

Czy rozruszniki są wiarygodnym źródłem informacji o komorowych zaburzeniach rytmu?

Magdalena Kumor¹, Rafał Baranowski², Edward Koźluk³, Franciszek Walczak⁴

¹Klinika Wad Wrodzonych Serca, Instytut Kardiologii w Warszawie

²Klinika i Zakład Rehabilitacji Kardiologicznej i Elektrokardiologii Nieinwazyjnej,
Instytut Kardiologii w Warszawie

³I Katedra i Klinika Kardiologii, Uniwersytet Medyczny w Warszawie

⁴Klinika Zaburzeń Rytmu Serca, Instytut Kardiologii w Warszawie

Przedrukowano za zgodą z: *Cardiology Journal* 2010; 17, 5: 495–502

Streszczenie

Wstęp: *Celem pracy była analiza wiarygodności oceny komorowych zaburzeń rytmu uzyskiwanej dzięki funkcjom diagnostycznym rozruszników.*

Materiał i metody: *Występowanie pobudzeń komorowych (w okresie 24 godzin) oceniono w 51 zapisach EKG metodą Holtera i porównano z wydrukami ze stymulatora, wykonanymi w tym samym okresie co 24-godzinne rejestracje EKG. U 38 osób funkcja diagnostyczna stymulatora pozwalała również na ocenę jakościową — oceniono u nich zgodność występowania złożonych form komorowych zaburzeń rytmu, to jest przyspieszonych rytmów komorowych i częstoskurczów komorowych łącznie, oraz trójek i par. Jako warunek zgodności w zakresie wykrycia złożonych form komorowych zaburzeń rytmu uznano fakt stwierdzenia przynajmniej jednego zaburzenia danego typu przez obie metody.*

Wyniki: *Rezultaty zliczeń pobudzeń komorowych różniły się istotnie w zakresie obu metod. U 3 (6%) pacjentów wyniki były zgodne, u 20 (39%) stymulator zaniżył wyniki, u 28 (55%) osób zawyżył. Stosując liberalne kryteria zgodności, różnice istotne klinicznie stwierdzono u 24 (47%) osób, w tym u 7 (29%) zliczenia pobudzeń komorowych przez stymulator były zaniżone, a u 17 (71%) — zawyżone. Częstoskurcze komorowe rejestrowano w 24-godzinny EKG u 8 pacjentów. U 3 były one rozpoznane przez funkcję diagnostyczną. U 5 osób stymulator nie rozpoznał częstoskurczów (z powodu częstości < 120/min), u 9 pacjentów fałszywie rozpoznał ich obecność. W rozpoznawaniu częstoskurczów komorowych czułość opcji diagnostycznej wynosiła 38%, swoistość — 70%, wartość wyniku dodatniego — 25%, ujemnego — 81%.*

Wnioski: *Funkcja oceniająca komorowe zaburzenia rytmu w stymulatorach nie może być jedyną wiarygodną metodą diagnostyczną arytmii. Stwierdzenie dużej liczby sekwencji, mogących odpowiadać komorowym zaburzeniom rytmu lub zaburzeniom czuwania, powinno skłaniać do weryfikacji za pomocą 24-godzinnego badania EKG. (Folia Cardiologica Excerpta 2010; 5, 5: 258–265)*

Słowa kluczowe: *funkcje diagnostyczne rozruszników, komorowe zaburzenia rytmu, 24-godzinne monitorowanie EKG metodą Holtera*

Adres do korespondencji: Dr n. med. Magdalena Kumor, Klinika Wad Wrodzonych Serca, Instytut Kardiologii, ul. Alpejska 42, 04–628 Warszawa, tel.: (22) 343 44 57, e-mail: magdakumor@wp.pl

Wstęp

Stymulatory serca wprowadzono do praktyki klinicznej przed kilkudziesięciami laty i stosuje się je w coraz liczniejszej grupie pacjentów. Proste funkcje diagnostyczne w rozrusznikach są dostępne od około 20 lat. Jak dotąd nie było wielu badań oceniających możliwości ich wykorzystania w praktyce klinicznej [1]. Przeprowadzenie takich badań jest celowe, gdyż obecnie praktycznie wszystkie wszczepiane stymulatory posiadają takie możliwości [2]. Łatwość w uzyskiwaniu interesujących informacji na przykład o statystyce występowania pobudzeń komorowych, w tym w przedziałach czasowych dłuższych niż doba, zachęca do korzystania z tej opcji [3]. Wydłużenie czasu obserwacji zaburzeń rytmu powinno zwiększać skuteczność rozpoznania. Dłuższe monitorowanie możliwe do przeprowadzenia za pomocą stymulatora nie pozwala jednak na skorelowanie objawów z arytmia [3]. Prawidłowa interpretacja danych, otrzymywanych z klasycznych liczników pobudzeń, wymaga wiedzy dotyczącej sposobu działania urządzenia. Ważne jest również określenie stopnia wiarygodności danych w porównaniu ze standardem diagnostycznym, czyli 24-godzinnym monitorowaniem EKG metodą Holtera [3].

