

Wpływ korzystania z telefonu komórkowego na zapis EKG rejestrowany metodą Holtera

Magdalena Kumor, Rafał Baranowski, Wanda Rydlewska-Sadowska

Instytut Kardiologii w Warszawie

The influence of cellular phone on 24 hour Holter ECG recording

Introduction: *The use of cellular phones in everyday life increases rapidly. They may interfere with various electronic devices. There are no papers concerning the issue, how the use of cellular phone may influence the quality of 24-hour Holter ECG.*

The aim of the study: *Our aim was to evaluate the influence of use of cellular phones on quality of 24-hour ECG and to propose the guidelines concerning the use of cellular phones during 24-hour ECG recordings.*

Material and methods: *We analysed 42 routine 24-hour ECG registrations. The ECG tracings were evaluated separately at the beginning of registration during the hand-over phase, dialing and talking and listening phase (the phone was placed < 10 cm from the recorder). In some cases we also evaluated the interference during the whole registration (the phone was carried freely by the patient during the day). We analysed digital (n = 15) and analogue (n = 27) ECG recordings.*

Results: *The artefacts lasting 10–60 s were observed in 11/15 digital and 13/27 analogue recordings. These transient artefacts caused difficulties in interpretation of ECG particularly in digital recordings of patients with pacemakers. During the digital recordings the artefacts were also seen when the phone was placed in distance > 10 cm.*

Conclusions: *The use of cellular phone may transiently disturb the ECG recording. The artefacts are more frequent when the digital ECG recorders are used. We suggest informing patients that they should carry their phone as far as possible from ECG recorder and when using digital recorders they should decrease the number of phone calls. (Folia Cardiol. 2000; 7: 321–326)*

Holter ECG, cellular phone

Wstęp

W ciągu ostatnich lat wzrosła liczba użytkowników telefonów komórkowych. Można łatwo zauważyć, że korzystanie z telefonu komórkowego zakłóca pracę odbiorników radiowych lub kompu-

terów. Prowadzone są liczne badania oceniające wpływ pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez aparat telefoniczny na aparaturę medyczną, w szczególności na urządzenia podtrzymujące funkcje życiowe pacjentów oddziałów intensywnej opieki medycznej i sal operacyjnych, jak również na wszczepiane stymulatory czy kardiowertery-defibrylatory [1]. W przypadku oddziałów intensywnej opieki medycznej i sal operacyjnych zaleca się całkowity zakaz używania telefonów komórkowych ze względu na stwierdzone zakłócenia w pracy aparatury podtrzymującej funkcje życiowe [1]. W pozostałych częściach szpitala zaleca się wyłączenie telefonu

Adres do korespondencji: Dr Magdalena Kumor
 Instytut Kardiologii
 Zakład Diagnostyki Nieinwazyjnej
 ul. Alpejska 42, 04–628 Warszawa
 Nadesłano: 13.09.2000 r. Przyjęto do druku: 16.10.2000 r.

w odległości 1 m od urządzeń. Pacjentom z rozrusznikami zaleca się używanie telefonu po przeciwnej stronie ciała niż wszczepiony stymulator [2]. Dotychczas w dostępnym piśmiennictwie nie opisywano wpływu pola elektromagnetycznego związanego ze stosowaniem telefonów komórkowych na pracę rejestratorów 24-godzinne EKG. Problem ten wymaga weryfikacji z powodu rosnącej liczby użytkowników telefonii komórkowej oraz faktu, że wielu pacjentów nosi telefon w bliskim sąsiedztwie rejestratora.

Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu korzystania z telefonu komórkowego na jakość zapisu holterowskiego i propozycja zaleceń dotyczących korzystania z telefonów w trakcie rejestracji 24-godzinne EKG.

