



REDAKTOR DZIAŁU  
dr n. med.  
Przemysław  
Mitkowski  
I Klinika Kardiologii  
Katedra Kardiologii  
Uniwersytet  
Medyczny im. Karola  
Marcinkowskiego  
w Poznaniu

## Podstawy terapii przy użyciu wszczepialnych kardiowerterów- -defibrylatorów: dyskryminatory arytmii

*Przemysław Mitkowski*

I Klinika Kardiologii, Katedra Kardiologii  
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego  
w Poznaniu

**Adres do korespondencji**  
I Klinika Kardiologii Uniwersytetu Medycznego  
im. Karola Marcinkowskiego  
ul. Długa 1/2, 61-848 Poznań

Kardiologia po Dyplomie 2011; 10 (5): 81-84

**W**ażnym problemem leczenia przy użyciu wszczepialnych kardiowerterów-defibrylatorów (implantable cardioverter-defibrillator, ICD) są nieadekwatne wyładowania, czyli interwencje w przypadku wystąpienia innych zaburzeń rytmu niż utrwalona arytmia komorowa. Około 17% pacjentów z wszczepionym urządzeniem doświadcza nieadekwatnych wyładowań. Nawet ponad 50% wszystkich interwencji może być spowodowanych innymi czynnikami niż zagrażające życiu komorowe zaburzenia rytmu [1]. Najczęstsze przyczyny nieadekwatnych wyładowań zestawiono w tabeli 1.

Nieadekwatne wyładowania, zwłaszcza wysokoenergetyczne, powodują dyskomfort pacjenta i zmniejszenie akceptacji terapii przy użyciu ICD. Stwarza to też konieczność przeprowadzenia dodatkowych kontroli pacjenta i urządzenia, zwiększa koszty terapii i skraca czas do wymiany urządzenia. Pojawiły się także doniesienia wskazujące, że nieadekwatne wyładowania wysokoenergetyczne wiążą się z dwukrotnym wzrostem ryzyka zgonu, a zmniejszenie liczby interwencji poprawia rokowanie [1,2]. Jedną z metod ograniczenia interwencji ICD jest zaprogramowanie dyskryminatorów arytmii nadkomorowej i komorowej. Jest to szczególnie istotne u chorych z napadami migotania i trzepotania przedsionków z dużą częstotliwością rytmu komór, prawidłowym chronotropizmem i szybkim rytmem zatokowym w czasie wysiłku oraz u pacjentów z „wolnymi”, lecz objawowymi częstoskurczami komorowymi. Ograniczenie interwencji w przypadku wystąpienia tachyarytmii nadkomorowej obejmuje również farmakoterapię (optymalne leczenie choroby podstawowej, kontrola rytmu serca, kontrola częstotliwości) i ablację nadkomorowych zaburzeń rytmu.

W tabeli 2 zestawiono podstawowe algorytmy pozwalające na różnicowanie przez kardiowerter-defibrylator arytmii nadkomorowej i komorowej.

Poniżej przedstawiono najważniejsze algorytmy dyskryminatorów arytmii.

