

Lokalizacja ogniska arytmii u chorych z zaburzeniami rytmu serca pochodzącymi z drogi odpływu prawej komory

Mariusz Pytkowski, Aleksander Maciąg, Maciej Sterliński, Agnieszka Jankowska, Alicja Kraska, Azzam Matar i Hanna Szwed

II Klinika Choroby Wieńcowej Instytutu Kardiologii w Warszawie

Przedrukowano za zgodą z *Folia Cardiologica* 2006; 13: 494–502

Streszczenie

Wstęp: Osoby z arytmiami komorowymi bez organicznej choroby serca (NHVA) stanowią 10% przypadków poddawanych ablacjom przeznaczyńniowym. Morfologia zespołów QRS arytmii w 12-odprowadzeniowym EKG u chorych z dodatkowymi skurczami komorowymi (PVC) oraz częstoskurczem komorowym (VT) z drogi odpływu prawej komory (RVOT) wskazuje na lokalizację ogniska arytmii komorowej. Celem niniejszej pracy było utworzenie algorytmu oceny położenia ogniska arytmii w RVOT na podstawie morfologii PVC/VT w 12-odprowadzeniowym EKG i weryfikacja wartości algorytmu w badaniu prospektywnym.

Metody: U 30 pacjentów (w tym 25 kobiet) w wieku średnio 42 ± 10 lat poddanych skutecznej ablacji prądem o wysokiej częstotliwości (RF) ogniska arytmogennego w RVOT oceniano morfologię zespołów QRS: PVC (11 pacjentów), VT (5 pacjentów), obie arytmie (14 pacjentów). Etap 1. polegał na powiązaniu obrazu EKG arytmii z konkretnym miejscem w RVOT, gdzie aplikacja energii RF była skuteczna (16 pierwszych osób). Etap 2. to typowanie miejsca skutecznej ablacji na podstawie stworzonego na etapie 1. własnego algorytmu lokalizacji ogniska arytmogennego (14 kolejnych pacjentów).

Wyniki: Na etapie 1. RVOT w obrazie RTG RAO 30° podzielono na 9 pól, które tworzyły 3 strefy poziome (górną, pośrednią, dolną) oraz 3 strefy pionowe (1, 2, 3). Analizując zapis EKG, załamki QRS przekraczające 0,5 mV oznaczano wielkimi literami (QRS), załamki QRS mniejsze lub równe 0,5 mV małymi literami (qrs). Strefy pionowe to: strefa 1 (od strony tylnobocznej) — załamek r w odprowadzeniu I; strefa 3 (przednia ściana) — załamek Q w odprowadzeniu I; strefa 2 — pozostałe morfologie QRS w odprowadzeniu I. Strefy poziome to: górna — przejście od Q lub r mniejsze od S w V1 i V2 do R większego od s w V4; pośrednia — r(R) równe s(S) w V4; dolna — przejście od r mniejszego od S do R(r) w V4–V6. Na etapie 2. dwóch niezależnych kardiologów uzyskało pełną zgodność w zakresie prognozowania położenia ogniska arytmii na podstawie EKG. W strefach poziomych uzyskano zgodność lokalizacji EKG i RTG u 14 pacjentów, a w strefach pionowych u 13 badanych (92,8%) w strefach pionowych. W całej grupie 30 osób wyniki lokalizacji EKG i RTG były zgodne w strefach poziomych; w strefach pionowych wyniki były zgodne u 28 spośród 30 chorych (93,3%).

Adres do korespondencji: Dr med. Mariusz Pytkowski
II Klinika Choroby Wieńcowej IK
ul. Spartańska 1, 02–637 Warszawa
e-mail: mpytkowski@ikard.pl

Nadesłano: 3.03.2006 r. Przyjęto do druku: 31.07.2006 r.

Wnioski: Algorytm oceniający położenie ogniska arytmii w drodze odpływu prawej komory na podstawie morfologii EKG arytmii pozwala na wiarygodną lokalizację ogniska arytmii i może przyczynić się do uproszczenia i skrócenia zabiegu ablacji przeczyniowej. (Folia Cardiologica Excerpta 2006; 1: 211–220)

Słowa kluczowe: ablacja przeczyniowa, arytmie komorowe z drogi odpływu prawej komory

