



Czy telefony komórkowe zakłócają pracę kardioimplantów?

prof. dr hab. inż. ANDRZEJ KRAWCZYK

Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

dr inż. ANNA PŁAWIAK-MOWNA

Uniwersytet Zielonogórski

dr med. EDWARD KOŻŁUK

Centralny Szpital Kliniczny Akademii Medycznej w Warszawie

dyskusyjnych oraz konferencjach poświęconych tej problematyce [1, 2, 3].

Ostatnie lata, kiedy szczególnie lawinowo rozwija się telefonia komórkowa i inne techniki telekomunikacyjne, obfitują w rozliczne programy badawcze, poświęcone badaniu zagrożeń dla środowiska biologicznego, spowodowanych wszechobecnością sztucznie wytworzonych pól elektromagnetycznych. Badania podejmowane w klinikach i laboratoriach na świecie skupiły się na efekcie epidemiologicznym odnośnie do samych terminali przenośnych, nazywanych potocznie telefonami komórkowymi. O ile problem interferencji elektromagnetycznych w obszarze implantowanego stymulatora serca, gdzie źródłem zakłóceń jest antena telefonu komórkowego został przez naukowców na świecie zauważony i przebadany, to znacznie mniej uwagi poświęcono problemowi ewentualnych zakłóceń od anten stacji bazowych.

W artykule przedstawiono krótki opis możliwych zakłóceń pracy stymulatora w wyniku działania pola elektromagnetycznego (PEM), wnioski z badań – krajowych i zagranicznych dotyczących oddziaływania telefonu komórkowego na kardiostymulator, a także opis badań z udziałem pacjentów posiadających wszczepiony kardiostymulator, ekspozowanych na pole elektromagnetyczne generowane przez antenę stacji bazowej. Eksperymenty przeprowadzone zostały z udziałem inżynierów, lekarzy kardiologów i elektrofizjologów w Centralnym Szpitalu Klinicznym Akademii Medycznej przy ul. Banacha w Warszawie.

Unormowania prawne

Norma europejska, dotycząca ochrony sprzętu elektromedycznego pochodzi z 1993 roku, a jej drugie wydanie opracowane zostało w 2001 roku (IEC Nr 60601-1-2). Podane tam warunki odporności sprzętu elektromedycznego w polu elektromagnetycznym są następujące: urządzenia ratujące czy podtrzymujące życie ludzkie mają być odporne na działanie pola elektromagnetycznego, którego składowa elektryczna nie przekracza 10 V/m w zakresie częstotliwości 80 MHz – 2,5 MHz. Dla grupy urządzeń, których działanie nie jest bezpośrednio związane z utrzymaniem życia wartość ta wynosi 3 V/m.

Biorąc zatem pod uwagę, że polskie przepisy zawarte w rozporządzeniu mi-

Artykuł prezentuje problematykę badań stymulatorów serca ekspozowanych na sztucznie generowane pole elektromagnetyczne przez systemy telefonii komórkowej. Autorzy koncentrują się na analizie wpływu terminali doryęcznych (badania literaturowe) oraz anten bazowych (badania własne). Opisano dokładnie procedurę badawczą in vivo związaną z analizą wpływu anteny bazowej. Przedstawiono wyniki badań oraz wskazówki dotyczące bezpiecznego stosowania kardioimplantów.

Do mobile phones cause dysfunctions of cardiac pacemakers?

The paper presents problems connected with cardiac pacemakers exposed to electromagnetic fields generated by mobile phone systems. The authors concentrate on the influence of hand terminals (literature survey) and base antennas (own research). The research procedure of the latter has been described in detail. The results of research and hints for safe usage of cardiac pacemakers have been presented.

Wstęp

Problemy związane z oddziaływaniem pola elektromagnetycznego na środowisko biologiczne są od kilkadziesiąt lat przedmiotem badań uczonych różnych specjalności w kraju i na świecie. Oprócz bezpośredniego wpływu pola elektromagnetycznego na organizm człowieka mamy też do czynienia z wpływem pośrednim poprzez urządzenia elektromedyczne, implantowane w organizmie człowieka. Ten właśnie aspekt interferencji pola elektromagnetycznego i organizmów żywych jest przedmiotem tej publikacji. Najbardziej rozpowszechnionym implantem elektromedycznym jest **kardiostymulator** (bardziej znany jako rozrusznik serca).