**TABELA 1** Przyczyny nieadekwatnych interwencji ICD

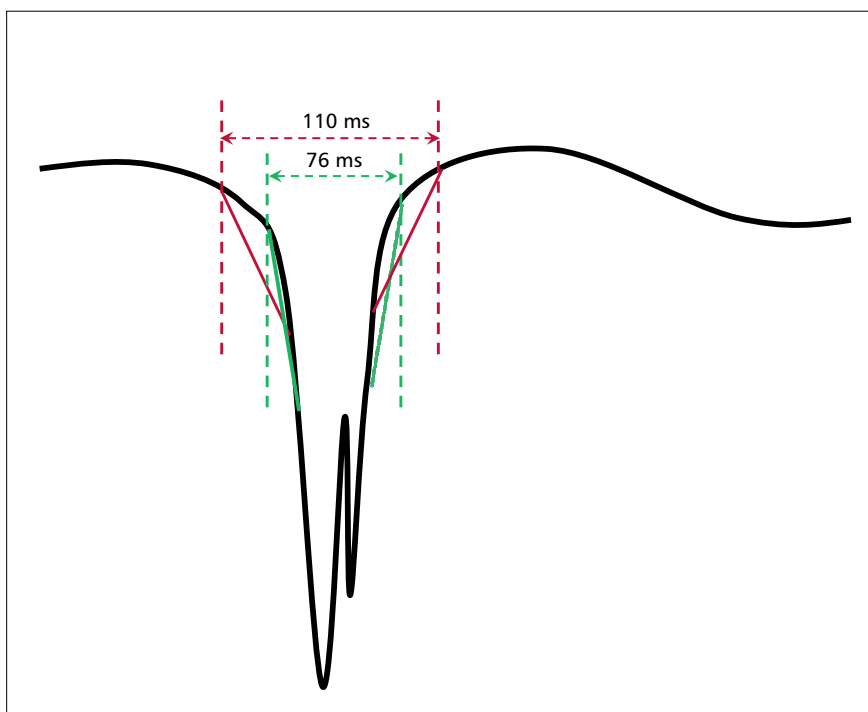
- Tachyarytmia nadkomorowa
- Tachykardia zatokowa
- Częstoskurcz nadkomorowy
- Trzepotanie przedsionków
- Migotanie przedsionków
- Interferencje elektromagnetyczne
- Miopotencjały
- Nieprawidłowe działanie ICD
- Dyslokacja elektrody
- Detekcja załamka T (oversensing)
- Podwójne zliczanie QRS (double counting)
- Uszkodzenie elektrody
- Wysunięcie elektrody z gniazda

**TABELA 2** Algorytmy dyskryminacji arytmii komorowej i nadkomorowej

Kardiowerter-defibrylator jednojamowy	Kardiowerter-defibrylator dwujamowy i resynchronizujący
Analiza zapisu IEGM <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szerokość zespołu QRS</li> <li>• Morfologia zespołu QRS</li> </ul> Napadowość (onset) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilność (stability)</li> </ul>	Analiza zapisu IEGM <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szerokość zespołu QRS</li> <li>• Morfologia zespołu QRS</li> </ul> Napadowość (onset) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilność (stability)</li> </ul> Analiza relacji czasowych między detekcją sygnału przedsionkowego i komorowego

**RYCINA 1** Zasady programowania dyskryminatora – szerokość impulsu.

Ustawianie parametrów algorytmu „szerokość QRS”. Linie czerwone – ustawiona niska szybkość narastania potencjału (slow rate), wzorzec „szeroki”, duża zmienność w kolejnych zespołach QRS, linie zielone – ustawiona wysoka szybkość narastania potencjału, wzorzec „wąski”, mała zmienność w kolejnych zespołach QRS.



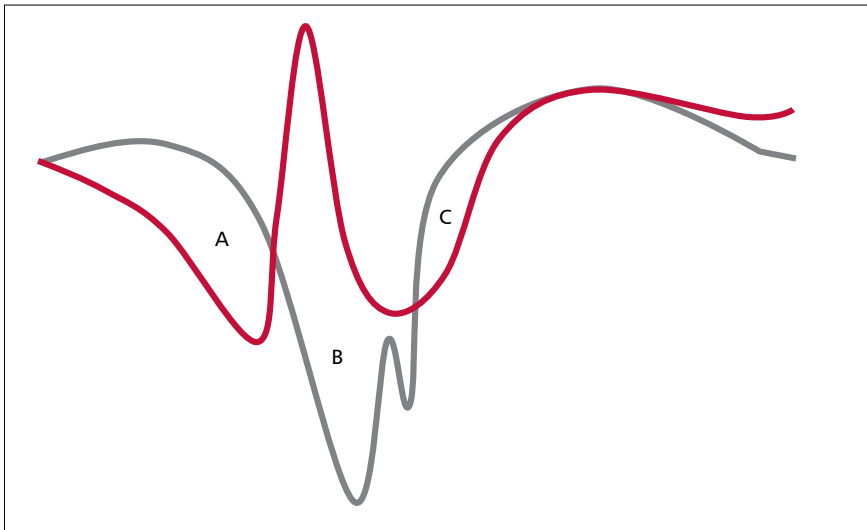
## Szerokość zespołu QRS

W czasie programowania algorytmu urządzenie mierzy szerokość zespołów QRS i dobiera detekcję QRS (szybkość zmiany potencjału) tak, aby szerokość kolejnych zespołów QRS nie różniła się o więcej niż o ustaloną przez producenta wartość (np. 12 ms). Można w ramach tego algorytmu zaprogramować próg szybkości zmiany potencjału i próg szerokości zespołów QRS (ryc. 1). Rytm jest klasyfikowany jako komorowy, gdy czas trwania co najmniej 6 z 8 kolejnych zespołów QRS przekracza zaprogramowaną wartość progową.

