

# Rola monitorowania EKG przez telefon w diagnostyce zaburzeń czynności rozrusznika serca

Dariusz Wojciechowski<sup>1</sup>, Marek Kowalewski<sup>1</sup> i Violetta Tobijasiewicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samodzielna Pracownia Bioinżynierii Klinicznej Szpitala Wolskiego  
Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN

<sup>2</sup>Centrum Nadzoru Kardiologicznego Kardiofon

W początkowym okresie rozwoju stałej elektrostymulacji serca jednym z najważniejszych problemów było określenie momentu, w którym z powodu wyczerpania baterii należy wymienić rozrusznik. Wykorzystywane wówczas źródła zasilania charakteryzowały się krótszym okresem pracy, a stosowane układy elektroniczne zużywały więcej energii, dlatego okresowe kontrole pracy rozrusznika przeprowadzano znacznie częściej niż obecnie. Było to szczególnie uciążliwe dla chorych mieszkających daleko od ośrodka kontroli. Najbardziej dogodnym wyjściem z tej sytuacji okazało się wprowadzenie oceny czynności rozrusznika serca przez telefon. Impulsy rozrusznika były wykrywane i po przetworzeniu w sygnał analogowy przekazywane do ośrodka kontroli przez specjalnie zaprojektowane urządzenie. Rejestracji najczęściej dokonywano po przyłożeniu magnesu nad rozrusznik, co umożliwiło ocenę częstości i niektórych cech impulsu, np. jego szerokości. Dzięki uzyskanym informacjom można było ocenić stopień wyczerpania baterii. Ze względu na prostotę i efektywność tego typu systemów nadzoru funkcjonują one nadal w krajach, takich jak Stany Zjednoczone i Niemcy, więc niektóre firmy produkujące rozruszniki, np. Medtronic, wyposażają swoje urządzenia w funkcje ułatwiającą ocenę częstości rytmu przez telefon [1]. Należy nadmienić, że w połowie lat 70. zespół inżynierów pod kierownictwem Płońskiego z ORMED w Warszawie zrealizował pomysł Stopczyka i wyprodukował prototypową partię urządzeń umożliwiających kontrolę rozrusznika serca przez telefon. Ocenę ich przydatności w codziennej praktyce klinicznej przedstawił Opolski i wsp. [2].

W ostatnich latach obserwuje się rozwój metod umożliwiających przekazywanie EKG drogą telefoniczną. Jedną z nich jest transmisja standardowego, 12-odprowadzeniowego zapisu zarejestrowanego w pamięci aparatu EKG do urządzenia odbierającego. Inną metodą jest ciągłe monitorowanie EKG przez telefon. Do tego celu wykorzystuje się urządzenia rejestrujące co najmniej jedno odrowadzenie EKG z powierzchni klatki piersiowej lub z kończyn górnych. Aby dokonać rejestracji, pacjent przykłada do skóry elektrody połączone za pomocą kabla z urządzeniem, które odbiera elektryczne pobudzenie serca i przetwarza je w sygnał analogowy. Po uzyskaniu połączenia z centralą chory przykładła urządzenie do słuchawki telefonicznej, co pozwala na przesłanie sygnału EKG. W centrali nadzoru całodobowo dyżur pełni lekarz, który ocenia uzyskane badanie, a następnie archiwizuje je w bazie danych.

Systemy monitorowania EKG przez telefon były dotychczas stosowane przede wszystkim w ocenie zaburzeń rytmu i przewodzenia serca. Zalety powyższej metody są również wykorzystywane do innych celów. Przykładem mogą być randomizowane badania SOPAT oraz PAFAC, oceniające skuteczność i działania niepożądane różnych leków antyarytmicznych w leczeniu napadowego migotania przedsionków [3, 4]. W badaniach tych chory przekazuje zapis EKG jeden raz dziennie oraz dodatkowo w razie wystąpienia objawów. Celem przeprowadzanych przez chorego rejestracji jest ocena częstości objawowych i bezobjawowych incydentów migotania przedsionków oraz analiza występowania działań proarytmicznych leków, np. wydłużenie QT, arytmie komorowe. W sporadycznych przypadkach porównanie bieżącego zapisu z zarejestrowanym w bazie danych pozwala na stwierdzenie zmian odcinka ST. Dzięki temu monitorowanie EKG przez

