(1): 107–120.
- [11] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/35/UE z dnia 26 czerwca 2013 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na zagrożenia spowodowane czynnikami fizycznymi (polami elektromagnetycznymi) (dwudziesta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) i uchylająca dyrektywę 2004/40/WE. *DzU UE z 2013 r. L 179/1–21*.
- [12] Altunkaynak B.Z., Altun G., Yahyazadeh A., et al.: Different methods for evaluating the effects of microwave radiation exposure on the nervous system. *J Chem Neuroanat* 2015; 75: 62–69.
- [13] Morgan L.L., Kesari S., Davis D.L.: Why children absorb more microwave radiation than adults: The consequences. *J Microsc Ultrastruct. Saudi Society of Microscopes*; 2014; 2(4): 197–204.
- [14] Hardell L., Carlberg M.: Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. *Int J Oncol* 2009; 35(1): 5–17.
- [15] Morgan L.L., Kesari S., Davis D.L.: Why children absorb more microwave radiation than adults: The consequences. *J Microsc Ultrastruct. Saudi Society of Microscopes* 2014; 2(4): 197–204.
- [16] Croft R.J., Leung S., McKenzie R.J., et al.: Effects of 2G and 3G mobile phones on human alpha rhythms: Resting EEG in adolescents, young adults and the elderly. *Bioelectromagnetics* 2010; 31: 434–444.
- [17] Vecchio F., Babiloni C., Ferreri F., et al.: Mobile phone emission modulates inter-hemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms in elderly compared to young subjects. *Clin Neurophys* 2010; 121: 163–171.
- [18] Loughran S.P., McKenzie R.J., Jackson M.L., et al.: Individual differences in the effects of mobile phone exposure on human sleep: Rethinking the problem. *Bioelectromagnetics* 2012; 33: 86–93.
- [19] Vecchio F., Tombini M., Buffo P., et al.: Mobile phone emission increases inter-hemispheric functional coupling of electroencephalographic alpha rhythms in epileptic patients. *Int J Psychophysiol* 2012 May; 84(2): 164–171.
- [20] Pall M.L.: Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. *J Chem Neuroanat* 2015; 75: 43–51.
- [21] Johansen C.: Electromagnetic fields and health effects – epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia – related heart disease. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(1): 1–80.
- [22] The INTERPHONE Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *International Journal of Epidemiology* 2010; 39(3): 675–694.
- [23] Deniz O.G., Kaplan S., Selçuk M.B., et al.: Effects of short and long term electromagnetic fields exposure on the human hippocampus. *J Microsc Ultrastruct* 2017; 5(4): 191–197.
- [24] D'Andrea J.A., Chou C.K., Johnston S.A., et al.: Microwave effects on the nervous system. *Bioelectromagnetics* 2003; 16: 107–147.
- [25] Masuda H., Hirota S., Ushiyama A., et al.: No dynamic changes in blood-brain barrier permeability occur in developing rats during local cortex exposure to microwaves. *In Vivo* 2015; 29: 351–357.
- [26] Hyland G.J.: Physics and biology of mobile telephony. *Lancet* 2000; 356(9244): 1833–1836.
- [27] Tenuzzo B., Vergallo C., Dini L.: Effect of 6mT static magnetic field on the bcl-2, bax, p53 and hsp70 expression in freshly isolated and in vitro aged human lymphocytes. *Tissue Cell* 2009; 41(3): 169–179.
- [28] Volkow N.D., Tomasi D., Wang G.J., et al.: Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. *JAMA* 2011; 305: 808–813.
- [29] Cotgreave I.A.: Biological stress responses to radio frequency electromagnetic radiation. *Arch Biochem Biophys* 2005; 435(1): 227–240.
- [30] Nittby H., Grafström G., Eberhardt J.L., et al.: Radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field effects on the blood-brain barrier. *Electromagn Biol Med* 2008; 27(2): 103–126.
- [31] Aalto S., Haarala C., Brück A., et al.: Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. *J Cereb Blood Flow Metab* 2006; 26: 885–890.
- [32] Kwon M.S., Kujala T., Huotilainen M., et al.: No effects of mobile phone use on cortical auditory change-detection in children: An ERP study. *Bioelectromagnetics* 2010; 31: 191–199.
- [33] Arai N., Enomoto H., Okabe S., et al.: Thirty minutes mobile phone use has no short-term adverse effects on central auditory pathway. *Clin Neurophysiol* 2003; 114: 1390–1394.
- [34] Kwon M.S., Jääskeläinen S.K., Tolvo T., et al.: No effects of mobile phone electromagnetic field auditory brainstem response. *Bioelectromagnetics* 2010; 31:48–55.
- [35] Hladký A., Musil J., Roth Z., et al.: Acute effects of using a mobile phone on CNS functions. *Centr Eur J Public Health*. 1999; 7(4): 165–167.
- [36] Urban P., Lukáš E., Roth Z.: Does acute exposure to the electromagnetic field emitted by a mobile phone influence visual evoked potentials? *Centr Eur J Public Health* 1998; 6(4): 288–290.
- [37] Curcio G., Ferrara M., Moroni F., et al.: Is the brain influenced by a phone call? An EEG study of resting wakefulness. *Neurosci Res* 2005; 53(3): 265–270.
- [38] Croft R.J., Leung S., McKenzie R.J., et al.: Effects of 2G and 3G mobile phones on human alpha rhythms: Resting EEG in adolescents, young adults and the elderly. *Bioelectromagnetics* 2010; 31: 434–444.
- [39] Vecchio F., Babiloni C., Ferreri F., et al.: Mobile phone emission modulates inter-hemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms in elderly compared to young subjects. *Clin Neurophys* 2010; 121: 163–171.
- [40] Vecchio F., Tombini M., Buffo P., et al.: Mobile phone emission increases inter-hemispheric functional coupling of electroencephalographic alpha rhythms in epileptic patients. *Int J Psychophysiol* 2012; 11(84): 164–171.
- [41] Loughran S.P., Benz D.C., Schmid M.R., et al.: No increased sensitivity in brain activity of adolescents exposed to mobile phonelike emissions. *Clin Neurophys* 2013; 124(7): 1303–1308.
- [42] Huber R., Graf T., Cote K.A., et al.: Exposure to pulsed high-frequency electromagnetic field during waking affects human sleep EEG. *Neuroreport* 2000; 11: 3321–3325.
- [43] Krause C.M., Sillanmaki L., Koivisto M., et al.: Effects of electromagnetic field emitted by cellular phones on the EEG during a memory task. *Neuroreport* 2000; 11: 761–764.
- [44] Loughran S.P., McKenzie R.J., Jackson M.L., et al.: Individual differences in the effects of mobile phone exposure on human sleep: Rethinking the problem. *Bioelectromagnetics* 2012; 33: 86–93.
- [45] Rössli M., Frei P., Mohler E., et al.: Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. *Bull World Health Organ* 2010 Dec 1;88(12): 887–896F.
- [46] Schreier N., Huss A., Rössli M.: The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Soz Präventivmed*. 2006; 51: 202–209.
- [47] Rössli M., Moser M., Baldinini Y., et al.: Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure—a questionnaire survey. *Int J Hyg Environ Health* 2004; 207: 141–150.
- [48] Schoeni A., Roser K., Rössli M.: Memory performance, wireless communication and exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A prospective cohort study in adolescents. *Environ Int Elsevier Ltd* 2015; 85: 343–351.
- [49] Danker-Hopfe H., Dorn H., Bolz T., et al.: Effects of mobile phone exposure (GSM 900 and WCDMA/UMTS) on polysomnography based sleep quality: An intra- and inter-individual perspective. *Environ Res* 2016; 145: 50–60.
- [50] Huss A., Van Eijsden M., Guxens M., et al.: Environmental radiofrequency electromagnetic fields exposure at home, mobile and cordless phone use, and sleep problems in 7-year-old children. *PLoS One* 2015; 10(10): 1–14.