Material i metody

W pracy oceniano, jaki wpływ wywiera korzystanie z telefonów komórkowych różnych typów, działających w 3 sieciach, na pracę rejestratorów cyfrowych i analogowych 24-godzinne EKG. Stosowano rejestratory firmy Del-Mar Avionics — model 420 i Digicorder. W badaniach uczestniczyli pacjenci, u których rejestrację 24-godzinną wykonywaną ze wskazań klinicznych. U wszystkich chorych rejestrator 24-godzinne EKG oraz telefon komórkowy umieszczono w typowym miejscu — w okolicach biodra. Odległość telefonu od rejestratora wynosiła około 10 cm. Na początku rejestracji 24-godzinne EKG pacjent prowadził krótką rozmowę „przychodzącą”. Jeżeli chory posiadał na stałe własny aparat i korzystał z niego w pozostałym okresie rejestracji, to moment korzystania z telefonu opisywał w dzienniczku (z podaniem dokładnej godziny). W tych przypadkach telefon znajdował się w różnej odległości od rejestratora. W trakcie rutynowej analizy zapisów (Del-Mar 563 StrataScan) oceniano dodatkowo i drukowano odpowiednie fragmenty EKG w czasie „wzbudzenia” telefonu przed rozmową „przychodzącą” oraz w czasie pro-

wadzenia rozmowy. Badaniami objęto 42 pacjentów, u których 15 zapisów wykonano rejestratorami cyfrowymi, a 27 rejestratorami analogowymi.

Wyniki

Wyniki dotyczące częstości zakłóceń zapisu przedstawia tabela 1. Charakterystyczne zakłócenia zapisu w postaci pików o zmiennej częstotliwości obserwowano w trakcie wzbudzenia telefonu komórkowego przed rozmową „przychodzącą” (ryc. 1–3). W większości przypadków czas trwania zakłóceń nie przekraczał 10 s; dłuższe zakłócenia (do 60 s) obserwowano w przypadku rejestratorów cyfrowych. Obecność artefaktów spowodowanych działaniem telefonu komórkowego utrudniała prawidłową ocenę tego fragmentu zapisu 24-godzinne EKG. Jeżeli do analizy zapisu wybrano kanał, na którym zakłócenia były najmniejsze, to prawidłowa identyfikacja i klasyfikacja zespołów QRS była możliwa. Przy zastosowaniu analizy automatycznej bez dokładnego doboru kanałów dochodziło do błędnego klasyfikowania artefaktów zapisu jako pobudzeń nadkomorowych i komorowych. W przypadku rejestracji EKG u pacjentów z wszczepionym rozrusznikiem w większości zapisów na kanale rejestrującym pracę stymulatora w trakcie „wzbudzenia” telefonu obserwowano pseudoimpulsy uniemożliwiające ocenę zapisu (ryc. 3). Jeżeli chodzi o rejestratory cyfrowe artefakty pojawiały się również wtedy, gdy telefon nie znajdował się w bezpośrednim sąsiedztwie rejestratora. Obserwowano także zakłócenia zapisu podczas wykonywania połączeń. Zakłócenia były najmniejsze w przypadku używania telefonów działających w sieci IDEA.