Adres do korespondencji: Dr med. Dariusz Wojciechowski  
Szpital Wolski, Oddział Diagnostyki Kardiologicznej  
ul. Kasprzaka 17, 01-211 Warszawa

telefon przyspiesza udzielenie pierwszej pomocy w przypadku ostrego incydentu wieńcowego [5]. Przykładem tak korzystnej dla chorego współpracy może być Centrum Nadzoru Kardiologicznego KARDIOFON ściśle współpracujące z Warszawskim Pogotowiem Ratunkowym.

Powyższe obserwacje oraz stwierdzenie, że możliwa jest jednoczesowa rejestracja impulsów rozrusznika serca, załamków P i zespołów QRS, zwróciły uwagę na możliwość wykorzystania monitorowania EKG przez telefon w ocenie pracy rozruszników. Początkowo wykonano kilka próbnych rejestracji, w trakcie których przeprowadzono rutynową kontrolę czynności rozrusznika (ryc. 1). Ich porównanie z wynikami uzyskanymi za pomocą systemu kontroli rozruszników IMPULS (ITAM, Zabrze) potwierdziły możliwość dokładnego pomiaru długości odstępów między impulsami. Możliwa była również ocena własnych i wystymulowanych załamków P oraz zespołów QRS.

Celem kolejnej pracy było określenie przydatności monitorowania EKG przez telefon w ocenie

czynności różnego typu rozruszników serca (VVI — 12 pacjentów, DDD — 6, AAI — 4, VDD — 2) u 34 chorych, u których po wszczępieniu układu stymulującego utrzymywały się stare lub wystąpiły nowe dolegliwości. Były to przede wszystkim powtarzające się kołatania serca — 21 chorych, zasłabnięcia i utraty przytomności — 8, zawroty głowy — 5 oraz pogorszenie tolerancji wysiłku występujące po wszczępieniu rozrusznika — 3 pacjentów. Oceniano elektrokardiogramy wykonane w czasie odczuwanych przez chorego dolegliwości (91% zapisów). Analizowano również rejestracje związane z okresową kontrolą pacjenta (9%). U wszystkich chorych rutynowa kontrola czynności pracy rozrusznika wykonana w ośrodku wszczępienia wypadła prawidłowo. Podczas obserwacji trwającej 8–16 miesięcy pacjenci wykonali 494 rejestracje EKG o czasie trwania 0,5–1 min.

Najczęstszą przyczyną kołatań serca występujących u chorych z wszczępieniem rozrusznikiem były zaburzenia rytmu (tab. 1). U jednego chorego z wszczępieniem stymulatorem AAI migotanie