Stymulatory dwujamowe umożliwiają ocenę arytmii. W zależności od modelu rozrusznika, na podstawie informacji o sekwencji pobudzeń, możliwe jest wnioskowanie o liczbie komorowych zaburzeń rytmu. Niektóre typy dwujamowych rozruszników posiadają programy do oceny komorowych zaburzeń rytmu z uwzględnieniem form złożonych: par, trójek, częstoskurczów. W rozrusznikach firmy Biotronik jest to opcja zamienna z funkcją oceniającą trend częstotliwości rytmu. Stymulatory firmy ELA Medical mogą być źródłem informacji o arytmii nadkomorowych, podobnie jak stymulatory firmy Medtronic. Opiswane grupy pacjentów, w których porównywano wyniki wykonanego jednocześnie 24-godzinnego monitorowania EKG i funkcji diagnostycznej, nie były duże (maksymalnie 60 badanych), z tego powodu większość autorów podkreśla konieczność prowadzenia dalszych badań [1, 4, 5], a także uproszczenia i poprawienia wiarygodności tych funkcji [6].

Celem pracy była analiza wiarygodności oceny komorowych zaburzeń rytmu uzyskiwanej dzięki funkcjom diagnostycznym rozruszników.

Materiał i metody

Badaną grupę stanowiło 51 osób: 18 kobiet i 33 mężczyzn. Średnia wieku w tej grupie wynosiła $60,4 \pm 13,6$ roku.

Zapisy EKG metodą Holtera porównano z wydrukami ze stymulatora wykonanymi w tym samym okresie co 24-godzinne rejestracje EKG.

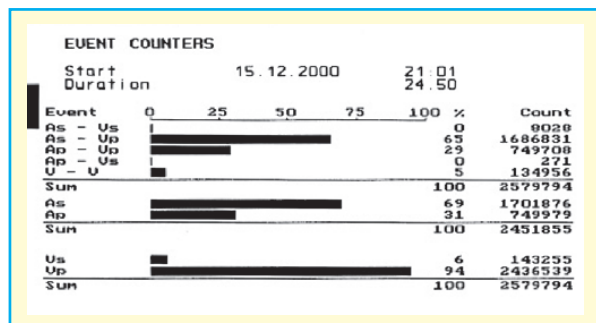
U pacjentów z badanej grupy wszczepiono następujące rozruszniki firmy Biotronik: Actros D — 31, Actros DR — 2, Actros SLR — 9, Kairos D — 2, Kairos DR — 3, Kairos SL — 1, Dromos DR — 2, Dromos SL — 1. Pracowały one w trybach stymulacji: DDD — 39 (w tym 6 DDDR), DDI — 2, VDD — 10 (w tym 1 VDDR).

Pacjenci, u których badanie przeprowadzono w okresie powyżej 30 dni od implantacji, stanowili 75% grupy (38 osób).

Zapisy wykonywano u chorych poddawanych diagnostyce z różnych wskazań, na przykład kontrola leczenia antyarytmicznego, ocena pracy rozrusznika, diagnostyka objawów sugerujących występowanie arytmii.

Do wykonania badań użyto rejestratorów analogowych i cyfrowych z opcją stymulatorową oraz komputera przystosowanego do akwizycji i analizy zapisów stymulatorowych firmy Del-Mar. Sygnał EKG był zapisywany z częstotliwością próbkowania 128 Hz, rozdzielczość 8 bitów. Po wprowadzeniu zapisów do jednostki centralnej (konwersji analogowo-cyfrowej) wybierano opcję do oceny rozrusznika, która umożliwia ocenę dwóch kanałów EKG i kanału z rejestracją impulsów stymulatora. Na początku analizy definiuje się również: tryb stymulacji, cykl podstawowy, histerezę, opóźnienie przedsionkowo-komorowe (w przypadku stymulatorów pracujących w trybie VDD i DDD), częstotliwość maksymalną. Bardziej zaawansowane funkcje rozruszników wymagają indywidualnej ingerencji oceniającego i nie można ich analizować automatycznie. Badania analizowano prospektywnie z użyciem funkcji nakładania ewolucji (*superimposition*) i oceny bieżącego trendu odstępów RR (*arrhythmigraph*). Badanie bieżącego trendu odstępów RR umożliwia kontrolę rzetelności oceny zaburzeń rytmu i stymulacji. Prospektywna analiza z funkcją nakładania pozwala między innymi na wyszczególnienie pobudzeń typu *pseudofusion* i *fusion*. Jest również pomocna w rozpoznawaniu wstecznego przewodzenia.

Część zaburzeń stymulacji nie jest możliwa do oceny automatycznej, gdyż system nie uwzględnia okresów refrakcji elektrody przedsionkowej ani komorowej. Z tego powodu w niektórych przypadkach nie jest możliwa dokładna ilościowa ocena zaburzeń stymulacji oparta na analizie automatycznej — wówczas w ośrodku, w którym pracują autorzy niniejszej pracy, występowanie zaburzeń stymulacji określa się jako sporadyczne (do 100 epizodów na dobę) lub częste (powyżej 100 na dobę).



Rycina 1. Wydruk sekwencji pobudeń ze stimulatora: pobudzenia własne przedsionkowe-własne komorowe (As-Vs); własne pobudzenie przedsionkowe-wystymulowane komorowe (As-Vp); wystymulowane pobudzenie przedsionkowe-własne komorowe (Ap-Vs); wystymulowane pobudzenie przedsionkowe-wystymulowane komorowe (Ap-Vp); własne lub wystymulowane pobudzenie komory-własne pobudzenie komory (V-V)

Równocześnie z rozpoczęciem rejestracji EKG zerowano pamięć funkcji diagnostycznej stimulatora i włączano licznik pobudeń.