Szacuje się, że **w Polsce żyje ponad 300 tys. osób z implantowanymi stymulatorami serca**. W roku 1969 żyło na świecie ponad 2000 takich osób, z tego w Polsce około 250. W roku 2000 wykonano w Polsce 10 500 zabiegów implantacji stymulatora oraz 2000 zabiegów jego wymiany. Oznacza to osiągnięcie wskaźnika 269 pierwszych implantacji na 1 milion mieszkańców (dla porównania w Belgii wskaźnik ten wynosi blisko 700, średnia wszystkich krajów Unii Europejskiej wynosi ponad 400).

Implantem mniej rozpowszechnionym, szczególnie w Polsce, jest **kardiowerter-defibrylator (implanted cardioverter defibrillator – ICD)** – wynaleziony w 1980 roku przez Mieczysława Mirowskiego, lekarza polskiego pochodzenia.

Szacuje się, że w roku 2003 w Polsce wszczepiono łącznie niewiele ponad tysiąc takich urządzeń. Pierwszy zabieg wszczepienia tego implantu w kraju przeprowadzono 20 lat temu w I Klinice Kardiologii Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach. Zaobserwować można tendencję wzrostową implantacji kardiowerterów defibrylatorów. Pierwszy kardiowerter defibrylator w I Klinice Kardiologii i Kardiologii Akademii Medycznej w Warszawie został wszczepiony w 2002 roku. W tej chwili wszczepia się w tej klinice ok. 30 ICD rocznie. Praktyka kardiologiczna w krajach „starej” Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych jest diametralnie różna: wszczepia się ICD wraz ze stymulatorem serca lub wszczepia się jedno urządzenie, mające funkcję stymulatora kardiowertera i defibrylatora, i to staje się normalnym postępowaniem. Stąd, wszelkie wnioski z badań kardiostymulatorów można przenieść *mutatis mutandis* na ICD.

Istnieje ogromne społeczne zapotrzebowanie na podjęcie problemu oddziaływania pola elektromagnetycznego, którego źródłem są anteny stacji bazowych i terminali przenośnych telefonii komórkowej na implanty elektromedyczne. Znajduje to odzwierciedlenie w szerokim komentowaniu problemu na łamach czasopism popularnonaukowych, broszur informacyjnych i portali internetowych przeznaczonych dla pacjentów szpitali i ośrodków implantacji kardiostymulatorów, a także na różnego rodzaju tematycznych listach

nistra środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (DzU nr 192, poz. 1883) ustalają limit natężenia składowej elektrycznej dla tego zakresu częstotliwości na 7 V/m, użytkownicy kardiostymulatorów, których życie zależy od działania stymulatora, powinni być w miarę spokojni – z jednej strony zabezpiecza ich norma wytwórcy, a z drugiej norma środowiskowa. Tak jednak nie jest, bowiem norma środowiskowa nie jest w każdym przypadku kontrolowana i mogą pojawić się nie rejestrowane przekroczenia wartości gwarantowanej przez producenta. Stąd istnieje konieczność prowadzenia badań oddziaływania pola elektromagnetycznego na kardiostymulatory w warunkach rzeczywistych.

Rodzaje badań pracy kardiostymulatora w polu elektromagnetycznym

Układ stymulujący składa się ze stymulatora serca, elektrody (lub elektrod), tkanek pacjenta, a w określonych okolicznościach z programatora [4, 5].

Komunikacja układu stymulującego z otoczeniem – jego programowanie oraz odczyt parametrów – odbywa się z wykorzystaniem programatora i pola elektromagnetycznego, którego źródłem jest głowica dołączona do urządzenia. Zdjęcie przekroju człowieka z wszczepionym kardiostymulatorem przedstawiono na rysunku 1.