Opisany algorytm jest niezwykle przydatny dla różnicowania napadów, miarowych arytmii nadkomorowych i częstoskurczów komorowych. Nie sprawdza się jednak w przypadku rytmów nadkomorowych z blokiem odnogi, aberracją przewodzenia i zmianą morfologii zespołu QRS w czasie tachykardii zatokowej (obserwowanej u części chorych z kardiomiopatią przerostową).

## Morfologia zespołu QRS

Ten algorytm opiera się na zasadach podobnych, jak opisany powyżej, z tą różnicą, że podstawą tworzenia wzorca QRS jest nie jego szerokość, a morfologia. System porównuje kształt wzorca z kształtem zespołu QRS w trakcie tachyarytmii (ryc. 2). Istnieje możliwość zaprogramowania dopuszczalnej różnicy między wzorcem a „nieznanym” zespołem QRS wyrażonej w procentach. Zwiększenie wartości podwyższa czułość i zmniejsza swoistość rozpoznania arytmii komorowej (więcej wyników fałszywie dodatnich).



**RYCINA 2** Algorytm porównujący morfologię wzorca i ocenianego zespołu QRS.

Krzywa zielona – wzorzec QRS, krzywa czerwona – zespół QRS w trakcie tachykardii (nieznany). A, B, C – pola pod krzywymi stanowiące różnicę między wzorcem a badanym QRS. Ich suma stanowi podstawę do określenia odsetkowej różnicy między wzorcem a badanym QRS.

Podobnie jak w przypadku algorytmu „szerokość QRS” rytm jest klasyfikowany jako komorowy, gdy morfologia co najmniej 6 z 8 kolejnych zespołów QRS różni się od wzorca o zaprogramowaną wartość progową.

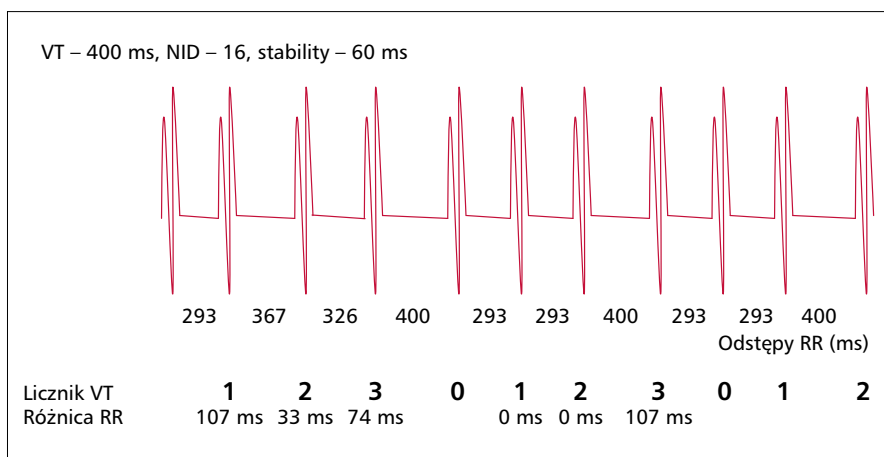
## Napadowość

Kolejnym algorytmem służącym przede wszystkim różnicowaniu przyspieszonego rytmu zatokowego (tachykardii zatokowej) z napadowymi częstoskurczami jest „napadowość” (onset). Stosowany samodzielnie nie pozwala na różnicowanie częstoskurczów nadkomorowych i komorowych, wskazuje jedynie na nagłe przyspieszenie rytmu serca. W algorytmie tym porównywana jest średnia z ostatnich czterech odstępów RR (odstępów 1-4) ze średnią z czterech odstępów bezpośrednio je poprzedzających (odstępów 5-8). Jeżeli średnia z odstępów 1-4 jest mniejsza niż iloczyn zaprogramowanego współczynnika (wyrażonego w procentach) i odstępów 5-8, to kryterium napadowości jest spełnione. Na przykład jeżeli średnia odstępów 5-8 wynosi 800 ms (co odpowiada 75/min), a współczynnik napadowości 60%, to kryterium napado-

wości w tym przypadku jest spełnione, jeżeli średnia z odstępów 1-4 wynosi  $\leq 480$  ms (co odpowiada częstotliwości rytmu serca  $\geq 125$ /min).

