

KOMPATYBILNOŚĆ KARDIOSTYMULATORÓW W ŚRODOWISKU ELEKTROMAGNETYCZNYM – BADANIA EKSPERYMENTALNE

Anna Pławiak – Mowna

**Instytut Informatyki i Elektroniki, Uniwersytet Zielonogórski
65-246 Zielona Góra, ul. Podgórna 50**

e-mail: a.mowna@iie.uz.zgora.pl

STRESZCZENIE

Problemy związane z oddziaływaniem pola elektromagnetycznego na środowisko biologiczne są od lat przedmiotem badań uczonych różnych specjalności w kraju i za granicą. Istnieje duże społeczne zapotrzebowanie na rozstrzygnięcie problemu oddziaływania pola elektromagnetycznego, którego jest źródłem są anteny stacji bazowych i terminali przenośnych telefonii komórkowej w kategoriach wpływu ww. pola na organizm ludzki oraz pracę elektromedycznych implantów. W pracy przedstawiono przegląd doniesień z tego rodzaju badań przeprowadzonych na świecie i w Polsce oraz opisano eksperymenty przeprowadzone na potrzeby realizacji projektu badawczego „Interferencje elektromagnetyczne w kardiostymulatorach”.

1. WPROWADZENIE

Istnieje ogromne społeczne zapotrzebowanie na rozstrzygnięcie problemu oddziaływania pola elektromagnetycznego, którego jest źródłem są anteny stacji bazowych i terminali ruchomych telefonii komórkowej w kategoriach wpływu ww. pola na organizm ludzki oraz implanty stosowane w medycynie. Problem ten sygnalizuje zarówno środowisko medyczne, pacjenci jak i operatorzy telefonii komórkowej. Zjawisko to znajduje odzwierciedlenie w szerokim komentowaniu problemu na łamach literatury fachowej, literatury przeznaczonej dla pacjentów szpitali i ośrodków implantacji kardiostymulatorów oraz w czasopiśmie fachowych i prasie powszechnej. Szacuje się, że w Polsce żyje ponad 300 000 osób z implantowanymi stymulatorami serca. W roku 2000 wykonano w Polsce 10500 zabiegów implantacji stymulatora oraz 2000 zabiegów jego wymiany [4]. Zdaniem fachowców oczekuje się systematycznego wzrostu wskazań do stałej stymulacji serca [5]. Problem odbioru społecznego zagrożeń ze strony stacji bazowych odzwierciedla statystyka: na 10 000 obecnie pracujących stacji bazowych prawie połowa inwestycji spotkała się z różnego rodzaju protestami. Problem zgłasza również środowisko medyczne.

2. STAN BADAŃ W POLSCE I NA ŚWIECIE

Według wiedzy autorki, nie były w Polsce prowadzone większe badania na temat wpływu pola elektromagnetycznego na kardioimplanty. Pojedyncze próby dokonywane były w połowie lat dziewięćdziesiątych przez zespół prof. Pałko [9]. W 2002 roku opublikowano wyniki badań interakcji antena telefonu komórkowego – stymulator serca, które przeprowadzono w Klinice Kardiologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, w eksperymentach tych zakłócenia generowane były przez antenę telefonu komórkowego [2]. Badania podejmowane w klinikach i laboratoriach na świecie skupiły się na efekcie epidemiologicznym, odnośnie samych terminali przenośnych (popularnie nazywanych telefonami komórkowymi). Wyniki badań eksperymentalnych interakcji implantowany stymulator serca – telefon komórkowy dostępne są w literaturze światowej [1, 3, 11], bardziej szczegółowy przegląd doniesień z badań światowych znajduje się w [6]. Donoszą one, że antena telefonu komórkowego umieszczona w bezpośredniej bliskości stymulatora serca może powodować zaburzenia pracy urządzenia. Do niepożądanych efektów interakcji zalicza się: utratę adaptacyjnego sterowania, powodującą nieregularność działania lub zmiany w oprogramowaniu. Problem interferencji elektromagnetycznych w obszarze impantowanego stymulatora serca, gdzie źródłem zakłóceń jest antena telefonu komórkowego został przez naukowców na świecie zauważony i przebadany, mniej uwagi poświęcili oni problemowi ewentualnych interferencji, gdzie źródłem zakłóceń są anteny stacji bazowych. Brak doniesień literaturowych polskich badaczy w tym temacie, na świecie opublikowano pojedyncze doniesienia o badaniach interferencji elektromagnetycznych pomiędzy stymulatorem serca a źródłem zakłóceń w postaci anteny stacji bazowej. W jednym z doniesień japońscy badacze zaproponowali projekt stanowiska badań ww. interakcji. Projekt ten opracowała grupa naukowców we współpracy z przedstawicielem producenta stymulatorów serca (Medtronic Japan Co., Ltd.) oraz firmy telefonicznej (NTT DoCoMo, Inc.) [8].