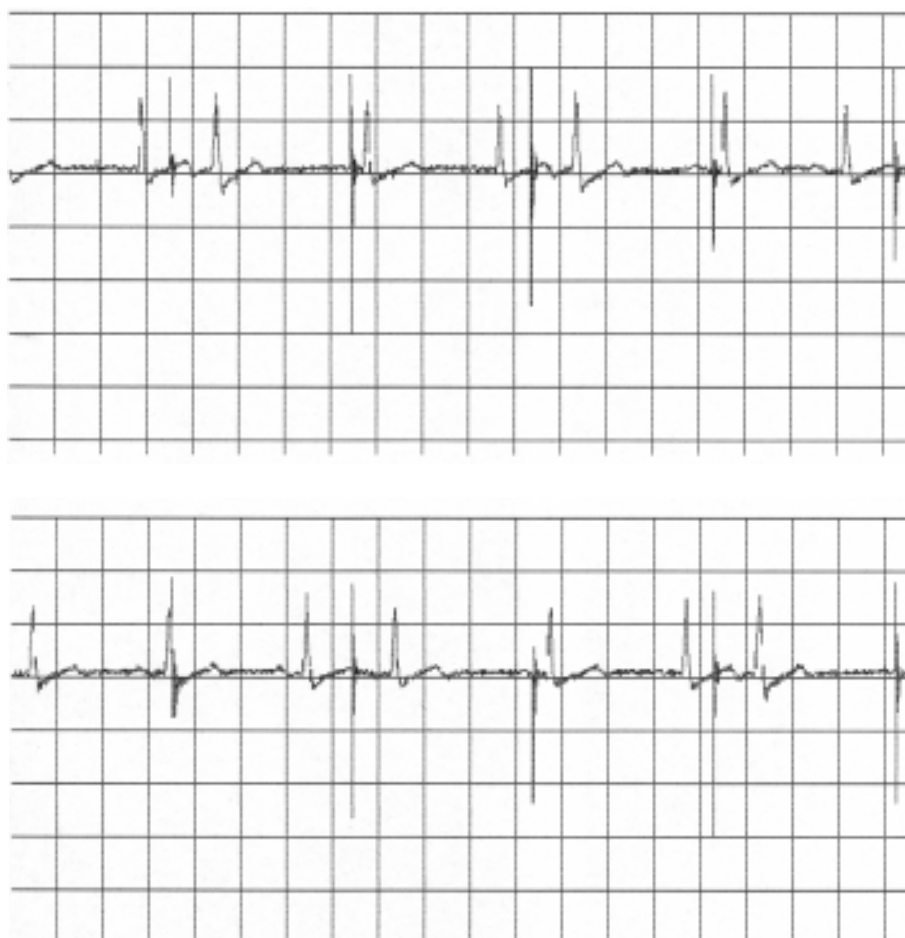
**Ryc. 1.** Rutynowa telefoniczna kontrola rozrusznika serca typu DDD. Strzałką zaznaczono miejsce przyłożenia magnesu.

**Fig. 1.** Routine transtelephonic ECG assessment in patient with pacemaker.

**Tabela 1.** Przyczyny kotatań serca stwierdzone za pomocą monitorowania EKG przez telefon**Table 1.** Results of transtelephonic ECG in diagnosis of palpitations in patients with pacemaker

Liczba badanych	21
Napadowe migotanie przedsionków	7
Komorowe zaburzenia rytmu	4
Przyspieszony rytm zatokowy	6
Nieprawidłowa czynność rozrusznika	
zespół stymulatorowy	1
nieprawidłowe zaprogramowanie czułości	1
nieprawidłowe zaprogramowanie rytmu maksymalnego	1
nieprawidłowe włączanie się funkcji <i>mode conversion</i>	1

przedsionków było wyzwalane przez nieprawidłowe włączenie układu, na skutek braku odczytywania pobudzeń własnych — zbyt niska czułość (ryc. 2). Przeprogramowanie rozpoznawania pobudzeń własnych z systemu jednobiegunowego na dwubiegunowy oraz zwiększenie czułości rozrusznika spowodowało całkowite ustąpienie zaburzeń rytmu serca. U jednego chorego z wszczepionym rozrusznikiem DDD oraz powtarzającymi się napadami migotania przedsionków nie obserwowano włączania się prawidłowo zaprogramowanej funkcji *automatic mode conversion*. Polega ona na automatycznej zmianie sposobu stymulacji z DDD na DVI w momencie wystąpienia tachyarytmii nadkomorowej, np. migotania lub trzepotania przedsionków. Pozwala to uniknąć stymulacji komorowej po każdym pobudzeniu przedsionkowym i w efekcie zapobiega wystąpieniu szybkiej czynności komór w czasie arytmii. Zmiana

**Ryc. 2.** Zaburzenia sterowania rozrusznika AAI o typie zbyt niskiej czułości.**Fig. 2.** Undersensing in patients with AAI pacemaker.

