

Arkadiusz Derkacz¹
Rafał Poręba²
Anna Skoczyńska²
Ryszard Andrzejak²

CZY POLE ELEKTROMAGNETYCZNE WYTWARZANE PRZEZ TELEFONIĘ KOMÓRKOWĄ POWODUJE ZAKŁÓCENIA W DZIAŁANIU SZTUCZNYCH STYMULATORÓW SERCA?

IS THERE ANY RISK OF INTERACTION BETWEEN ELECTROMAGNETIC FIELD GENERATED BY MOBILE PHONES AND ARTIFICIAL PACEMAKERS?

¹ Z Oddziału Kardiodiagnostyki

Kliniki Chirurgii Serca

Akademii Medycznej we Wrocławiu

Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. H. Nowosad

² Z Kliniki Chorób Wewnętrznych i Zawodowych

Akademii Medycznej we Wrocławiu

Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. R. Andrzejak

STRESZCZENIE W ostatnich latach obserwuje się wzrost występowania pól elektromagnetycznych w środowisku człowieka. Pola elektromagnetyczne pochodzące z różnych źródeł mogą wpływać na funkcje sztucznych stymulatorów serca. Autorzy przedstawiają oddziaływanie pól elektromagnetycznych emitowanych przez telefony komórkowe na pracę rozruszników serca w zależności od ich rodzaju. Poza tym przedstawione zostały zasady bezpiecznego korzystania z telefonów komórkowych przez osoby ze sztucznym stymulatorem serca. Med. Pr. 2001; 52; 2; 107—110

SŁOWA KLUCZOWE: telefony komórkowe, sztuczne rozruszniki serca, pole elektromagnetyczne

ABSTRACT Electromagnetic noise is rapidly increasing in the environment. Electromagnetic fields (EMF) originating from a variety of different sources have been shown to interfere with the function of implanted cardiac pacemaker. The authors present the effect of EMF generated by wireless telephones on different types of artificial pacemakers. In addition, instructions on safe use of mobile phones addressed to people with implanted artificial pacemaker are provided. Med Pr 2001; 52; 2; 107—110

KEY WORDS: GSM mobile phones, artificial pacemaker, electromagnetic field

Dynamiczny rozwój cywilizacji doprowadził do powszechnego występowania w otoczeniu człowieka pól elektromagnetycznych indukowanych przez najprzeróżniejsze urządzenia techniczne. Choć pola te należą do promieniowania niejonizującego, mogą także wywołać w organizmie człowieka niekorzystne efekty biologiczne. Najbardziej znany jest efekt termiczny powodowany podgrzewaniem cząstek wody, związany z ich dipolową budową. Pole tego typu o dużej gęstości mocy, rzędu tysięcy W/m, jest używane na przykład w kuchenkach mikrofalowych i piecach indukcyjnych. Istnieją jednak sytuacje, gdy oddziaływania elektromagnetyczne o dużo mniejszych energiach, działające nawet w krótkim okresie, są w stanie potencjalnie zagrozić życiu człowieka. Dotyczy to osób z implantowanym sztucznym rozrusznikiem serca.

Do tej pory przeprowadzono liczne badania nad wpływem na pracę rozrusznika: wysokonapięciowych linii energetycznych (1,2), występujących pól indukowanych prądem o częstotliwości 50 Hz (3,4,5), czy „bramek” zapobiegających kradzieżom w sklepach lub zabezpieczających przed wnoszeniem metalowych elementów (6,7). Przedstawiono także liczne doniesienia oceniające wpływ urządzeń stosowanych w medycynie na pracę stymulatorów. Analizowano oddziaływanie elektrokoagulujących noży stosowanych w chirurgii (8,9,10), aparatury używanej w stomatologii (11,12), czy rezonansu magnetycznego (13,14). Jednak

w przeprowadzonym w Japonii badaniu dotyczącym 1942 chorych z wszczepionym stymulatorem serca, główną przyczyną zaburzeń w pracy rozruszników było stosowanie telefonów komórkowych (14).