3. BADANIA EKSPERYMENTALNE W POLSCE

Badania interakcji pól elektromagnetycznych i kardiostymulatora prowadzone są metodami: *in vitro* (stymulator umieszczony poza organizmem), w fantomie (stymulator umieszczony w roztworze cieczy symulującej docelowe środowisko urządzenia – tkankę biologiczną) oraz metodą *in vivo* – urządzenie implantowane w organizmie człowieka. Zaburzenia w pracy implantu jest oceniane na podstawie przebiegu zapisu elektrokardiogramu. Wychwycenie tych stanów awaryjnych u pacjentów i powiązanie ich ze polem elektromagnetycznym (odległością od źródła, mocą emitowaną pacjentów częstotliwością) pozwoli na wiarygodną ocenę zagrożenia (bądź jego braku).

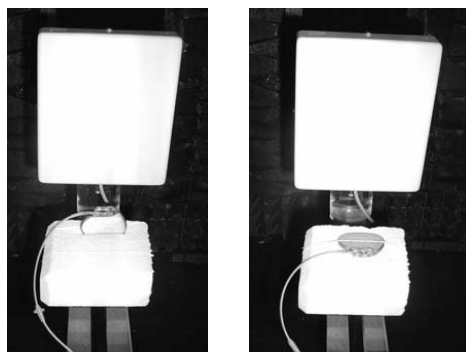
W opracowaniu przedstawiono doniesienia z części badań przeprowadzonych na potrzeby projektu „Interferencje elektromagnetyczne w kardiostymulatorach”, a w tym:

- badania interakcji stymulator serca – antena stacji bazowej metodą *in vitro* w komorze bezechowej [7],
- badania *in vitro* i fantomowe interakcji stymulator serca – antena telefonu komórkowego [12],
- badania interakcji stymulator serca – antena stacji bazowej metodą *in vivo* [10].

W ramach badań współpracowano ze środowiskiem medycznym (szpital kliniczny AM przy ul. Banacha w Warszawie oraz szpital kliniczny UJ w Krakowie), operatorami telefonii komórkowej, Wojskowym Instytutem Higieny i Epidemiologii w Warszawie oraz Polskim Towarzystwem Zastosowania Elektromagnetyzmu.

Badanie aktywności pola elektromagnetycznego w odniesieniu do pracy stymulatora serca wymagało określenia metody badań, warunków wykonywania pomiarów oraz parametrów badań i procedur ochronnych w przypadku badań *in vivo*.

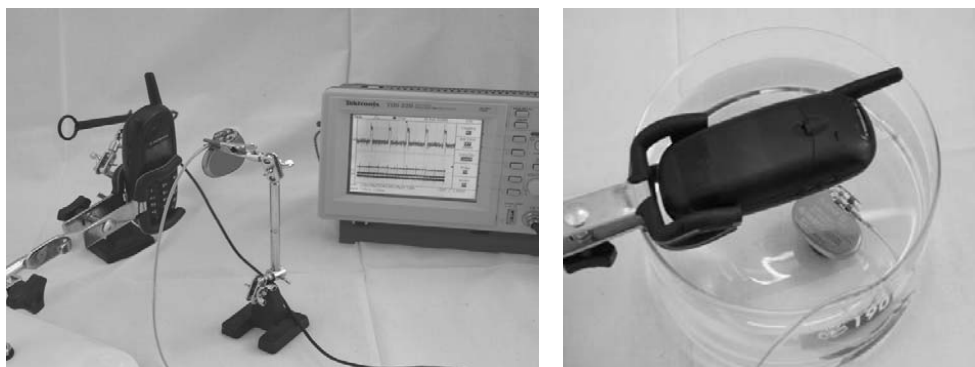
Badania interakcji stymulator serca – antena stacji bazowej metodą *in vitro* w komorze bezechowej (rys. 1) zostały przeprowadzone z wykorzystaniem anteny panelowej stacji bazowej firmy Kathrein typu K-738573. Podczas badań dokonywano pomiarów gęstości mocy w miejscu znajdowania się badanego stymulatora serca. Badania wrażliwości pracy rozrusznika serca na pola elektromagnetyczne ukierunkowano na badania zmiany kształtu wytwarzanych impulsów, zmiany okresu powtarzania impulsów oraz ich wypadanie. Badaniom poddano dwa rodzaje rozruszników serca firmy Biotronic: DDDC i VVIR/AAIR.