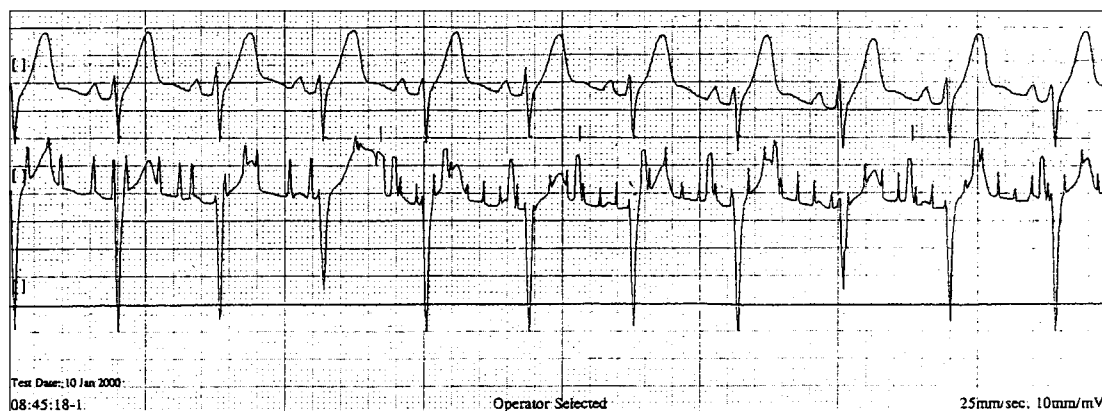
Dyskusja

Telefony komórkowe są urządzeniami coraz powszechniej używanymi. Energia pod postacią fal radiowych emitowanych przez telefony może wpływać na obwody elektryczne, powodując elektromagne-

Tabela 1. Częstość zakłóceń zapisu holterowskiego

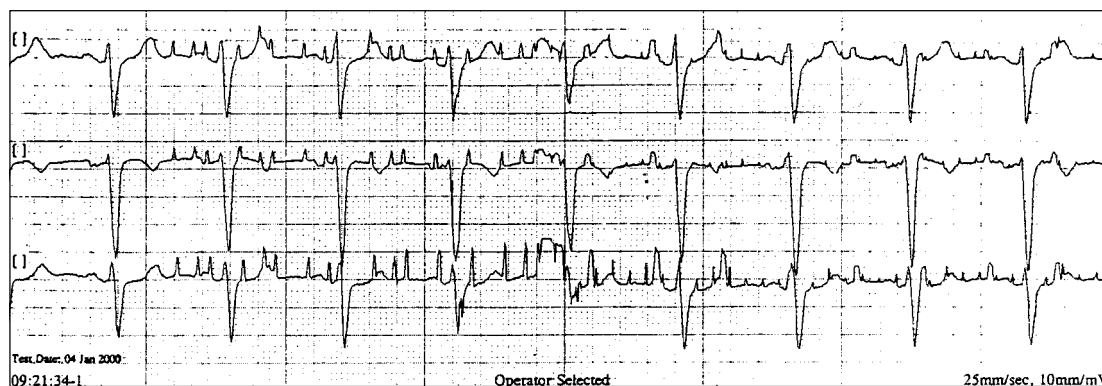
Table 1. The occurrence of the artefacts during Holter ECG registration

Sieć	Liczba zapisów	Rejestrator cyfrowy (15 zapisów)		Rejestrator analogowy (27 zapisów)	
		Zakłócenia	Brak zakłóceń	Zakłócenia	Brak zakłóceń
IDEA	13	—	4	—	9
ERA	21	9	—	10	2
PLUS	8	2	—	3	3



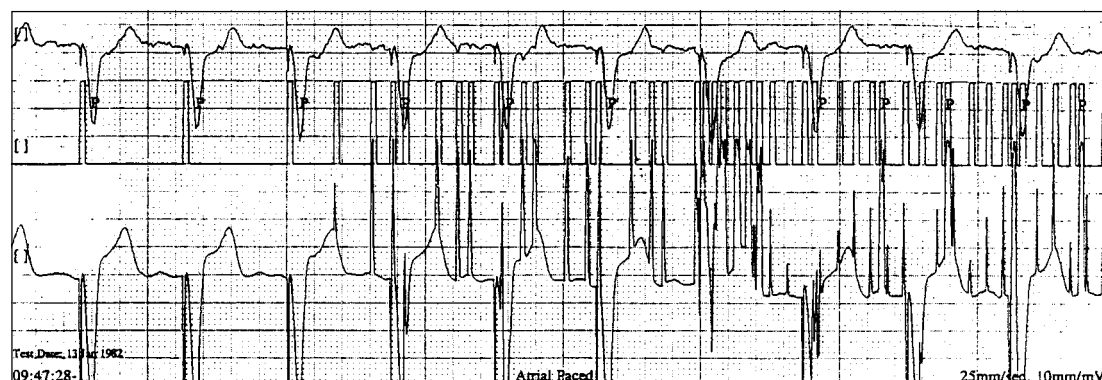
Ryc. 1. Zakłócenia zapisu 24-godzinnego EKG rejestratora analogowego w czasie „wzbudzenia” telefonu komórkowego przed rozmową.