- [51] Rokita E., Tatoń G.: Aspekty medyczne i biofizyczne promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości radiowej Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Wydział Lekarski, Katedra Fizjologii, Zakład Biofizyki, Aktualizacja raportu 2018; 2–29.
- [52] Meena J.K., Verma A., Kohli C., et al.: Mobile phone use and possible cancer risk: Current perspectives in India. *Indian J Occup Environ Med. India: Medknow Publications & Media Pvt Ltd* 2016; 20(1): 5–9.
- [53] Mortazavi S.A.R., Tavakkoli-Golpayegani A., Haghani M., et al.: Looking at the other side of the coin: the search for possible biopositive cognitive effects of the exposure to 900 MHz GSM mobile phone radiofrequency radiation. *J Environ Heal Sci Eng* 2014; 12: 75.
- [54] Eltiti S., Wallace D., Russo R., et al.: Aggregated data from two double-blind base station provocation studies comparing individuals with idiopathic environmental intolerance with attribution to electromagnetic fields and controls. *Bioelectromagnetics* 2015; 36(2): 96–107.
- [55] Seitz H., Stinner D., Eikmann T., et al.: Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication—a literature review published between 2000 and 2004. *Sci Total Environ* 2005; 349: 45–55.
- [56] Bornkessel C., Schubert M., Wuschek M., et al.: Determination of the general public exposure around GSM and UMTS base stations. *Radiat Prot Dosimetry* 2007; 124: 40–47.
- [57] Viel J.F., Clerc S., Barrera C., et al.: Residential exposure to radiofrequency fields from mobile phone base stations, and broadcast transmitters: a population-based survey with personal meter. *Occup Environ Med* 2009; 66: 550–556.
- [58] Wolf R., Wolf D.: Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. *Int J Cancer Prev* 2004; 1: 123–128.
- [59] Navarro E., Segura J., Portolés M., et al.: The microwave syndrome: a preliminary study in Spain. *Electromagn Biol Med* 2003; 22: 161–169.
- [60] Santini R., Santini P., Le Ruz P., et al.: Survey study of people living in the vicinity of cellular phone base stations. *Electromagn Biol Med* 2003; 22: 41–49.
- [61] Bottino S.M., Bottino C.M., Regina C.G., et al.: Cyberbullying and adolescent mental health: systematic review. *Cad Saude Publica* 2015 Mar; 31(3): 463–475.
- [62] Gruszczyńska M.: Nowoczesne media w życiu dziecka. Wartość czy zagrożenie? *Pediatrica Polska* 2016; 91(2): 149–154.
- [63] Schüz J., Elliott P., Auvinen A., et al.: An international prospective cohort study of mobile phone users and health (Cosmos): Design considerations and enrolment. *Cancer Epidemiol* 2011; 35(1): 37–43.

Adres do korespondencji:

Ewa Dworżańska ul. Milenijna 6/14, 20-884 Lublin, e-mail ewadworz@interia.eu