Rys. 1. Badania nad wpływem pola elektromagnetycznego generowanego przez antenę stacji bazowej na pracę rozrusznika serca – stanowisko badań *in vitro* w komorze bezechowej

W badaniach *in vitro* i fantomowych (rys. 2) interakcji stymulator serca – antena telefonu komórkowego wykorzystano rozrusznik typu DDDC firmy Biotronic oraz dwa aparaty telefonów komórkowych (Motorola, Alcatel) pracujące w sieci typu D (900 MHz).

W badaniach *in vitro* rozrusznik serca umieszczany był w rozmaitej odległości od telefonu komórkowego (0-1-2-5-10-25-50 cm; odległość 0 cm reprezentuje stan, w którym rozrusznik dotyka telefonu). Ponadto rozrusznik serca umieszczany był w rozmaitych płaszczyznach względem powierzchni przedniej telefonu komórkowego. W przypadku badań fantomowych – rozrusznik serca umieszczano na rozmaitej głębokości w pojemniku z solą fizjologiczną (NaCl 0,9%). Telefon był umieszczany w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny czołowej rozrusznika - bezpośrednio nad powierzchnią płynu fizjologicznego. Czas oddziaływania telefonu na rozrusznik wynosił około 2-3 minuty - od chwili rozpoczęcia wybierania numeru, poprzez czas utrzymywania kontaktu telefonicznego (właściwe dzwonięcie), do chwili rozłączenia. Dla danego położenia telefonu - sytuacja stymulacji była powtarzana.



Rys. 2. Badania nad wpływem pola elektromagnetycznego generowanego przez telefon komórkowy na pracę rozrusznika serca – badania *in vitro* i badania fantomowe (prawa strona)

Na potrzeby badań interakcji stymulator serca – antena stacji bazowej metodą *in vivo* próbkę pacjentów określono na około 200. Zaproponowano stosowne procedury ochronne i badawcze. Wniosek uzyskał przychylną ocenę Komisji Etycznej. Badania kliniczne przeprowadzane są w szpitalu klinicznym AM przy ul. Banacha w Warszawie. Na potrzeby realizacji stanowiska badań dokonano pomiarów kontrolnych natężenia pola w docelowym miejscu badań oraz dobrano typ anteny emitującej pole elektromagnetyczne oraz parametry emisyjne (mocy) i miejsca zamontowania anteny. Ustalono, że do anteny Allgon 7330.04 będzie doprowadzona moc 80 W. Po przeprowadzeniu pełnej kontroli stymulatora i zakwalifikowaniu pacjenta do eksperymentu, wyposaża się go w urządzenie rejestrujące pracę serca (zewnętrzny elektrokardiograf Holter). Następnie pacjent wraz z lekarzem przemieszcza się w kierunku stacji bazowej po wyznaczonej trasie (rys. 3). Prawidłowość pracy i impulsowania stymulatora rejestruje się z wykorzystaniem elektrokardiografu Holter przez 24 godziny od momentu rozpoczęcia badania.



Rys. 3 Realizacja badań interferencji antena stacji bazowej – kardiostymulator metodą *in vivo*

Trwają badania *in vivo* interakcji stymulator serca – antena stacji bazowej, równoległe do nich przeprowadza się badania interakcji stymulator serca – antena telefonu komórkowego metodą *in vivo* na próbce około 200 pacjentów – zakończenie eksperymentów przewiduje się na koniec września 2004.