Fig. 1. The artefacts of Holter ECG (tape recorder) during hand-over phase.



Ryc. 2. Zakłócenia zapisu 24-godzinnego EKG rejestratora cyfrowego w czasie „wzbudzenia” telefonu komórkowego przed rozmową.

Fig. 2. The artefacts of Holter ECG (digital recorder) during hand-over phase.



Ryc. 3. Zakłócenia zapisu EKG rejestratora cyfrowego u pacjenta z rozrusznikiem w czasie „wzbudzenia” telefonu komórkowego przed rozmową. Na drugim kanale widoczne pseudoimpulsy stymulatora utrudniające analizę zapisu.

Fig. 3. The artefacts of Holter ECG in patient with pacemaker (digital ECG recording) during hand-over phase. False pacemaker spikes seen on the second channel make the analyses difficult.

tyczną interferencję. Zjawisko to występuje wówczas, kiedy urządzenie elektryczne znajduje się w polu magnetycznym. Zapobieganie interferencji polega na identyfikacji jej obszarów i takiej przebudowie obwodów, aby stały się elektromagnetycznie kompatybilne [3]. Stwierdzono, że pole magnetyczne wytwarzane przez aparat może interferować z urządzeniami elektronicznymi np. w samolotach, może zakłócać pracę komputerów czy zwykłego radia.

Prace oceniające wpływ telefonu komórkowego zarówno *in vitro*, jak i *in vivo* na stymulatory czy kardiowertery wykazały, że mogą one spowodować zakłócenia pracy stymulatora, co z kolei może być groźne dla życia pacjentów stymulatorozależnych. Elektroda stymulatora może zadziałać jak antena przechwytyjąca sygnał telefonu [3–5]. Autorzy pracy z Hong Kongu przebadali 29 pacjentów z wszczepionymi układami stymulującymi. Badano wpływ dzwoniącego telefonu w różnej odległości od stymulatora. Zaburzenia stymulacji, takie jak blokowanie impulsu stymulatora, stymulacja asynchroniczna czy szybka stymulacja komór w rozrusznikach posiadających funkcję R, obserwowano w 57% przypadków, ale tylko wówczas, kiedy aparat był umieszczony bezpośrednio nad puszką stymulatora. Stwierdzono również, że najczęściej interferencja elektromagnetyczna ma miejsce w wypadku przedścionkowych układów stymulujących z elektrodami jednobiegunowymi i dużą czułością wejścia w stymulatorze. Zakłócenia pracy urządzeń były jedynie przejściowe. Fetter i wsp. [6] badali wpływ telefonu komórkowego na kardiowertery, nie stwierdzili jednak żadnych zaburzeń w ich pracy, pomimo że telefony były umieszczone blisko urządzenia. Może to wynikać z faktu, że kardiowertery, choć mają większą czułość niż stymulatory, są wszczepiane pod mięsień piersiowy lub mięśnie brzucha, które zmniejszają natężenie pola magnetycznego [7]. Naukowcy włoscy również nie obserwowali istotnych zakłóceń pracy defibrylatora *in vivo*, choć wykazali potencjalnie niebezpieczny wpływ telefonów komórkowych na te urządzenia *in vitro* [9]. W innym badaniu, sprawdzającym wpływ telefonów komórkowych na kardiowertery *in vitro*, również stwierdzono zaburzenia w ich pracy, polegające na nieprawidłowych wyładowaniach i blokowaniu funkcji stymulatorowej [8]. W związku z tym zaleca się używanie telefonów komórkowych w odległości min 15 cm od kardiowertera [6]. Wszyscy autorzy podkreślają jednak, że problem wpływu telefonów na urządzenia medyczne wobec ciągłego rozwoju technologii powinien być przedmiotem badań.