Dwujamowe urządzenia stymulujące rozróżniają następujące sekwencje pobudeń:

- pobudzenia własne przedsionkowe-własne komorowe (As-Vs);
- własne pobudzenie przedsionkowe-wystymulowane komorowe (As-Vp);
- wystymulowane pobudzenie przedsionkowe-własne komorowe (Ap-Vs);
- wystymulowane pobudzenie przedsionkowe-wystymulowane komorowe (Ap-Vp);
- własne lub wystymulowane pobudzenie komory-własne pobudzenie komory (V-V) (ryc. 1).

Sekwencje dwóch kolejnych pobudeń komorowych, nierozdzielone wystymulowanymi bądź własnymi pobudzeniami przedsionkowymi (sekwencje V-V), mogą być wyrazem dodatkowych pobudeń komorowych, ale mogą również świadczyć o zaburzeniach czuwania elektrody przedsionkowej czy o wstawkach arytmii przedsionkowej.

W stimulatorach typu Actros dostępna jest funkcja zliczająca komorowe zaburzenia rytmu [7]. Wymaga ona włączenia za pomocą programatora, a to włączenie uniemożliwia uzyskanie danych dotyczących trendu rytmu i odsetka pobudeń wystymulowanych. Z tej opcji można uzyskać ilościową ocenę komorowych zaburzeń rytmu, jak również ocenę jakościową, w określonym przedziale czasu. Ocena jakościowa obejmuje liczbę par, trójek, sekwencji od 4 do 8 pobudeń oraz sekwencji powyżej 8 pobudeń komorowych. Podawany jest rów-

nież najkrótszy odstęp czasu między dwoma kolejnymi pobudzeniami komorowymi. Należy jednak zwrócić uwagę na pewne ograniczenia. Odległość między kolejnymi pobudzeniami komorowymi tak, aby były zliczone jako para, trójka czy sekwencja, musi być mniejsza niż 500 ms, czyli stimulator nie będzie rozpoznawał częstoskurczów komorowych o częstotliwości mniejszej niż 120/min ani przyspieszonych rytmów komorowych. W ten sposób może również ignorować złożone wstawki niemiary, złożonych arytmii komorowych, na przykład o sekwencji interwałów 550, 520, 450, 520, 440. Jeżeli kolejne pobudzenie komorowe wystąpi po czasie dłuższym niż 500 ms, zostanie zignorowane. Warunkiem działania tej funkcji jest także idealne czuwanie elektrody przedsionkowej. Niedoczulność (*undersensing*) przedsionkowa może prowadzić do zliczania na przykład tachykardii zatokowej jako fałszywych częstoskurczów komorowych. Podobnie może być przy wstawkach migotania przedsionków.

Na zakończenie rejestracji, jednocześnie z wyłączeniem rejestratora, drukowano dane ze stimulatora.

Analizę zapisów EKG wykonano w sposób perspektywny i interaktywny przy użyciu funkcji nakładania i oceny bieżącego trendu odstępów RR. W pracy wykorzystano 24-godzinne rejestracje EKG, które miały poniżej 1 godziny artefaktów. Osoba analizująca zapisy 24-godzinne nie znalazła wyniku oceny arytmii wykonanej za pomocą funkcji diagnostycznej stimulatora. Dane ze stimulatorów badała osoba biegła w kontroli stimulatorów.

Dane archiwizowano, porównano wyniki, a następnie reanalizowano zapisy EKG pacjentów, u których wyniki oceny arytmii istotnie się różniły.

U 51 osób ze stimulatorami dwujamowymi dokonano porównania liczby pobudeń komorowych. U 38 osób, u których włączono funkcję zliczania form złożonych komorowych zaburzeń rytmu, oceniono zgodność ich obecności, to jest zgodność występowania łącznie przyspieszonych rytmów komorowych i częstoskurczów komorowych, oraz trójek i par. U 13 osób wnioskowano o liczbie komorowych zaburzeń rytmu na podstawie sekwencji V-V (sekwencji pobudeń: własnego lub wystymulowanego komory i własnego komory bez załamka P własnego czy wystymulowanego między nimi), ponieważ nie włączono programu zliczającego lub możliwa była tylko ocena ilościowa (stimulatory typu Dromos).

Ze względu na znaczne różnice ilościowe zliczonych na podstawie obu metod pobudeń komorowych (tab. 1) w zakresie analizy zgodności ilości-

Tabela 1. Średnia liczba komorowych zaburzeń rytmu w 24-godzinym EKG i wydrukach z rozrusznika (Stym) oraz średnie różnice między obiema metodami (Stym – EKG) wraz z odchyleniami standardowymi w całej grupie (51 badanych) i podgrupie (38 badanych) z włączoną opcją oceniającą komorowe zaburzenia rytmu

| Grupa badana | Średnia EKG ± SD | Średnia Stym ± SD | Średnia różnica Stym – EKG |
|--------------|------------------|-------------------|----------------------------|
| n = 51 | 1382 ± 3436 | 2454 ± 9017 | 1072 ± 9058 |
| n = 38 | 1495 ± 3749 | 1126 ± 2341 | -368 ± 1997 |

| Liczba pobudzeń | Istotna różnica |
|-----------------|--------------------------------------|
| 10–50 | > 10 razy więcej lub > 10 razy mniej |
| 51–100 | > 5 razy więcej lub > 5 razy mniej |
| 101–300 | > 4 razy więcej lub > 4 razy mniej |
| > 300 | > 3 razy więcej lub > 3 razy mniej |