sposobu stymulacji z DDD na DDI spowodowała zmniejszenie dolegliwości. U jednego chorego z wszczepionym rozrusznikiem VDD przyczyną kołatań serca, którym towarzyszyły zasłabnięcia i utraty przytomności, był zespół stymulatorowy, spowodowany zbyt dużą częstotliwością rytmu podstawowego — 60/min. Ponieważ częstota rytmu zatokowego była od niej wolniejsza, 70% rytmu dobowego stanowiła stymulacja VVI z zachowanym wstecznym przewodzeniem przedsionkowo-komorowym. Zwolnienie rytmu podstawowego do 50/min, zastosowanie ujemnej histerezy oraz włączenie programu nocnego pozwoliło na przejściowe ustąpienie dolegliwości. Jednak ze względu na konieczność stosowania leków wpływających depresyjnie na węzeł zatokowo-predsionkowy wszczepiono elektrodę przedsionkową i zmieniono sposób stymulacji z VDD na DDDR. Po zabiegu, w badaniu przeprowadzonym metodą Holtera, obserwowano krótkie epizody częstoskurczu stymulatorowego. Po wydłużeniu refrakcji części przedsionkowej ustąpiły dotychczas zgłaszane przez chorego dolegliwości. Kolejne rejestracje EKG przez telefon wykazały prawidłową pracę rozrusznika serca. U jednego chorego z wszczepionym rozrusznikiem DDD uczucie kołatania serca było spowodowane przyspieszonym rytmem zatokowym, przekraczającym częstotliwość 100/min, który ustąpił po wdrożeniu leczenia niewydolności serca (ryc. 3). W kolejnych, rutynowych rejestracjach EKG przez telefon czynność serca mieściła się w przedziale 70–90/min.

Drugą co do częstości przyczyną dolegliwości zgłaszanych przez 8 chorych z wszczepionym rozrusznikiem serca były zasłabnięcia i utraty przytom-

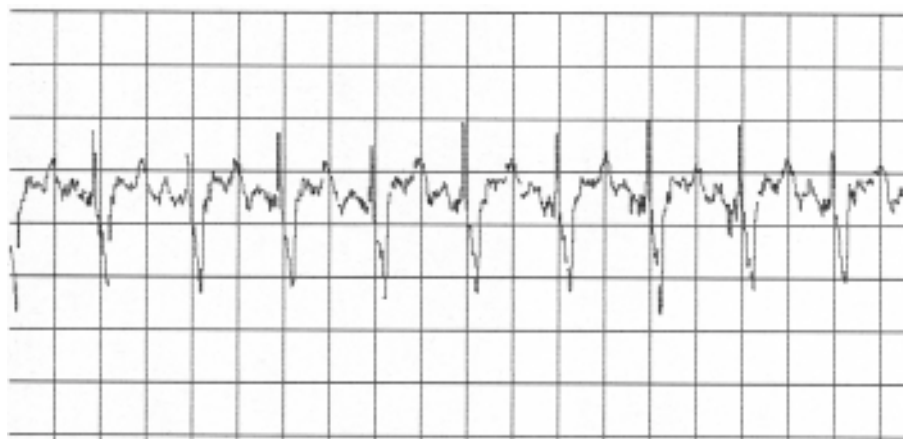
**Tabela 2.** Przyczyny zaburzeń świadomości stwierdzone za pomocą monitorowania EKG przez telefon

**Table 2.** Results of transtelephonic ECG monitoring in diagnosis of syncope in patients with pacemaker

Liczba badanych	8
Stymulacja AAI i zaawansowany blok p-k	1
Zespół stymulatorowy	3
Nie ustalono przyczyny	4