W piśmiennictwie nie znaleźliśmy prac o wpływie urządzeń będących źródłem pola magnetycznego na zapis 24-godzinny EKG. Jak wykazaliśmy, zakłócenia zapisu EKG w rejestratorach analogowych i cyfrowych spowodowane korzystaniem z telefonu komórkowego umieszczonego w bliskiej odległości od rejestratorów były krótkotrwałe. Pojawiały się w okresie „wzbudzenia” telefonu przed rozmową. Nie stanowiły istotnego utrudnienia w interpretacji 24-godzinnego EKG, jeżeli prowadzono perspektywną ocenę zapisu z możliwością stałej weryfikacji morfologii QRS i doboru kanałów analizy. Automatyczna, a zwłaszcza retrospektywna analiza tych fragmentów prowadziła do fałszywego rozpoznania arytmii nadkomorowej lub komorowej. Zakłócenia zapisu utrudniały w sposób najistotniejszy analizę zapisów EKG pacjentów z rozrusznikiem (ryc. 3). Problem zakłóceń częściej występował w przypadku aparatów cyfrowych (tab. 1). Artefakty zapisu w tym typie rejestracji obserwowano również, jeżeli pacjent nosił telefon nie tylko w bezpośrednim sąsiedztwie aparatu, ale np. po drugiej stronie ciała. Nasilenie zakłóceń powodowała konieczność wyłączenia tych fragmentów z analizy, zwłaszcza w wypadku zapisów u pacjentów z rozrusznikami. Zdecydowanie mniejszą liczbę zakłóceń obserwowano, gdy pacjenci korzystali z telefonów sieci IDEA. Trudno rozstrzygnąć, co było tego przyczyną — mogło to być związane zarówno z parametrami technicznymi przekazu sygnału, jak również z odległością od przełączników sieci. Siła pola magnetycznego wytwarzanego przez telefon zależy od jego parametrów technicznych, odległości od przełącznika, a także otoczenia, w jakim pracuje aparat: np. silniejsze pole magnetyczne zostaje wzbudzone wewnątrz budynków niż na otwartej przestrzeni. Wszystkie wyżej wymienione parametry mają wpływ na możliwość wystąpienia oraz nasilenie zakłóceń zapisu, jednak nie mogliśmy ich brać pod uwagę z powodu braku dostępu do danych technicznych sieci, aparatów telefonicznych oraz możliwości zastosowania odpowiedniej aparatury pomiarowej pola magnetycznego. Pojawiające się krótkotrwałe artefakty mogą utrudniać analizę zapisu EKG, zakres tego problemu zależy od wspomnianych wcześniej, trudnych do oceny i przewidzenia, parametrów technicznych przekazu sygnału telekomunikacyjnego. Jedynymi czynnikami, na które można wpłynąć, to odległość telefonu od rejestratora oraz ograniczenie liczby wykonywanych połączeń. Z tego powodu sądzimy, że przy wykonywaniu zapisów 24-godzinnego EKG (zwłaszcza za pomocą rejestratorów cyfrowych) pacjentów korzy-

stających z telefonów komórkowych należy prosić o umieszczenie aparatu jak najdalej od rejestratora i poinformować, że częste korzystanie z telefonu może utrudnić analizę ich zapisów.

Wnioski

1. Korzystanie z telefonu komórkowego może powodować krótkotrwałe zakłócenia zapisu 24-godzinne EKG.
2. Zakłócenia występują częściej podczas wykonywania zapisów 24-godzinne EKG przy zastosowaniu rejestratorów cyfrowych.
3. Proponujemy, aby zalecać pacjentom umieszczanie telefonów komórkowych możliwie jak najdalej od rejestratora 24-godzinne EKG, a w wypadku rejestratorów cyfrowych prosić również o ograniczanie liczby rozmów.