Rycina 2. Kryteria zastosowane w pracy w celu oceny zgodności zliczeń pobudzeń komorowych

wej przyjęto liberalne kryteria zgodności (ryc. 2), to znaczy brak zgodności rozpoznawano przy przekroczeniu określonych przedziałów w zależności od liczby pobudzeń rozpoznanych podczas analizy 24-godzinnego EKG. Na przykład, jeżeli w 24-godzinnym EKG stwierdzono 50 pobudzeń komorowych, to brak zgodności stwierdzano wtedy, gdy funkcja diagnostyczna rozpoznała ponad 500 pobudzeń lub poniżej 5. Takie postępowanie miało pomóc w ocenie, czy funkcja diagnostyczna może pozwolić na szacowanie wyniku z klinicznego punktu widzenia.

Jako warunek zgodności w zakresie wykrycia złożonych form komorowych zaburzeń rytmu uznano fakt stwierdzenia przynajmniej jednego zaburzenia danego typu, to znaczy częstoskurczu komorowego, trójki lub pary, przez obie metody. Poza tym policzono wskaźniki jakości funkcji diagnostycznej: czułość, specyficzność, wartość wyniku dodatniego, wartość wyniku ujemnego oraz całkowitą wartość wyniku metody.

Wyniki

Porównania ilościowego komorowych zaburzeń rytmu dokonano u 51 pacjentów ze stymulatorami dwujamowymi, spośród których u 13 osób wnioskowano o liczbę na podstawie sekwencji V–V.

W 24-godzinnym EKG komorowe zaburzenia rytmu rejestrowano u 44 pacjentów, w liczbie 1–19 294. W całej grupie na podstawie wydruków z rozrusznika obejmujących 24 godziny stwierdzono komorowe zaburzenia rytmu u 47 osób w liczbie 3–63 214.

U 3 (6%) pacjentów wyniki były całkowicie zgodne, w 20 (39%) przypadkach stymulator zaniżył wyniki, w 28 (55%) — zawyżył. Zgodnie ze wspomnianymi wcześniej kryteriami zgodności różnice istotne klinicznie stwierdzono u 24 (47%) osób, w tym u 7 (29%) zliczenia stymulatora były zaniżone, a u 17 (71%) — zawyżone. W istotnych klinicznie różnicach obserwowano tendencje do zawyżania liczby pobudzeń komorowych przez stymulator.

W zakresie oceny form złożonych pary komorowe rejestrowano w 24-godzinnym EKG u 18 pacjentów. U 15 zostały one rozpoznane przez funkcję diagnostyczną (zgodność ilościowa wystąpiła u 1 pacjenta). U 3 osób stymulator nie rozpoznał par komorowych, u 7 osób stwierdził fałszywie ich obecność.

Trójki komorowe rejestrowano w 24-godzinnym EKG u 7 pacjentów. U 4 były one rozpoznane przez funkcję diagnostyczną. U 3 rozrusznik nie rozpoznał trójek, u 9 stwierdził fałszywie ich obecność.

Częstoskurcze komorowe rejestrowano w 24-godzinnym EKG u 8 pacjentów. U 3 były one rozpoznane przez funkcję diagnostyczną. U 5 osób stymulator nie rozpoznał częstoskurczów, u 9 fałszywie stwierdził ich obecność (tab. 2).

W tabeli 2 zamieszczono ocenę czułości, specyficzności, wartości wyniku dodatniego, wartości wyniku ujemnego i całkowitą wartość wyniku metody. Zwraca uwagę niska wartość wyniku dodatniego rozpoznania częstoskurczu komorowego — tylko 25%.

W badanej grupie u 19 (37%) osób stwierdzono zaburzenia czuwania lub stymulacji, u 5 (10%) były one liczne lub istotne klinicznie. Rozpoznanie złożonych komorowych zaburzeń rytmu nie było dokładniejsze u pacjentów, u których nie stwierdzono zaburzeń stymulacji w zapisie EKG metodą Holtera. Paradoksalnie, w grupie bez zaburzeń stymulacji było więcej istotnych klinicznie różnic ilościowych. Liczne zaburzenia stymulacji, sterowania bądź czuwania, wystąpiły u 3 pacjentów ze stymulatorami VDD i u 2 z DDD. Wśród osób z licznymi zaburzeniami stymulacji uwagę zwracał również dość krótki czas od wszczepienia rozrusznika u 4 osób — 3–16 dni, tylko u 1 osoby — 24 miesiące.