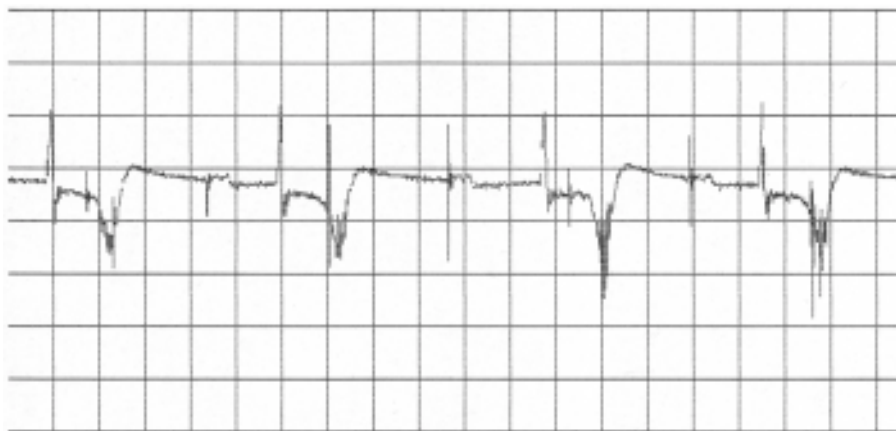
ności (tab. 2). U jednego pacjenta z rozrusznikiem typu AAI przyczyną utrat przytomności był zaawansowany blok przedsionkowo-komorowy, który wystąpił 5 lat po implantacji (ryc. 4). Wszczepienie elektrody komorowej oraz zmiana sposobu stymulacji na DDD spowodowała całkowite ustąpienie dolegliwości. U 3 chorych, w tym jednego, o którym wspomniano powyżej, przyczyną zasłabnięć oraz znacznego pogorszenia tolerancji wysiłku był zespół stymulatorowy. U chorego z wszczepionym stymulatorem VVI, z powodu napadowego bloku przedsionkowo-komorowego III°, zwolnienie częstotliwości rytmu podstawowego oraz zastosowanie ujemnej histerezy całkowicie wyeliminowało zgłaszane dolegliwości. U kolejnego pacjenta konieczna była zmiana sposobu stymulacji z VVI na DDDR.

U 4 chorych, u których występowały zasłabnięcia i utraty przytomności, pomimo wielokrotnego powtarzania rejestracji, nie obserwowano żadnych nieprawidłowości, więc przeprowadzono u nich szczegółową diagnostykę zasłabnięć, w tym 48-go-



**Ryc. 3.** Przyspieszony rytm zatokowy — stymulacja typu VDD.

**Fig. 3.** Transtelephonic ECG in patient with VDD pacemaker.



**Ryc. 4.** Stymulacja typu AAI — blok przedsionkowo-komorowy II° 2:1.

**Fig. 4.** Second degree A-V block in patients with AAI pacemaker.

dzinne monitorowanie EKG metodą Holtera W powyższym badaniu u jednego chorego z wszczepionym stymulatorem AAI zarejestrowano napadowy blok A-V III°. Chory ten wymagał zmiany sposobu stymulacji z AAI na DDD. U jednego chorego z wszczepionym stymulatorem DDD ze względu na typowy wywiad omdleń wazowagalnych przeprowadzono test pochyleniowy, w trakcie którego obserwowano mieszany typ reakcji wazowagalnej. Po badaniu podjęto decyzję o przeprogramowaniu stymulatora: włączono ujemną histerezę wraz z histerezą typu *scan* i *repetitive*. Spowodowało to złagodzenie objawów występujących u chorego. U 2 pacjentów nie wyjaśniono do końca przyczyny zasłabnięć, choć najbardziej prawdopodobną ich przyczyną były zaburzenia krążenia mózgowego. U chorych, u których występowały zawroty głowy nie obserwowano zaburzeń rytmu serca oraz stwierdzono prawidłową pracę rozrusznika serca.