Rodzaje badań interakcji układu „źródło pola elektromagnetycznego – stymulator serca”

Badania oddziaływania źródeł pola elektromagnetycznego na prawidłową pracę układów stymulujących pracę serca przeprowadza się na trzy sposoby:

- *in vitro* (stymulator umieszczony poza organizmem)
- *in vivo* (w organizmie – badania z udziałem pacjentów)
- w fantomie.

Badania przeprowadzane w ośrodkach naukowych, szpitalach uniwersyteckich bądź też innych placówkach zajmujących się badaniem wpływu źródeł pola elektromagnetycznego na pracę stymulatora serca przeprowadzane są w rozmaitych warunkach z wykorzystaniem różnych technik badawczych.

Badania stymulatora w trybie *in vitro* umożliwiają jednocześnie posiadanie informacji o działaniu stymulatora oraz pomiar pola elektromagnetycznego zakłócającego pracę stymulatora. Ten rodzaj badań może pojawić się jedynie w badaniach wytrzymałościowych, np. badanie stymulatora do utraty jego dzia-

łania. Tego rodzaju badania przeprowadza się w komorach bezdechowych.

Badania w trybie *in vivo* (z udziałem pacjentów) polegają na obserwowaniu wpływu źródła pola na pracę układu stymulującego pracę serca. Wszelkie ewentualne zaburzenia pracy urządzenia obserwowane są na elektrokardiogramie. W tym przypadku posiadamy informację o stanie kardiostymulatora w rzeczywistych warunkach stymulacji serca, nie posiadamy natomiast żadnych informacji o rzeczywistej intensywności pola elektromagnetycznego, czyli czynnika zakłócającego (?) pracę kardiostymulatora.

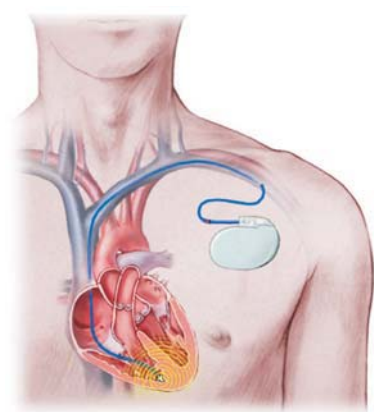
W badaniach z wykorzystaniem fantomu umieszcza się stymulator serca w roztworze imitującym warunki panujące w rzeczywistym, docelowym środowisku urządzenia (np. solance o odpowiednio dobranym składzie chemicznym). W tym badaniu, podobnie jak w badaniu *in vitro*, mamy informację na temat czynnika zewnętrznego (pola elektromagnetycznego), ale stan kardiostymulatora możemy ocenić wyłącznie na podstawie jakości generowanych impulsów.

Przegląd wyników badań w literaturze medycznej oraz w raportach z badań naukowych na świecie

Podstawowym źródłem informacji o wynikach badań prowadzonych w ośrodkach na świecie są różnorodne bazy danych z dziedziny medycyny i nauk pokrewnych – w tej pracy badawczej posłużono się bazą bibliograficzną w Narodowej Bibliotece Medycznej w Stanach Zjednoczonych (*The National Library of Medicine*) oraz bazami bibliograficznymi w Centrum EMC Uniwersytetu Oklahoma, Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), oraz wielce wpływowej amerykańskiej agencji rządowej ds. żywności i leków (*Food and Drug Administration*).

Zaburzenia funkcji stymulatora mogą objawiać się zahamowaniem stymulacji: czasową stymulacją asynchroniczną, czy częstoskurczem komorowym bądź przedsionkowym. Przykładowe przebiegi tych zaburzeń przedstawiono na rys. 2.