## Stabilność

Algorytm „stabilność” (stability) umożliwia przede wszystkim różnicowanie migotania przedsionków z szybkim rytmem komór ze stabilnym częstoskurczem komorowym. Stosowany samodzielnie nie pozwala na różnicowanie częstoskurczów komorowych z innymi szybkimi stabilnymi rytmami nadkomorowymi (np. tachykardią zatokową, częstoskurczem nadkomorowym, trzepotaniem przedsionków). W algorytmie tym aktualny odstęp RR jest porównywany z trzema poprzednimi. Jeżeli różnica między analizowanym odstępem RR a którymkolwiek z poprzedzających trzech odstępów jest większa niż zaprogramowana (w ms), to licznik detekcji częstoskurczu komorowego (opisany szczegółowo w styczniowej *Kardiologii po Dyplomie*) jest zerowany i zliczenia zaczynają się od początku. Algorytm „stabilność” rozpoczyna testowanie w momencie, w którym licznik detekcji częstoskurczu osiągnie wartość 3 (ryc. 3).

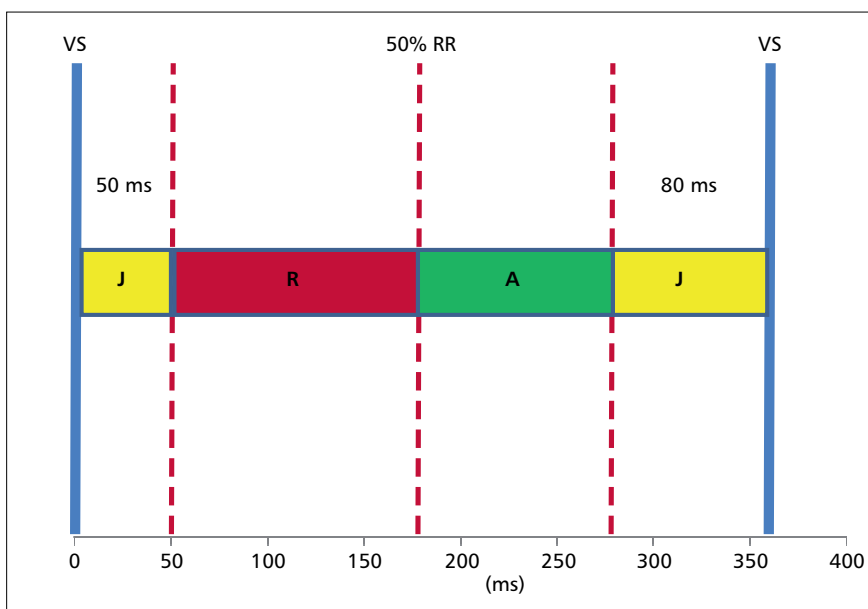


**RYCINA 3** Zasada działania algorytmu „stabilności”.

Algorytm „stabilność”. Odstępy testowane 4 i 8 różnią się od co najmniej jednego z trzech poprzedzających o więcej niż zaprogramowana wartość 60 ms. Rozpoznanie: migotanie przedsionków, detekcja VT – wstrzymana.

**RYCINA 4** Dyskryminacja arytmii w kardiowerterach dwujamowych – zależności czasowe między detekcją w torze przedsionkowym a komorowym.

Strefy detekcji spontanicznej aktywności przedsionkowej: J – rytm węzłowy, migotanie przedsionków, trzepotanie przedsionków, R – strefa przewodzenia wstecznego, A – strefa przewodzenia zstępującego, VS – detekcja w torze komorowym, 50% RR – granica strefy przewodzenia wstecznego i zstępującego.