Tabela 2. Ocena czułości, swoistości i wartości diagnostycznych rozpoznawania złożonych form zaburzeń rytmu przez rozrusznik

| Wyniki | Tp | Fn | Fp | Tn | TPV | PPV | NPV | SE | SP |
|--------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Pary | 15 | 3 | 7 | 13 | 74% | 68% | 81% | 83% | 65% |
| Trójki | 4 | 3 | 9 | 22 | 68% | 31% | 88% | 57% | 71% |
| VT | 3 | 5 | 9 | 21 | 63% | 25% | 81% | 38% | 70% |

Tp (*true positive (consistent)*) — wyniki prawdziwie dodatnie (zgodne); Tn (*true negative*) — wyniki prawdziwie ujemne; Fn (*false negative*) — wyniki fałszywie ujemne; Fp (*false positive*) — wyniki fałszywie dodatnie; TPV (*total predictive value (accuracy)*) — całkowita wartość diagnostyczna wyniku; PPV (*positive predictive value*) — wartość diagnostyczna wyniku dodatniego; NPV (*negative predictive value*) — wartość diagnostyczna wyniku ujemnego; SE (*sensitivity of pacemaker diagnosis*) — czułość rozpoznania rozrusznika; SP (*specificity*) — swoistość rozpoznania; VT (*ventricular tachycardia*) — tachykardia komorowa

Tabela 3. Pacjenci, u których stwierdzono fałszywie dodatnie rozpoznania tachykardii komorowej przez funkcję diagnostyczną rozrusznika

| Inicjały | Liczba dni/miesiący od wszczepienia | Zaburzenia stymulacji w badaniu EKG metodą Holtera | Inne zaburzenia rytmu | Odsetek stymulacji | Maks. HR w badaniu EKG metodą Holtera |
|----------|-------------------------------------|--|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|
| W.M. | 4 M | Brak | Nie | 2% | 147/min |
| G.M. | 1 M | Brak | Nie | 75% | 115/min |
| S.A. | 8 M | Brak | AFL | 8% | 157/min |
| J.R. | 4 D | Brak | Nie | 98% | 122/min |
| R.K. | 3 M | Pojedyncze czuwania | SVT | 87% | 109/min |
| J.M. | 2 M | Brak | Nie | 16% | 122/min |
| J.K. | 1 M | Pojedyncze czuwania | Nie | 92% | 130/min |
| D.J. | 10 D | Liczne czuwania | AF | 100% | 100/min |
| J.M. | 4 M | Brak | SVT | 56% | 85/min |

D — dni; M — miesiące; AFL (*atrial flutter*) — trzepotanie przedsionków; AF (*atrial fibrillation*) — migotanie przedsionków; SVT (*supraventricular tachycardia*) — częstoskurcz przedsionkowy; HR (*heart rate*) — akcja serca

W grupie pacjentów z fałszywie dodatnimi rozpoznaniem częstoskurczów komorowych u 4/9 osób stwierdzono epizody migotania/trzepotania przedsionków lub częstoskurczów przedsionkowych, u 6/9 pacjentów odsetek pobudzeń wystymulowanych wynosił poniżej 90% (występujące podczas rytmu własnego zaburzenia czuwania mogły nie zostać wykryte w 24-godzinnym EKG). Zaburzenia czuwania i zliczanie nadkomorowych zaburzeń rytmu oraz tachykardii zatokowej jako częstoskurczów komorowych to potencjalne przyczyny błędnych rozpoznań rozrusznika (tab. 3).

W grupie z nierozpoznanymi częstoskurczami komorowymi częstotliwość wszystkich rejestrowanych w badaniu EKG epizodów wynosiła poniżej 120/min. Częstoskurcze nie mogły zostać wykryte, gdyż algorytm rozrusznika zlicza arytmie o częstotliwości powyżej 120/min.

Dyskusja

Problem użyteczności funkcji diagnostycznych rozrusznika oceniających występowanie komoro-

wych zaburzeń rytmu dotychczas nie był przedmiotem większych badań.

Lascaut i wsp. [8] jako jedni z pierwszych opisałi przypadek pacjenta, u którego dzięki wykorzystaniu funkcji diagnostycznej oceniającej komorowe zaburzenia rytmu udało się ustalić rozpoznanie nawracających, wolnych częstoskurczów komorowych jako przyczynę kardiomiopatii tachyarytmicznej. Funkcji tej użyto jednak komplementarnie z tradycyjnym 24-godzinnym monitorowaniem EKG [8]. Od tego czasu diagnostyka arytmii komorowych za pomocą funkcji diagnostycznych stymulatorów nie budziła większego zainteresowania. Oceniano wiarygodność stosowania tych funkcji przy okazji prac poświęconych rozpoznawaniu arytmii nadkomorowych przez rozruszniki [9, 10]. W pracy Mabo i wsp. [10] analizowano rozpoznawanie arytmii nadkomorowych i komorowych u 28 pacjentów ze stymulatorami Pulsar Max (Guidant) nie tylko przy użyciu czytnika, ale również z zastosowaniem EKG wewnątrzsercowego. Łączna czułość i swoistość rozpoznań zarówno arytmii komorowych, jak i nadkomorowych stymulatora wynosiła 75,5% i 87,5%.

Czułość wzrastała wraz z wykorzystaniem EKG wewnątrzsercowego do 80%. Czytnik stymulatora dał 2 fałszywie dodatnie wyniki w ocenie częstoskurczów komorowych i 2 fałszywie ujemne, tylko 1 wynik był zgodny. Wyniki fałszywie dodatnie wiązały się z odczytaniem tachykardii zatokowej jako częstoskurczu komorowego — załamek P znajdował się w okresie refrakcji elektrody przedsionkowej (PVARP, *post ventricular atrial refractory period*). Potwierdzenie tego faktu było możliwe dzięki użyciu EKG wewnątrzsercowego.