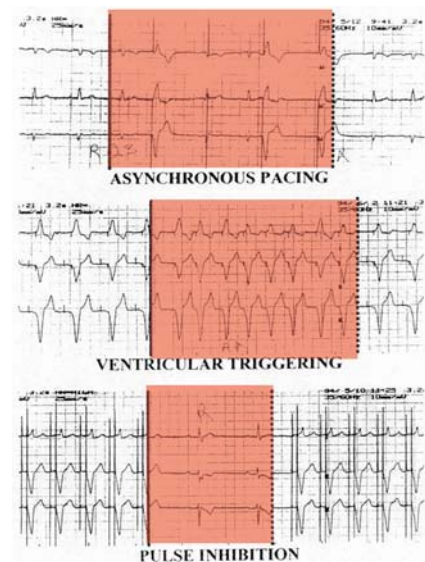
Wprowadzane w licznych badaniach pojęcie „odległość bezpieczna” oznacza minimalną dopuszczalną odległość pomiędzy anteną systemu telefonii komórkowej (telefonu komórkowego lub stacji bazowej) a kardiostymulatorem, powyżej której nie powinno wydarzyć się zakłócenie jego pracy. Wnioski sformułowane w dostępnych raportach z badań są bardzo zróżnicowane. Od stwierdzeń o braku wystąpienia jakichkolwiek zaburzeń działania układów stymulujących pracę serca, do bardziej radykalnych wniosków, w których



Rys. 1. Człowiek z kardiostymulatorem
Fig. 1. Implanted cardiac pacemaker

autorzy badań ostrzegają pacjentów z implantowanymi stymulatorami serca przed korzystaniem z telefonów komórkowych.

Większość z przedstawionych badań *in vivo*, *in vitro* i *in vitro w fantomie* skupiła się na wyznaczeniu, wspomnianej wyżej, „odległości bezpiecznej” – badania wskazują, że wartość ta wynosi od 5 do 20 cm. W doniesieniach podano, że praca kardiostymulatora nie zostanie zakłócona przez aktywne źródło pola elektromagnetycznego (telefon komórkowy), jeśli odległość między nimi nie będzie mniejsza od wartości oszacowanej odległości bezpiecznej. Badania wykonywano, korzystając



Rys. 2. Elektrokardiogram ze wskazanymi zaburzeniami pracy stymulatora serca, odpowiednio od góry: asynchroniczna praca, tzw. częstoskurcz stymulatorowy i zahamowanie pracy urządzenia. Pionowe linie oznaczają: ciągła – początek interferencji elektromagnetycznych, przerywana – jej koniec [3]

Fig. 2. Dysfunctions of cardiac pacemakers evoked by electromagnetic field: asynchronous pacing (top), ventricular/atrial triggering (centre), inhibition of pacing (bottom)

Tabela 1

WYNIKI BADAŃ PRZEPROWADZONYCH METODĄ IN VIVO INTERFERENCJI ELEKTROMAGNETYCZNYCH W UKŁADZIE: TELEFON KOMÓRKOWY – STYMULATOR SERCA (dane bibliograficzne w [3])

Results of in vivo examination of electromagnetic interferences in hand terminal – cardiac pacemaker system (references in [3])

Rok badań	Autorzy raportu z badań	Wnioski – odległość krytyczna	Wnioski – liczba zaburzeń/ liczba przebadanych stymulatorów
Badania metodą in vivo			
1995	Barbaro et al.	10 cm	26/101 (25,7 %)
1995	Yesil et al.	ok. 5 cm	Opis przypadku 1
1996	Chen et al.	–	74/2418 (3.1 %)
1996	Hayes et al.	10 cm	106/5533 (20 %)
1996	Hofgartner et al.	–	43/104 (41.3 %)
1996	Naegli et al.	–	7/26 (26.9 %)
1996	Nowak et al.	–	0/31 (0 %)
1996	Wilke et al.	–	2/50 (4 %)
1997	Altamura et al.	–	43/200 (21.5 %)
2000	Vlasinova et al.	10 cm	Opis przypadku 1
2001	Geller et al.	20 cm	–
2002	Cyruł et al.	–	0/63 (0 %)

Tabela 2

WYNIKI BADAŃ PRZEPROWADZONYCH METODĄ IN VITRO W FANTOMIE INTERFERENCJI ELEKTROMAGNETYCZNYCH: ANTENA TELEFONU KOMÓRKOWEGO – STYMULATOR SERCA (dane bibliograficzne w [3])