Niektórzy producenci zaprojektowali ten algorytm nieco inaczej. W ich urządzeniach wartość kryterium stabilności jest obliczana jako różnica między drugim najkrótszym a drugim najdłuższym odstępem RR spośród 12 kolejnych analizowanych odstępów RR.

Zaprogramowanie zbyt małej wartości parametru „stabilność” może doprowadzić do niewykrycia prawdziwego częstoskurczu komorowego (w którym istnieje pewna zmienność odstępów RR), natomiast zbyt duża wartość spowoduje błędne rozpoznawanie częstoskurczu komorowego, gdy rzeczywistą arytmia jest migotanie przedsionków.

## Analiza zależności czasowych między detekcją w torze przedsionkowym a komorowym

W kardiowerterach-defibrylatorach dwujamowych (także resynchronizujących) dostępność informacji o spontanicznej aktywności elektrycznej przedsionków i komór pozwala na wprowadzenie znacznie bardziej skomplikowanych algorytmów dyskryminacji tachyarytmii nadkomorowej i komorowej. Pierwszym etapem analizy jest potwierdzenie, że częstotliwość rytmu komór znajduje się w strefie detekcji częstoskurczu komorowego. Następnie algorytm oblicza częstotliwości rytmu przedsionków i komór. Jeżeli częstotliwość rytmu komór jest większa niż przedsionków, rozpoznawana jest tachyarytmia komorowa i wyzwalana odpowiednia terapia. Gdy obydwie częstotliwości są identyczne, algorytm w zależności od tego, jakie są odstępy VA (od momentu detekcji w torze komorowym do detekcji w torze przedsionkowym) i AV (od momentu detekcji w torze przedsionkowym do detekcji w torze komorowym), klasyfikuje detekcję w torze przedsionkowym jako wsteczną (retrograde – częstoskurcz komorowy), zstępującą (antegrade – tachykardia zatokowa, częstoskurcz nadkomo-

rowy) albo złączową (częstoskurcz węzłowy), gdy spontaniczna aktywność przedsionkowa pojawia się blisko poprzedniego zdarzenia komorowego lub tuż przed kolejnym takim zdarzeniem (ryc. 4). Gdy częstotliwość aktywności przedsionkowej jest większa niż komorowej, system rozpoznaje częstoskurcz nadkomorowy, migotanie lub trzepotanie przedsionków dopiero po wcześniejszym wykluczeniu współistnienia częstoskurczu komorowego. Ten ostatni jest rozpoznawany w oparciu o kryterium regularności i rozkojarzenia przedsionkowo-komorowego. W przypadku kryterium regularności system grupuje kolejne odstępy RR w zależności od czasu ich trwania do grup różniących się od siebie o 10 ms. Jeżeli co najmniej 14 z 18 kolejnych odstępów należy do dwóch grup o największej liczbie zliczeń, kryterium regularności jest spełnione i system rozpoznaje częstoskurcz komorowy. Kryterium rozkojarzenia przedsionkowo-komorowego jest spełnione, gdy odstęp AV (od detekcji w torze przedsionkowym do kolejnej detekcji w torze komorowym) różni się od średniej z poprzedzających 8 odstępów AV o więcej niż 40 ms. Dokładne omówienie procesu decyzyjnego wykracza poza zakres niniejszego artykułu. Zainteresowanych odsyłam do podręczników producentów urządzeń, które szczegółowo opisują trochę różniące się od siebie algorytmy stosowane w swoich urządzeniach.

Należy pamiętać, że dyskryminatory arytmii komorowej i nadkomorowej działają tylko w strefie detekcji częstoskurczu komorowego (nie działają w strefie detekcji migotania komór). Można ponadto ograniczyć przedział częstotliwości w obrębie strefy detekcji VT (do mniejszych częstotliwości), w jakiej te algorytmy działają. Kardiowertery-defibrylatory pozwalają także na ograniczenie czasu działania dyskryminatorów arytmii w obrębie jednego zdarzenia. Po upływie zaprogramowanego czasu dyskryminatory przestają działać i rozpoznanie opiera się wyłącznie na kryterium częstotliwości rytmu. W przypadku jego spełnienia zostanie dostarczona odpowiednia terapia.

Piśmiennictwo na str. 97