W pracy sponsorowanej przez firmę Medtronic stwierdzono, że używanie funkcji diagnostycznych rozruszników zwiększa możliwość wykrycia arytmii. Badanie przeprowadzono w grupie 315 pacjentów [9].

Także w pracy badającej przydatność nowego urządzenia do przenoszenia znaczników wyładowań stymulatora bezpośrednio z urządzenia na tradycyjne monitorowanie EKG, po przebadaniu 20 pacjentów, w 57,8% rozpoznano stwierdzono nieprawidłową diagnozę komorowych zaburzeń rytmu. Były one klasyfikowane w licznikach pobudzeń jako przewidziane lub zsumowane [11].

Nie powstały dotychczas prace oceniające wiarygodność funkcji diagnostycznych rozruszników firmy Biotronik w zakresie oceny arytmii komorowych. W niniejszej pracy wykazano duże rozbieżności wyników oceny komorowych zaburzeń rytmu między obiema metodami. Mimo zastosowania dość liberalnych kryteriów zgodności u prawie 50% badanych stwierdzono istotne klinicznie rozbieżności w zakresie oceny ilościowej. Również ocena jakościowa okazała się obarczona znacznym odsetkiem rozpoznania zarówno fałszywie dodatnich, jak i fałszywie ujemnych. Na przykład wartość wyniku dodatniego rozpoznania przynajmniej jednej trójki lub częstoskurczu komorowego nie przekroczyła 30%. Co jest istotne, na taki wynik nie miał wpływu fakt ewentualnego występowania zaburzeń czuwania czy stymulacji w 24-godzinnym monitorowaniu EKG metodą Holtera. Całość tych wyników może stawiać pod dużym znakiem zapytania celowość stosowania tej funkcji w praktyce klinicznej.

Powyższe niezgodności mogą mieć kilka przyczyn. Po pierwsze, sam mechanizm rozpoznawania złożonych arytmii komorowych w badanych w pracy stymulatorach jest niedoskonały. Rozrusznik zlicza jako pobudzenia gromadne tylko te formy, między którymi odstęp czasowy wynosi mniej niż 500 ms, w przeciwnym wypadku pobudzenie jest ignorowane [7]. Pomija więc przyspieszone rytmy komorowe i częstoskurcze o częstotliwości 100–120/min. Było to przyczyną rozpoznania fałszywie

ujemnych. Niestety, system nie umożliwił zmiany ustawień parametrów identyfikacji zaburzeń rytmu.

Po drugie, zaburzenia czuwania elektrody przedsionkowej lub też brak detekcji załamka P w prawidłowo funkcjonującym stymulatorze, kiedy załamek ten pojawia się w okresie refrakcji elektrody przedsionkowej, tak zwanym PVARP, może prowadzić do zliczania tachykardii zatokowej jako fałszywych częstoskurczów komorowych. Fakt istnienia takich zaburzeń czuwania może być nie do udowodnienia w 24-godzinnym monitorowaniu EKG, jeżeli stymulator jest ustawiony na dość niską częstotliwość minimalną i pacjent przez całe badanie ma własny rytm zatokowy. Zjawisko to można wykluczyć, porównując maksymalną częstotliwość rejestrowaną w 24-godzinnym EKG. Była to jedna z możliwych przyczyn wyników fałszywie dodatnich.

Po trzecie, rozrusznik może zliczać, w powyżej opisany sposób, szybkie napady migotania przedsionków.

Zaburzenia stymulacji nie są wcale rzadkością i to w niewyselekcjonowanych grupach pacjentów [12–14]. Przeważają doniesienia, że mogą występować nawet u 60% chorych bez objawów. U większości pacjentów, u których stwierdzono wyniki fałszywie dodatnie w zakresie oceny częstoskurczów komorowych, odsetek rytmu własnego był dość duży. Zaburzenia czuwania w trakcie epizodów rytmu własnego szybszego niż nastawy stymulatora niewymagające jego włączenia mogą pozostać niewykryte w 24-godzinnym monitorowaniu EKG.

Próbuje się również wykorzystać wydruki ze stymulatorów i liczniki pobudzeń do oceny synchronizacji przedsionkowo-komorowej. Israel i Boeckenfoerde opisali nieścisłości, jakie może powodować ta metoda kontroli [15]. Nie można rozróżnić, czy brak synchronizacji przedsionkowo-komorowej wynika z zaburzeń czuwania elektrody przedsionkowej, czy jest spowodowany bradykardią zatokową, czy też „*sensor override*” w stymulatorach z funkcją R. Stymulator nie rozróżnia pobudzeń pochodzenia komorowego od zaburzeń czuwania elektrody przedsionkowej ze spontanicznie przewidzianym pobudzeniem do komory. Niezależnie od sposobu obliczania, kiedy czynność rytmu własnego pacjenta będzie powyżej górnego limitu czuwania (*upper tracking limit*), nawet przy idealnym czuwaniu wyniki z czytnika nie będą prawidłowe, gdyż pobudzenia przedsionkowe będą się znajdować w okresie refrakcji elektrody przedsionkowej po pobudzeniu komory (PVARP) i nastąpi tak zwane funkcjonalne niedoczucie (*undersensing*). Epizody rytmu zatokowego powyżej częstotliwości maksymalnej będą zliczane jako częstoskurcze komo-

rowe. Dane uzyskane bezpośrednio ze stymulatora stanowią jedynie część informacji niezbędnych do pełnej kontroli rozrusznika [15]. Powyższe rozważania są pośrednio wyjaśnieniem niepowodzeń w rozpoznawaniu arytmii komorowych.