Results of in vitro in phantom examination of electromagnetic interferences in antenna of hand terminal – cardiac pacemaker system (references in [3])

Rok badań	Autorzy raportu z badań	Wnioski – odległość krytyczna	Wnioski – liczba zaburzeń/ liczba przebadanych stymulatorów
Badania metodą in vitro oraz in vitro w fantomie			
1996	Barbaro et al.	13 cm	10/25 (40 %)
1996	Inrich et al.	20 cm	103/231 (44.6 %)
1998	Schlegel et al.	–	74/2418 (3.1 %)
1996	Hayes et al.	15 cm	21 % testów
1999	Trigano et al.	20 cm	–
2001	Geller et al.	20 cm	–

z różnych rodzajów sieci telefonii komórkowej (450 MHz, 900 MHz i 1,8 GHz) i przy mocy telefonów rzędu 2W. Wyniki niektórych badań przedstawiono w tabelach 1. i 2.

Niektóre z przedstawionych badań, oprócz „odległości krytycznej”, podają różnego rodzaju zalecenia z obszaru „roztropnego unikania”, jak np. nienoszenie telefonu komórkowego w bezpośredniej bliskości implantu, przeprowadzanie rozmów telefonicznych z komórki trzymanej przy uchu przeciwnie do strony ciała z wszczepionym urządzeniem. Takie informacje zawierają też broszury informacyjne dotyczące stymulatorów serca, instrukcje obsługi telefonów komórkowych, portale internetowe ośrodków implantujących stymulatory. W Polsce zalecenia takie zostały opracowane przez Polskie Towarzystwo Kardiologiczne [6].

Badania własne zaburzeń pracy kardiostymulatorów ekspozowanych na pole elektromagnetyczne generowane przez antenę stacji bazowej

Badania prowadzone z udziałem pacjentów były prowadzone za zgodą Komisji Etycznej, działającej w Instytucie Kardiologii w Warszawie. Komisja ta narzuciła następujące procedury ochronne:

- ocena wpływu stacji bazowej odbywać się będzie po wcześniejszej kontroli układu stymulującego, przy czym dostępny będzie programator
- w przypadku pacjentów z organiczną chorobą serca lub współwystępującymi

zaburzeniami rytmu dostępny defibrylator, u innych pacjentów – obecność defibrylatora zależy od decyzji lekarza zabezpieczającego pacjenta

- w przypadku stwierdzenia zaburzeń pracy stymulatora – zakończenie danej fazy badania.

Opis stanowiska badawczego do prowadzenia eksperymentów z udziałem pacjentów

W celu przygotowania stanowiska badawczego dokonano pomiarów kontrolnych natężenia pola w docelowym miejscu badań – korytarz pod budynkiem „A” Szpitala Klinicznego przy ul. Banacha w Warszawie. Na ich podstawie dobrano typ anteny emitującej pole elektromagnetyczne oraz parametry emisyjne (mocy) i miejsca zamontowania anteny.

Wybrano antenę Allgon 7330.04, która w korytarzu szpitala emitowała pole elektromagnetyczne o największej jednorodności (maksymalna niejednorodność pola nie przekraczała 20%) [7]. Przyjęto, że do anteny będzie doprowadzona moc 80 W, co stanowi dwukrotność największej mocy doprowadzanej w warunkach rzeczywistej eksploatacji do jednej anteny jednego sektora stacji bazowej GSM.

Miejsce pomiarów oznakowano w miejscach występowania natężenia pola o wartościach 7 V/m (polska norma środowiskowa), 20 V/m, 30 V/m, 40 V/m (norma środowiskowa rekomendowana w dokumencie UE), 100 V/m. Założono, że linii oznaczonej 100 V/m



Fot. 1. Elementy stanowiska badawczego
Photo. 1. Antenna setup

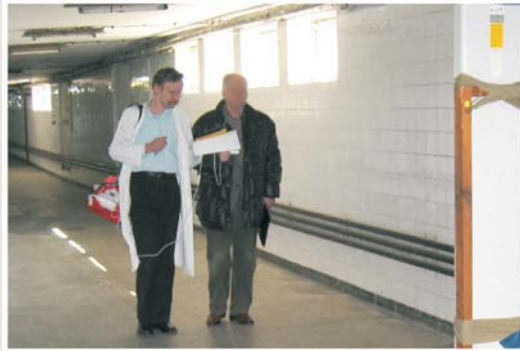
nie wolno będzie przekraczać pacjentom. Zestaw badawczy przedstawiono na fot. 1.