4. PODSUMOWANIE

W badaniach eksperymentalnych interakcji stymulator serca – antena stacji bazowej przeprowadzonych metodą *in vitro* w komorze bezdechowej stwierdzono zmiany okresowości powtarzania impulsów i trwale uszkodzenie urządzenia. W przypadku badań interakcji stymulator serca – antena telefonu komórkowego metodą *in vitro* i fantomową – w żadnym z przeprowadzonych modeli badawczych i dla żadnego z zastosowanych zmiennych parametrów odległościowych nie stwierdzono niekorzystnego lub też niepożądanego oddziaływania pracującego (włączonego) telefonu. Nie udało się stwierdzić ani zaburzeń rytmu rozrusznika ani też blokowania jego pracy. Nie mniej jednak są to jak dotąd doniesienia wstępne – trwają badania ww interakcji metodą *in vivo*. Równoległe do wymienionych trwają badania interakcji stymulator serca – antena stacji bazowej metodą *in vivo*. Te ostatnie są pierwszymi tego rodzaju badaniami eksperymentalnymi w Polsce. Badania *in vivo* (czyli bezpośrednio na implantowanym u człowieka stymulatorze) mają na celu wykrycie ewentualnych nieprawidłowości w działaniu implantowanych kardiostymulatorów. Wychwycenie stanów awaryjnych u pacjentów z kardiostymulatorami i powiązanie ich z polem elektromagnetycznym generowanym przez antenę stacji bazowej pozwoli na wiarygodną ocenę zagrożenia (bądź jego braku).

LITERATURA

- [1] V. Barbaro, et al.: *Do European GSM mobile cellular phones pose a potential risk to pacemaker patients?*, Pacing Clin. Electrophysiol. Nr. 18, 1995, pp. 1218-1224
- [2] A. Curyło, et al.: *Wpływ telefonu komórkowego na pracę rozrusznika serca*, Folia Cardiologica tom 9 Nr. 9, 2002, str. 117-122
- [3] D.L. Hayes., et al.: *Interferences with cardiac pacemakers by cellular telephones*, New Engl. J. Med. Nr. 336, 1997, pp. 1473-1479
- [4] W. Kargul: *Elektrostymulacja – aktualny stan wiedzy*, Medipress Kardiologia Vol. 7 No . 4, 2000
- [5] W. Kargul, M. Gibiński: *Stan elektrokardiologii inwazyjnej w Polsce w roku 2000*, Kardiologia Polska Nr. 56, 2002, str. 355-357
- [6] A. Krawczyk, A. Pławiak-Mowna: *Wpływ pola elektromagnetycznego na implanty kardiologiczne – dane literaturowe*, Bioelektromagnetyzm, Instytut Naukowo-Badawczy ZTUREK, Warszawa, 2002, str. 143-161
- [7] R. Kubacki, et. al: *Zaburzenia w pracy kardioimplantów w polach impulsowych mikrofalowych stacji bazowych telefonii komórkowej*, red. R.Kubacki, A.Krawczyk, Elektromagnetyzm w medycynie i biologii, Instytut Naukowo-Badawczy ZTUREK, Warszawa, 2003 (materiały w druku)
- [8] K. Oshita, Y. Tarusawa, T. Nojima.: *Experimental test system to estimate the EMI from vertical dipole array antenna on implantable cardiac pacemaker*, XXVIIth General Assembly of the International Union of Radio Science, Maastricht, 2002
- [9] T. Pałko, Z. Sadowski, G. Bochenek: *Wpływ pola elektromagnetycznego w.cz. na elektrostymulatory*, Konferencja SEP Nowoczesne systemy telefonii komórkowej a zdrowie człowieka'97, Warszawa 1997, str. 29-34
- [10] A. Pławiak-Mowna, et. al.: *Badania kardiostymulatorów w polu elektromagnetycznym od anten stacji bazowych telefonii komórkowej*, Zastosowania elektromagnetyzmu w nowoczesnych technikach i informatyce, XIV Sympozjum Środowiskowe Polskiego Towarzystwa Zastosowań Elektromagnetyzmu, Zakopane, 2004 (materiały w druku)
- [11] R.E. Schlegel, et al.: *Electromagnetic compatibility study of the in-vitro interaction of wireless phones with cardiac pacemakers*, Biomed. Instrum.Technol. Nr. 32, 1998, pp. 645-655
- [12] T. Zyss, et al.: *Zagrożenia ze strony wybranych źródeł generujących pole elektromagnetyczne dla osób mających wszczepione stymulatory serca*, Kompatybilność elektromagnetyczna w biologii i medycynie, red. A. Krawczyk, A. Pławiak-Mowna, Bioelektromagnetyzm, Instytut Naukowo-Badawczy ZTUREK, Warszawa, 2003, str . 56 - 68