Streszczenie

Telefon komórkowy a 24-godzinne EKG

Wstęp: *Telefony komórkowe są coraz powszechniej używane w życiu codziennym. Ich wpływ na niektóre urządzenia może być niekorzystny. Dotychczas nie oceniano wpływu korzystania z telefonu komórkowego na jakość rejestracji 24-godzinne EKG.*

Cel pracy: *Ocena wpływu korzystania z telefonu komórkowego na jakość zapisu 24-godzinne EKG i propozycja zaleceń dotyczących używania telefonu w trakcie rejestracji EKG metodą Holtera.*

Materiał i metody: *Badaniami objęto 42 pacjentów, u których wykonano rutynowe zapisy 24-godzinne EKG. Na początku rejestracji oceniano jakość zapisu przed rozmową i podczas prowadzenia rozmowy przez telefon komórkowy (wyjściowo umieszczony < 10 cm od rejestratora). U części pacjentów oceniano występowanie zakłóceń w okresie całej rejestracji (telefon umieszczony wyjściowo w miejscu dowolnym). Analizowano zapisy wykonane za pomocą rejestratorów cyfrowych (n = 15) i analogowych (n = 27).*

Wyniki: *W 11/15 zapisów cyfrowych i 13/27 analogowych rejestrowano krótkotrwałe (10–60 s) zakłócenia utrudniające analizę zapisu. Szczególne utrudnienia oceny zapisu dotyczyły rejestracji 24-godzinne EKG u pacjentów z rozrusznikiem. W wypadku rejestratorów cyfrowych artefakty były widoczne również, gdy telefon był umieszczony > 10 cm od rejestratora.*

Wnioski: *Korzystanie z telefonu komórkowego może powodować krótkotrwałe zakłócenia zapisu 24-godzinne EKG. Zakłócenia występują częściej przy zastosowaniu rejestratorów cyfrowych. Proponujemy, aby zalecać pacjentom umieszczanie telefonów komórkowych możliwie jak najdalej od rejestratora 24-godzinne EKG, a w przypadku rejestratorów cyfrowych zalecać również ograniczanie liczby rozmów. (Folia Cardiol. 2000; 7: 321–326)*

EKG metodą Holtera, telefon komórkowy

Piśmiennictwo

1. Adler D., Mahler Y., Israeli A. Cellular phone interference with medical instruments. Harefuah. 1997; 132: 313–318, 382 (streszczenie).
2. Jordaens L.J. A phone call to heaven. Is cellular phone dangerous for its user with pacemaker? Eur. Heart J. 1997; 18: 1528–1529.
3. Hayes D.L., Carrillo R.G., Findlay K., Embrey M. State of science: pacemaker and defibrillator interference from wireless communication. PACE 1996; 19: 1419–1430.
4. Chen W., Lau C. i wsp. Interference of cellular phones with implanted permanent pacemakers. Clin. Cardiol. 1996; 19: 881–886.
5. Ruggera P., Witters D., Bassen H. In vitro testing of pacemakers for digital cellular phone electromagnetic interference Biomedical Instrumentation and Technology. 1997; 31: 358–371.
6. Fetter J.G., Ivans V., Benditt D.G., Collins J. Digital cellular telephone interaction with implantable cardioverter-defibrillators. J. Am. Coll. Cardiol. 1998; 31: 623–628.

7. Inrich W. Mobile telephones and pacemakers. PACE 1996; 19: 1407–1409.
8. Bassen H.I., Moore H.J., Ruggera P. S. Cellular phone interference testing of implantable cardiac defibrillators in vitro. Pacing and Clinical Electrophysiology 1998; 21: 1709–1715.
9. Barbaro V., Bartolini P., Bellocchi F., Caruso F., Donato A., Gabrielli D., Militello C., Montenero A.S., Zecchi P. Electromagnetic interference of digital and analog cellular telephones with implantable cardioverter defibrillators: in vitro and in vivo studies. PACE 1999; 22: 626–634.