Z przestrzeni pomiarowej usunięte zostały wszelkie przeszkody, mogące zakłócić przebieg pomiaru, jak np. wózki akumulatorowe czy osoby postronne.

W skład zestawu badawczego wchodził również aparat do badania funkcji serca metodą Holtera. Urządzenie to zgodnie z założeniami procedury badawczej zakładano przed kontrolą stymulatora. Aparat Holtera umożliwia 24-godzinną rejestrację czynności elektrycznej serca przez zapis uproszczonego elektrokardiogramu [8]. Analiza wykresów EKG pozwoliła na wykrycie nieprawidłowości pracy implantu. Aby wykazać przypadki interferencji elektromagnetycznych w kardiostymulatorze dla pola generowanego przez antenę stacji bazowej, należało powiązać wystąpienie ewentualnych zaburzeń z polem elektromagnetycznym, na które ekspozowano badane osoby. W celu zapewnienia bezpieczeństwa



Fot. 2. Pole badawcze – korytarz pod budynkiem „A” Szpitala Klinicznego Akademii Medycznej przy ul. Banacha w Warszawie
 Photo. 2. Research site – corridor in the Public Central Teaching Hospital of the Medical University of Warsaw



Fot. 3. Rejestracja miejsca i czasu podczas trwania eksperymentu
 Photo. 3. Registration of place and time during experiment



osób badanych, zgodnie z wymogami Komisji Etycznej, użyto w badaniach defibrylatora i pulsoksymetru.

Do badania wybrano w sposób losowy grupę 25 pacjentów – 15 mężczyzn i 10 kobiet. Średnia wieku 67,21. Do badań nie zakwalifikowano pacjentów uzależnionych od stymulacji serca.

W badanej grupie znaleźli się pacjenci, którym wszczepiono implanty:

- przed 1990 r. – 1 osoba
- 1990 – 2000 r. – 12 osób
- 2001 – 2003 r. – 9 osób
- w 2004 r. – 4 osoby.

Przebadano 18 rodzajów stymulatorów, zarówno w aspekcie technicznym (producent), jak i rodzaju stymulacji oraz rodzaju elektrod.

Przetestowane implanty wyposażone były w elektrody: 10 elektrod przedsionkowych dwubiegunowych i 3 jednobiegunowe. W przypadku elektrod komorowych przetestowano 13 elektrod dwu- i 8 jednobiegunowych.

Przebieg i wyniki badań

Zastosowano następujące procedury badawcze:

- kwalifikacja pacjenta do badania
- standardowa kontrola układu stymulującego
- założenie aparatu Holtera do monitorowania impulsowania stymulatora
- ocena wpływu pracującej z maksymalną mocą stacji bazowej na układ stymulujący serce – stopniowe zbliżanie się pacjenta do stacji bazowej
- w przypadku wystąpienia zaburzeń pracy stymulatora (ocena kliniczna) – ocena odległości, przy której do nich doszło; ocena zapisu holterowskiego pod kątem rodzaju zaburzeń pracy stymulatora.

Po podpisaniu przez pacjenta zgody na udział w eksperymencie, przeprowadzano pełną kontrolę stymulatora. Po zakwalifikowaniu pacjenta do badań, podłączano go do

12-kanałowego rejestratora holterowskiego oraz do pulsoksymetru połączonego z przenośnym defibrylatorem. Następnie pacjent powoli przemieszczał się po określonej trasie w stronę anteny stacji bazowej przy asekuracji lekarza (fot. 2.).