Upowszechnienie się telefonii komórkowej rodzi pytanie, czy wytwarzane przez stacje bazowe oraz przENOŚNE aparaty telefoniczne pole elektromagnetyczne ma wpływ na zdrowie człowieka zwłaszcza w przypadku osoby z implantowanym rozrusznikiem serca. Istnieje na ten temat wiele potocznych opinii, nie mających przeważnie oparcia w badaniach naukowych. Autorzy w związku z tym pragną przedstawić kilka zagadnień związanych z oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego występującego w telefonii komórkowej i jego potencjalnego wpływu na chorych z rozrusznikami serca.

W chwili obecnej występują w Polsce trzy systemy telefonii komórkowej. Najstarszym, obecnie już nierozbudowywanym, jest analogowy system pracujący w paśmie 450 MHz (zwany także siecią C). Ponadto występują stale rozwijane systemy cyfrowe (GSM) pracujące w paśmie 900 MHz (sieć D) i 1800 MHz (sieć E). Ze względu na skalę problemu będą omówione jedynie nowoczesne sieci cyfrowe.

Jak już wspomniano, pole elektromagnetyczne tego rodzaju o dużej gęstości mocy wywołuje w organizmie efekt termiczny, powodowany podgrzewaniem cząstek wody.

Gęstości mocy stosowane w telefonii komórkowej są wielokrotnie mniejsze i w odróżnieniu od pól o dużej gęstości mogą powodować efekty nietermiczne. W USA dopuszcza się wartości do 6 W/m, w Unii Europejskiej 4,5 W/m, dla częstotliwości 900 MHz i dwukrotnie więcej (odpowiednio 12 W/m, i 9 W/m) dla częstotliwości 1800 MHz. W Polsce, po nowelizacji w sierpniu 1998 r., bardzo restrykcyjny przepis dopuszcza w miejscach ogólnie dostępnych pola o gęstości energii 0,1 W/m, niezależnie od jego częstotliwości (wcześniej dopuszczano jedynie 0,025 W/m). Właśnie ten przepis wymusza budowanie w naszym kraju stacji bazowych wzniesionych ponad dachy budynków (są one uznane za miejsce ogólnie dostępne do wysokości 180 cm od powierzchni dachu), co nie ma miejsca w krajach Europy Zachodniej i USA.

Wszystkie te ograniczenia powodują, że występujące w Polsce w miejscach ogólnie dostępnych pola elektromagnetyczne spowodowane pracą stacji bazowych są znacznie mniejsze niż w większości krajów. Jak dotychczas nie stwierdzono ujemnego oddziaływania na organizm stacji bazowych w krajach o najwyższych dopuszczalnych poziomach gęstości mocy. Należy także zaznaczyć, że wartości gęstości mocy pola elektromagnetycznego emitowanego przez stacje bazowe występujące w miejscach, gdzie mogą oddziaływać na ludzi są ponad 10 razy mniejsze od wartości emitowanych przez nadajniki programu telewizyjnego (15).

Pomimo tak małych energii wypromieniowywanych ze stacji bazowych, przeprowadzono liczne badania wpływu pola na pracę sztucznych stymulatorów serca. Także Instytut Medycyny Pracy w Łodzi przeprowadził w Polsce ekspertyzę mającą na celu sprawdzenie, czy umieszczenie na dachu domu mieszkalnego stacji bazowej może mieć wpływ na pracę stymulatorów serca osób znajdujących się w budynku i w jego pobliżu. Stwierdzono że: „wartość rozproszonego pola elektromagnetycznego w otoczeniu stacji bazowych nie ma żadnego wpływu na pracę rozruszników serca, a tym samym na bezpieczeństwo osób z rozrusznikami serca przebywającymi w pobliżu stacji bazowych”. Stwierdzono ponadto, że osoba przebywająca w pobliżu stacji może być w najbardziej ekstremalnych warunkach poddana ekspozycji pola o gęstości energii rzędu $6,2 \cdot 10^{-6}$ W/m przy normie do 0,1 W/m (16).