Pojedyncze zaburzenia sterowania, często trudne do usunięcia, niemające większego znaczenia klinicznego mogą potencjalnie zmieniać wynik oceny arytmii komorowej przez stymulator [14].

Trudno jednak wytłumaczyć fakt dobrej zgodności w ocenie komorowych zaburzeń rytmu u jednego pacjenta ze stymulatorem VDD, u którego wystąpił całkowity brak sterowania przedsionkowego. Taką zgodność należy uznać za przypadkową.

Paradoksalnie również większą liczbę istotnych klinicznie różnic zaobserwowano u osób, u których nie rejestrowano zaburzeń stymulacji w 24-godzinnym EKG.

W instrukcjach do stymulatorów ostrzega się przed wpływem zaburzeń stymulacji na wynik takiej analizy [7]. Opisuje się też algorytm zliczania form złożonych, który ma swoje ograniczenia. Brak jednak takich ostrzeżeń na wydrukach, co może prowadzić do traktowania wydruków tak jak wyników 24-godzinnego monitorowania EKG. Może to powodować istotne pomyłki diagnostyczne. Większość zaburzeń stymulacji, takich jak zaburzenia czuwania, nie wywołuje zazwyczaj objawów. Często również jest ich niewiele lub nie są istotne klinicznie i wówczas nie wymagają przeprogramowania rozrusznika. Nie można w związku z tym liczyć na to, że czwanie i stymulacja będą zawsze idealne. Ten fakt powoduje z kolei, że program do oceny komorowych zaburzeń rytmu nie będzie wiarygodny bez możliwości weryfikacji EKG, a jego wskazania będą wymagały potwierdzenia w 24-godzinnym monitorowaniu EKG metodą Holtera.

W badaniu sponsorowanym przez firmę Medtronic oceniano użyteczność funkcji diagnostycznych rozruszników model Kappa i Thera w wykrywaniu arytmii nadkomorowych i komorowych. Wykazano, że używanie funkcji diagnostycznej w grupie badanej (166 pacjentów) zwiększyło istotnie statystycznie wykrywalność nowych nadkomorowych zaburzeń rytmu, nie zwiększyło zaś wykrywalności komorowych zaburzeń rytmu. W pracy tej nie weryfikowano wiarygodności metody, nie porównywano wydruków ze stymulatora z 24-godzinnym monitorowaniem EKG metodą Holtera. Założeniem pracy był jedynie ogólny problem — na ile użycie funkcji diagnostycznych może być pomocne klinicznie [9]. Autorzy angielscy, Watkare i wsp. [2] w swojej pracy poglądowej o różnych programach diagnostycznych również podkreślają, że na podsta-

wie funkcji holterowskiej stymulatora nie można rozróżnić, czy zliczone przez czytnik pobudzenia są na przykład prawidłowo wystymulowanymi pobudzeniami czy pobudzeniami własnymi, czy też nie dochodzi do zjawisk przesłuchu, zliczania potencjałów mięśniowych bądź uszkodzenia elektrody. Takie problemy techniczne częściowo redukuje odpowiednie dobranie długości czasu całkowitego braku detekcji elektrody komorowej, czyli funkcji *blanking period*, i bipolarne ustawienie elektrod. Autorzy podkreślają, że korzystanie z czytnika stymulatora zawsze musi uwzględniać kontekst kliniczny [2].

Niektóre stymulatory, jak Kappa (firmy Medtronic), posiadają opcję aktywowaną przez pacjenta, pozwalającą na rejestrację wewnątrzsercowego EKG. Rozrusznik zapisuje 3 min przed i 2 min po włączeniu małym zewnętrznym urządzeniem anotacje zdarzeń i 11 s EKG. Taka opcja może poprawić czułość rozpoznawania zaburzeń rytmu [10].

Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że elektrogram wewnątrzsercowy nie zawsze pozwala na jednoznaczne rozróżnienie arytmii nadkomorowych i komorowych. Takie problemy zdarzają się w 5–10% zapisów [2]. Możliwość weryfikacji zapisów EKG wewnątrzsercowych w stymulatorach może poprawić rzetelność funkcji diagnostycznych [16]. Szczególnie dodanie anotacji wyładowań rozrusznika do zapisów EKG pozyskiwanych ze stymulatorów ułatwia rozpoznawanie zaburzeń rytmu i stymulacji [17]. W jednej z prac 69% błędnych diagnoz rozrusznika udało się zweryfikować za pomocą EKG wewnątrzsercowego [18].

Należy również wspomnieć o ograniczeniach metodycznych pracy.

Złożone arytmie wystąpiły u niewielu osób, ale znaczny zakres rozbieżności wyników nie może być zjawiskiem przypadkowym.

Z jednej strony losowy dobór badanych bez uprzedniego sprawdzenia parametrów stymulatora można uznać za ograniczenie pracy, z drugiej strony taki dobór pozwala na ocenę niewyselekcjonowanej, przeciętnej populacji pacjentów z rozrusznikami.

W pracy oceniano funkcje diagnostyczne starszej generacji rozruszników tylko jednej firmy. Wyników nie należy w prosty sposób ekstrapolować na rozruszniki innych firm oraz na nowe generacje rozruszników firmy Biotronik.