Zgodnie z ustaleniami, na czas wykonywania badań w korytarzu szpitalnym wstrzymywano ruch. Pulsoksymetr i rejestrator holterowski umożliwiały monitorowanie pracy stymulatora podczas badania. Czynność impulsowania stymulatora rejestrowana była 24 godziny od momentu kontroli urządzenia. Odnotowywano czas przekroczenia oznakowanych miejsc, w których oznaczono poziomy pola elektromagnetycznego (fot.3.).

Każda próba przemieszczania się pacjenta z lekarzem w kierunku anteny stacji bazowej kończyła się w miejscu oznaczonym 100 V/m. Dla każdego z przebadanych pacjentów przeprowadzono dwie próby, w jednej z prób stacja bazowa była wyłączona (próba pasywna), a w drugiej stacja bazowa była włączona (próba aktywna). Kolejność prób była losowa i podwójnie ślepa – zarówno pacjent jak i lekarz nie byli powiadamiani o stanie anteny. Według założeń, zakończenie eksperymentu z udziałem danego pacjenta miało miejsce po przeprowadzeniu dwóch prób lub w przypadku stwierdzenia zaburzeń pracy stymulatora.

Wyznacznikiem poprawności impulsowania implantu był przebieg elektrokardiogramu rejestrowany aparatem Holtera. Czas zapisu EKG to 24 godziny od momentu kontroli stymulatora, czyli bezpośrednio przed testami metodą *in vivo* z wykorzystaniem anteny stacji bazowej.

Po analizie przebiegu zapisanych elektrokardiogramów, ze szczególnym uwzględnieniem przedziału czasowego, w którym pacjent ze stymulatorem poddawany był ekspozycji na pole elektromagnetyczne – **nie zanotowano żadnych nieprawidłowości w zapisie holterowskim.**

Podsumowanie

Przedstawiony przegląd literatury oraz wyniki badań własnych wskazują na **znikomy** wpływ pola elektromagnetycznego, pochodzącego od anteny aparatu komórkowego, który może zostać wyeliminowany przez zachowanie elementarnych zasad ostrożności, przede wszystkim zachowanie bezpiecznej odległości aparatu komórkowego od stymulatora – **najbardziej ostrożne badania podają odległość 20 cm**, a większość badaczy mówi o odległości 10 cm jako bezpiecznej,

W wyniku badań z udziałem pacjentów z wszczepionymi stymulatorami prowadzonych w warunkach, w których pole elektromagnetyczne osiągało największe wartości, w zasadzie niespotykane w realnym kontakcie „nosiela” stymulatora z polem elektromagnetycznym generowanym przez anteny stacji bazowych, **nie stwierdzono zagrożenia ze strony pola elektromagnetycznego, generowanego przez antenę bazową**

PIŚMIENNICTWO

- [1] Dla dociekliwych. Rozruszniki serca a promieniowanie. „Twoja Komórka” 16/1999
- [2] SMS – spytało mnie społeczeństwo: Czy w obecności ludzi z rozrusznikiem serca należy wyłączać telefon? „Twoja Komórka” 59/2002
- [3] Krawczyk A., Pławiak-Mowna A. Kardiostymulatory w polu elektromagnetycznym od telefonów komórkowych. „Przegląd Elektrotechniczny” 8/2002
- [4] Kaczmarewicz S. Elementarne podstawy stymulacji serca. „Kardiologia Polska” 51/2000
- [5] Kargul W. Elektrostymulacja serca – aktualny stan wiedzy. Medipress „Kardiologia” Vol. 7, 4/2000
- [6] Serwis internetowy Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego, <http://www.ptkardio.pl>
- [7] Portal internetowy producenta anten Kathrein: <http://www.kathrein.de>, przedstawicielstwo w Polsce <http://www.katpol.pl>
- [8] Walczak F., Kępski R., Koźluk E., Baranowski R. Czego oczekują od 24-godzinnej EKG u pacjenta z wszczepionym stymulatorem serca? – Folia Cardiol. tom 8 supl. A, A5 – A10. 2001