Osobnym problemem jest emisja promieniowania elektromagnetycznego przez telefony komórkowe. Maksymalna moc nadawania telefonu w systemie GSM została ustalona na 2 W (z teoretyczną możliwością wahań 1–4 W). W praktyce jednak nie przekracza wartości 2 W i taka moc występuje jedynie w chwili logowania się telefonu w sieci oraz w pierwszym momencie nawiązywania połączenia. Następnie telefon optymalizuje emitowaną moc dostosowując ją do parametrów sieci. Jedynie w czasie rozmowy na granicy zasięgu sieci, przez cały czas telefon emituje maksymalną moc. Taką też moc będzie emitował znajdując się poza zasięgiem sieci, ze względu na ciągły proces logowania się w niej.

Przeprowadzono liczne badania mające na celu ustalenie:

- jaka jest bezpieczna odległość pomiędzy telefonem komórkowym a rozrusznikiem serca,

- w jakim stopniu zakłócenia w pracy stymulatora zależą od jego rodzaju,

- w jakim stopniu zakłócenia pracy stymulatora zależą od rodzaju telefonu komórkowego,

- jakiego rodzaju zaburzenia pracy stymulatora powoduje pole elektromagnetyczne telefonu.

W jednym z doniesień Barbaro i wsp. (17) oceniali wpływ odległości pomiędzy telefonem a rozrusznikiem na występowanie zakłóceń. Badając 43 typy stymulatorów u 101 chorych wykazali, że wszystkie zakłócenia występują, gdy odległość stymulatora od końca anteny telefonu nie przekracza 10 cm. W żadnym wypadku nie doszło do trwałego przeprogramowania rozrusznika, ale aż w 6 próbach zakłócenia trwały przez cały czas połączenia. W pozostałych przypadkach efekt zakłócenia związany był z chwilą inicjacji połączenia (17). W innej pracy stwierdzono zaburzenia funkcji stymulatora, gdy telefon znajdował się w kieszeni bezpośrednio nad nim. Umieszczenie telefonu w kieszeni po przeciwnej stronie lub przy pasku od spodni gwarantowało w 99% prawidłową pracę rozrusznika (18). Hayes i wsp. przeprowadzając 5533 testy, wykazali istotne klinicznie zakłócenia w 6,6% przypadków, jedynie gdy telefon znajdował się bezpośrednio nad rozrusznikiem. Nie występowały zaburzenia pracy przy umiejscowieniu telefonu przy uchu badanych osób. W pracy tej poważne zaburzenia rytmu wystąpiły w 1,7% przypadków, choć nigdy nie spowodowały utraty przytomności. Badano także odporność stymulatorów na zakłócenia w zależności od ich rodzaju. Stwierdzono, że stymulatory dwujamowe są mniej odporne od jednojamowych (25,3% vs. 6,8%). Ponadto stymulatory z wbudowanymi filtrami przeciwzakłóceniovymi rzadziej ulegają zaburzeniom w pracy (19). W innym badaniu obejmującym 50 chorych interferencje wystąpiły u 2 z nich. W obu przypadkach stymulatory współpracowały z elektrodami jednobiegunowymi (20). Powszechnie uważa się, że stymulatory wyposażone w elektrody dwubiegunowe oraz filtry przeciwzakłóceniovowe są mniej podatne na zaburzenia powodowane polem elektromagnetycznym (21).

W cytowanej już pracy (18) Irnich i wsp. stwierdzono, że interferencje występowały w przypadku telefonów pracujących w sieci analogowej (450 MHz) oraz cyfrowej 900 MHz. Nie stwierdzono zaburzeń pracy stymulatora, gdy telefon pracował w sieci 1800 MHz. Ponadto wykazano, że zaburzenia w pracy stymulatorów występują głównie w chwili rozpoczęcia rozmowy oraz wtedy, gdy telefon pracuje z maksymalną emitowaną mocą (15,22).