Wnioski

Wyniki, uzyskane za pomocą funkcji diagnostycznych stymulatora, należy traktować z ostrożnością, ich interpretacja powinna uwzględniać dane kliniczne, a osoba posługująca się wydrukiem

powinna dobrze znać zasady działania urządzenia i jego ograniczenia.

Funkcja oceniająca komorowe zaburzenia rytmu w stymulatorach Biotronik nie może służyć jako jedyna wiarygodna metoda diagnostyczna arytmii. Stwierdzenie dużej liczby sekwencji, mogących odpowiadać komorowym zaburzeniom rytmu lub zaburzeniom czuwania powinno skłaniać do weryfikacji za pomocą badania 24-godzinne EKG.

Obecnie funkcje diagnostyczne rozruszników nie są w stanie zastąpić 24-godzinne monitorowania EKG metodą Holtera w zakresie dokładnej oceny arytmii komorowej. Mogą być używane jako metoda komplementarna.

Duże rozbieżności w ocenie komorowych zaburzeń rytmu wynikają najprawdopodobniej z ograniczeń algorytmu rozruszników, zaburzeń czuwania elektrody przedsionkowej, zliczania tachykardii zatokowej i nadkomorowych zaburzeń rytmu jako częstoskurczów komorowych.

W świetle przedstawionych wyników wydaje się, że problem oceny arytmii przy użyciu funkcji diagnostycznych rozruszników wymaga dalszych badań wielośrodkowych, również w grupie pacjentów z nowszymi typami stymulatorów, w których istnieje możliwość weryfikacji rozpoznania na podstawie zapisu wewnątrzsercowego.

Oświadczenie

Autorzy nie zgłaszają żadnego konfliktu interesów w związku z niniejszym artykułem.

Piśmiennictwo

1. Limousin M., Geroux L., Nitzsche R. i wsp. Value of automatic processing and reliability of stored data in an implanted pacemaker: Initial results in 59 patients. *PACE* 1997; 12: 2893–2898.
2. Watkare J., Malik M. Holter, loop recorder and event counter capabilities of implanted devices. *PACE* 1997; 20: 2658–2669.
3. Nowak B. Taking advantage of sophisticated pacemaker diagnostics. *Am. J. Cardiol.* 1999; 83: 172D–179D.
4. Plummer C., Henderson S., Gardener L. i wsp. The use of permanent pacemakers in the detection of cardiac arrhythmias. *Europace* 2001; 3: 229–232.
5. Chudzik M., Wranicz J.K., Cygankiewicz I. i wsp. Pacemaker memory data compared to twenty-four-hour holter monitoring in patients with VVI pacemakers and chronic atrial fibrillation. *Ann. Noninvasive Electocardiol.* 2005; 10: 348–355.
6. Estes M. Atrial fibrillation detected by automatic mode switching: from fool's gold toward gold standard. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2002; 13: 548–550.
7. Actros. Technical Manual. Biotronik.
8. Lascaut G., Frank R., Himbert C. i wsp. Diagnosis of ventricular tachycardia using a pacemaker Holter function. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1994; 17: 1316–1319 (streszczenie).
9. Mitrani R. Sophisticated pacemakers with diagnostic features good at diagnosing arrhythmias. Internet, Heartwire 09.05.2001.
10. Mabo P., Mansour H., Jauvert G. i wsp. Assessment of pacemakers diagnostic tools. *Europace* 2002; 3 (supl. 6): A53.
11. Smith B., Henry S., Mols R. i wsp. Holter recordings with continuous marker annotation to evaluate pacemaker function. *Ann. Noninvasive Electrocardiol.* 2002; 7: 22–28 (streszczenie).
12. Ochotny R. Ocena czynności stymulatora serca w badaniu EKG metodą Holtera. *Folia Cardiol.* 2000; 8 (supl. A): A11–A16.
13. Baranowski R., Kępski R., Kumor M. i wsp. Zaburzenia stymulacji w codziennej praktyce pracowni 24 h monitorowania EKG — ocena częstości, przykłady zapisów EKG. *Folia Cardiol.* 2000; 8 (supl. A): A21–A30.
14. Karczmarewicz S., Kociszewska J., Makowska E. i wsp. Znaczenie kliniczne bezobjawowej dysfunkcji stymulatora wykrytej rutynowym badaniem holterowskim. Badanie KUBAS. *Folia Cardiol.* 2002; 9: 34 (streszczenie).
15. Israel C., Boeckenfoerde J. Pacemaker event counters: possible sources of error in calculation of AV synchrony in VDD single lead system as an example for present limitations. *PACE* 1998; 21: 489–493.
16. Nowak B. Pacemaker stored electrograms: teaching us what is really going on in our patients. *Pacing Electrophysiol.* 2002; 25: 838–849.
17. Nowak B., Sperzel J., Rauscha F. i wsp. Diagnostic value of onset-recordings and marker annotations in dual chamber pacemaker stored electrograms. *Europace* 2003; 5: 103–109 (streszczenie).
18. Israel C.W., Gascon D., Nowak B. i wsp. Pulsar/Selute Picotip VDD Study Group. Diagnostic value of stored electrograms in single-lead VDD systems. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2000; 23: 181–183 (streszczenie).