Jak wykazują powyższe wyniki, monitorowanie czynności serca przez telefon jest przydatną metodą oceniającą pracę rozrusznika serca. U 7 (21%) chorych pozwoliło ono ustalić związek między występującymi objawami a zaburzeniami pracy rozrusznika lub nieodpowiednim w danym momencie sposobem stymulacji. Przeprogramowania rozrusznika u 4 chorych (12%) lub zmiany sposobu stymulacji z VDD i AAI na DDD — u 3 chorych (9%) spowodowały ustąpienie objawów. Metoda ta posiada także swoje ograniczenia, z których podstawowym jest niezadowalająca jakość zapisu EKG, spowodowana niewłaściwym przyklejaniem elektrod przez pacjentów oraz nieodpowiednim systemem filtracji sygnału. Kolejnym ograniczeniem, które stwierdzono po rozmowach z pacjentami, jest opóźnienie czasowe

występujące między pojawieniem się objawów a momentem rozpoczęcia rejestracji (przygotowanie skóry, naklejenie elektrod, uzyskanie połączenia telefonicznego). W tym przypadku przydatne mogłyby się okazać rejestratory wyposażone w pamięć.

Uwzględniając powyższe obserwacje, wydaje się, że monitorowanie czynności rozrusznika serca za pomocą EKG przez telefon można zastosować nie tylko do jego rutynowej kontroli, ale również w diagnostyce (tab. 3). Ustalenie kolejnych wskazań wymaga dalszych badań. Na konieczność ich prowadzenia wskazuje również obserwowany w ostatnich latach gwałtowny rozwój telefonii, szczególnie komórkowej. W najbliższym czasie należy się spodziewać wprowadzenia do praktyki klinicznej urządzeń, które umożliwią transmisję przez telefon wszystkich danych gromadzonych w pamięci rozrusznika, jego programowanie oraz ocenę elektrokardiogramu wewnątrzsercowego. W dalszej przyszłości przekazywanie powyższych informacji będzie moż-

**Tabela 3.** Proponowane wskazania dotyczące oceny czynności rozrusznika za pomocą monitorowania EKG przez telefon

**Table 3.** Proposed indications for transtelephonic ECG monitoring in patients with pacemaker

1. Rutynowa ocena czynności rozrusznika, szczególnie u chorych mieszkających daleko od ośrodka kontrolującego oraz u osób unieruchomionych lub z istotnym ograniczeniem poruszania się.
2. Ocena czynności rozrusznika u chorych, u których występują m.in. dolegliwości kołatania serca, zaburzenia świadomości w przypadku, gdy ich przyczyny nie ustalono w czasie rutynowej kontroli.

liwe bezpośrednio z rozrusznika do telefonu. Szczególnie korzystne może się to okazać w przypadku chorych z groźnymi dla życia, nagle występującymi zaburzeniami rytmu serca oraz pracy rozrusznika.

O ich rozpoznaniu urządzenie samo poinformuje przez telefon ośrodek kontroli, dzięki czemu czas oczekiwania na odpowiednią pomoc ulegnie skróceniu.

### Piśmiennictwo

1. Technical Manual-Kappa D.R. Medtronic, Inc Minneapolis 1997.
2. Opolski G., Pieniak M., Ziliński T., Steckiewicz R. Telefoniczny pomiar częstości impulsów w kontroli pacjentów z implantowanym stymulatorem serca. *Kardiol. Pol.* 1982; 25: 89–94.
3. Patten M., Koch H.P., Sontag F., Luderitz B., Meintert T. Medicaments prevention of symptomatic paroxysmal atrial fibrillation/flutter onset. Goal and design of the SOPAT study. *Zeitschrift für Kardiologie* 1999 Mar; 3: 185–194.
4. Fetsch T., Burschel G., Breitchard G., Engberding R., Koch H.P., Lukl J. Medicamentous prevention after cardioversion of chronic atrial fibrillation. Goals and design of the PAFAC Study. *Zeitschrift für Kardiologie* 1999 Mar; 88: 195–207.
5. Gorjup V., Jazbec A., Gersak B. Transtelephonic transmission of electrocardiograms in Slovenia. *Journal of Telemedicine & Telecare* 2000; 6: 205–208.