Istnieje też wiele prac niewykazujących zakłócającego efektu telefonów komórkowych na pracę rozruszników (23,24) ani tak zwanych defibrylatorów-kardiowerterów łączących funkcje rozrusznika z urządzeniem eliminującym częstoskurcze (25).

Pracujący telefon komórkowy może powodować wiele rodzajów zaburzeń pracy stymulatora. Rozrusznik może interpretować sygnały z telefonu jako elektryczne sygnały pracy serca – pomimo ich niewystępowania (26). W innych przy-

padkach poprzez zakłócenie obwodów wejściowych może nie odbierać impulsów pracującego serca i interpretować to jako ich brak. Wreszcie może krótkotrwale „rozprogramowywać” stymulator, powodując jego przejście w tryb pracy asynchronicznej w stosunku do pracy serca, lub w wypadku stymulatorów dwujamowych zaburzać synchronizację impulsów do obu jam serca. Właśnie ze względu na liczne zależności detekcji oraz wysyłania impulsów pomiędzy oboma jamami serca oraz bardzo rozbudowane programy pracy, stymulatory dwujamowe są bardziej podatne na zakłócenia pracy wywołane polem elektromagnetycznym.

Podsumowując, praca stacji bazowych nie niesie w sobie żadnego zagrożenia dla osób z wszczepionym rozrusznikiem serca. Telefony komórkowe mogą zakłócać pracę stymulatorów, gdy znajdują się bezpośrednio w ich pobliżu. Za bezpieczną odległość, zgodnie z wynikami badań prowadzonych niezależnie przez Wireless Technology Research i The Health Council of the Netherlands, przyjmuje się 20 cm (27). Na zakłócenia bardziej podatne są stymulatory z elektrodami jednobiegowymi, bez wbudowanych filtrów przeciwwakłóceniovych. Ponadto najbardziej wrażliwe są rozruszniki dwujamowe (DDD), nieco mniej stymulujące przedsionek (AAI), a najmniej pobudzające komorę (VVI). Nie powinno się nosić telefonów w okolicy serca (dotyczy to także osób zdrowych). W czasie rozmowy należy stosować zestawy „hands free” (telefon przez cały czas przy pasku – nie dotyczy chorych z rozrusznikiem wszczepionym w powłoki brzuszne) lub przykładac telefon do małżowiny usznej po przeciwnej stronie wszczepionego stymulatora.

PIŚMIENNICTWO

- Irnich W.: Calculation of internal from external electrical field strength and its effect on cardiac pacemaker patients. *Biomed. Tech. (Berl.)*. 1999, 44, 9, 232–236.
- Valjus J.: Health risks of electric and magnetic fields caused by high-voltage systems in Finland. *Scandd. J. Work Environ. Health* 1996, 22, 2, 85–93.
- Kaye G., Butrous G., Allen A., Meldrum S., Male I., Camm A.: The effect of 50 Hz external electrical interference on implanted cardiac pacemakers. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1988, 11, 7, 999–1008.
- Toivonen L., Valjus J., Hongisto M., Metso R.: The influence elevated 50 Hz electric and magnetic fields on implanted cardiac pacemakers: the role of the lead configuration and programming of the sensitivity. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1991, 14, 12, 2114–2122.
- Butrous G., Male J., Webber R., Barton D., Meldrum S., Bonnell J. i wsp.: The effect of power frequency high intensity electric fields on implanted cardiac pacemakers. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1983, 6, 6, 1282–1292.
- Wilke A., Kruse T., Hesse H., Funck R., Maisch B.: Interactions between pacemakers and security systems. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1998, 21, 9, 1784–1788.
- Beaugeard D., Kacet S., Bricout M., Camblin J.: Interference between cardiac pacemaker and electromagnetic anti-theft devices in stores. *Arch. Mal. Coeur Vaiss.* 1992, 85, 10, 1457–1461.
- Madigan J., Choudhri A., Chen J., Spotnitz H., Oz M., Edwards N.: Surgical management of the patient with an implanted cardiac device: Implications of electromagnetic interference. *Ann. Surg.* 1999, 230, 5, 639–647.
- Habicht J., Stulz P.: Electrocoagulation in patients with cardiac pacemakers: what should be considered? *Chirurg.* 1995, 66, 8, 774–779.
- Peters R., Gold M.: Reversible prolonged pacemaker failure due to electrocautery. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 1998, 2, 4, 343–344.
- Miller C., Leonelli F., Latham E.: Selective interference with pacemaker activity by electrical dental devices. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 1998, 85, 1, 33–36.
- Zappa U., Studer M., Merkle A., Graf H., Simona C.: Effect of electrically powered dental devices on cardiac parameter function in human. *Parodontol.* 1991, 2, 4, 299–308.
- Lauck G., von Smekal A., Wolke S., Seelos K., Jung W., Manz M. i wsp.: Effects of nuclear magnetic resonance imaging on cardiac pacemakers. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1995, 18, 8, 1549–1555.
- Sakakibara Y., Mitsui T.: Concerns about sources of electromagnetic interference in patients with pacemakers. *Jpn. Heart J.* 1999, 40, 6, 737–743.
- Dackiewicz A.: Czy stacje bazowe sieci telefonii komórkowej oddziałują na otoczenie. *Twoja Komórka* 1999, 4, 15, 40–41.
- Dackiewicz A.: Rozruszniki serca a promieniowanie. *Twoja Komórka* 1999, 5, 16, 40.
- Barbaro V., Bartolini P., Donato A., Militello C., Altamura G., Ammirati F. i wsp.: Do European GSM mobile cellular phones pose a potential risk to pacemaker patients? *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1995, 18, 6, 1218–1224.
- Irnich W., Batz L., Muller R., Tobisch R.: Electromagnetic interference of pacemakers by mobile phones. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1996, 19, 10, 1431–1446.
- Hayes D., Wang J., Reynolds D., Estes M., Griffith J., Steffens R. i wsp.: Interference with cardiac pacemaker by cellular telephones. *N. Engl. J. Med.* 1997, 336, 21, 1473–1479.
- Wilke A., Grimm W., Funck R., Maisch B.: Influence of D-net (European GSM – Standard) cellular phones on pacemaker function in 50 patients with permanent pacemakers. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1996, 19, 10, 1456–1458.
- Wilke A., Maisch B.: Sources of interference for cardiac pacemakers. Technical improvements of pacemakers – risks in the medical realm. *Fortschr. Med.* 1998, 116, 22–23, 27–31.
- Altamura G., Toscano S., Gentilucci G., Ammirati F., Castr A., Pandozi C. i wsp.: Influence of digital and analogue cellular telephones on implanted pacemakers. *Eur. Heart J.* 1997, 18, 10, 1632–1641.
- Sparks P., Mond H., Joyner K., Wood M.: The safety of digital mobile cellular telephones with minute ventilation rate adaptive pacemakers. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1996, 19, 10, 1451–1455
- Curyło A., Bilo G., Ślosarczyk M.: Wpływ telefonu komórkowego na pracę rozrusznika serca. *Kardiol. Pol.* 2000, 53, supl. II, 8.
- Sanmartin M., Fernandez Lozano I., Marquez J., Antorrena I., Bautista A., Silva L. i wsp.: The absence of interference between GSM mobile telephones and implantable defibrillators: an in-vivo study. *Grupe Systemes Mobiles. Rev. Esp. Cardiol.* 1997, 50, 10, 715–719.

-
26. Yesil M., Bayata S., Postaci N., Aydin C.: Pacemaker inhibition and systole in a pacemaker dependent patient. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1995, 18, 10, 1963.
27. Kal H.B.: Health Council Report Radiofrequency electromagnetic fields (300 Hz-300 GHz). The Health Council of the Netherlands. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* 1998, 142, 27, 1546–1550.
- Adres autorów: Pasteura 4, 50-367 Wrocław
Nadesłano: 23.11.2000
Zatwierdzono: 12.03.2001