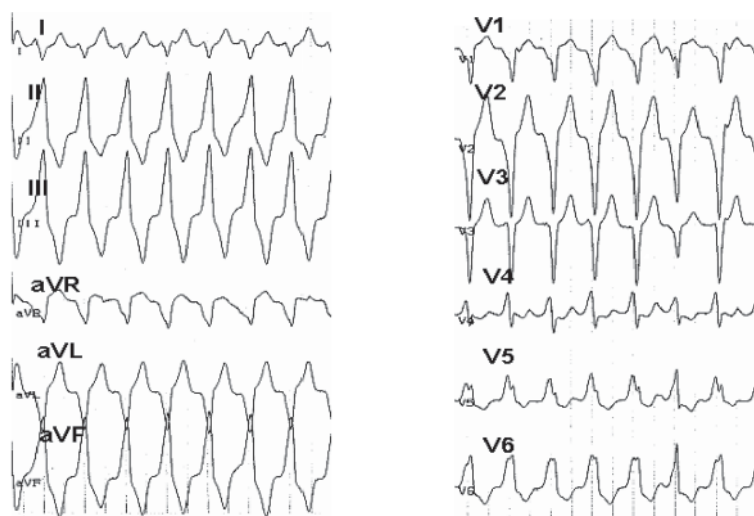
Wstęp

Ogniskowe zaburzenia rytmu powstające w obrębie komór są zjawiskiem stosunkowo rzadkim. Występują u ok. 4% chorych z komorowymi zaburzeniami rytmu serca [1]. Mechanizmem tych arytmii jest mikroentry w lokalnie zmienionych tkankach lub automatyzm wyzwalany „*triggered activity*”. Na podstawie rutynowo wykonywanych badań dodatkowych u takich pacjentów nie udaje się najczęściej ustalić organicznej choroby serca. Przyczyną podejmowania leczenia u osób z arytmia komorową, u których nie udaje się wykryć żadnej strukturalnej patologii, najczęściej są utrwalone lub nieutrwalone częstoskurcze komorowe (NHVA, *normal heart ventricular arrhythmias*). Poza napadami częstoskurczu komorowego terapię podejmuje się u chorych z objawami (osłabienie, uczucie nierównego bicia serca, zasłabnięcia i bardzo rzadko utraty przytomności), z komorowymi skurczami dodatkowymi (PVCTs, *premature ventricula complexes*) układającymi się w okresy bigeminii i trigeminii i dającymi deficyt tętna [2, 3]. Arytmie komorowe u pacjentów bez organicznej choroby serca są

przyczyną ablacji przeczyniowych prądem o wysokiej częstotliwości (RFA, *radiofrequency ablations*) do 10% ogólnej populacji chorych poddawanych tym zabiegom. W większości przypadków (70%) ognisko arytmii (częstoskurcz komorowy lub PVC) u chorych z NHVA pochodzi z drogi odpływu prawej komory (RVOT, *right ventricular outflow tract*) [2, 3]. U pacjentów z NHVA morfologia zespołów QRS wskazuje na lokalizację ogniska częstoskurczu.

Obraz elektrokardiograficzny arytmii pochodzących z RVOT jest dość typowy (ryc. 1). W odprowadzeniach przedsercowych charakteryzuje się obrazem bloku lewej odnogi pęczka Hisa (rS lub QS w odprowadzeniach V1–V3), a w odprowadzeniach kończynowych — odchyleniem osi elektrycznej serca w prawo (*inferior axis*), rzadziej normogramem.

Ze względu na stosunkowo dużą powierzchnię i złożoną strukturę drogi odpływu prawej komory próbowano powiązać położenia poszczególnych ognisk arytmii w RVOT z ich obrazami elektrokardiograficznymi w celu wychwycenia charakterystycznych morfologii EKG dla poszczególnych segmentów RVOT. Wstępna lokalizacja arytmii w RVOT



Rycina 1. Typowy przykład częstoskurczu z drogi odpływu prawej komory (oś elektryczna serca odchylona w prawo)

pozwała skrócić czas RFA i dobrać odpowiednie techniki eliminacji arytmii.

Podstawą dotychczasowych algorytmów oceny położenia ogniska arytmogennego w RVOT były powiązania obrazu EKG wystymulowanych zespołów QRS (podczas inwazyjnego badania elektrofizjologicznego — EPS, *electrophysiological study*) z obrazem RTG konkretnych miejsc w drodze odpływu prawej komory [4–6]. W czasie EPS w wielu pracowniach stosuje się inny schemat zapisu EKG, np. elektrody kończynowe nakleja się na ramiona, a nie na ręce, obiera się inne pozycje elektrod przedsercowych (ze względu na elektrody do kardiowersji/defibrylacji naklejane na klatkę piersiową), co jest przyczyną zmian zapisu EKG.

Celem niniejszego opracowania było stworzenie algorytmu oceny położenia ogniska arytmogennego w RVOT na podstawie morfologii arytmii występujących spontanicznie, rejestrowanych w 12-odprowadzeniowym standardowym badaniu EKG.

Metody

Oceniano 12-odprowadzeniowe elektrokardiogramy u 30 pacjentów (w tym 25 kobiet) w wieku średnio 42 ± 10 lat poddanych ablacji ogniska arytmogennego z charakterystycznym obrazem EKG wskazującym na położenie ogniska arytmii w drodze odpływu prawej komory. Uporczywe skurcze dodatkowe komorowe w postaci bigeminii i trige-

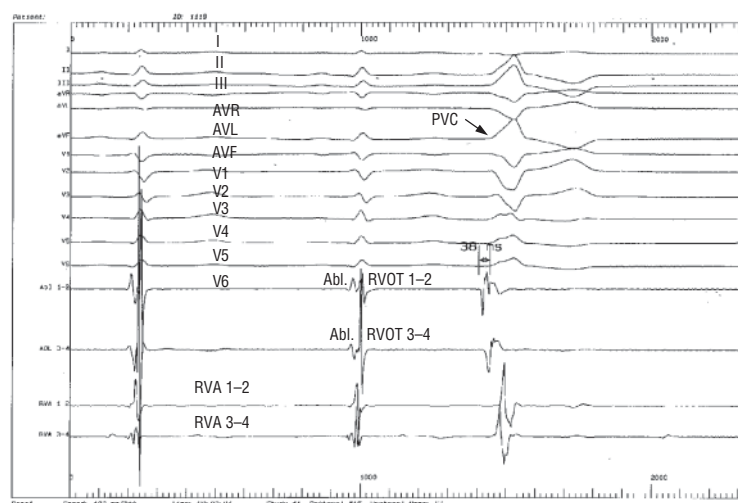
minii były przyczyną ablacji u 11 chorych, wstawki nieutralonego częstoskurczu komorowego współwystępujące z PVC — u 14 pacjentów, a utrwalony częstoskurcz komorowy — u 5 chorych. Zabieg ablacji był skuteczny u wszystkich 30 badanych.

Inwazyjne badanie elektrofizjologiczne u osób z arytmiami komorowymi bez organicznej choroby serca

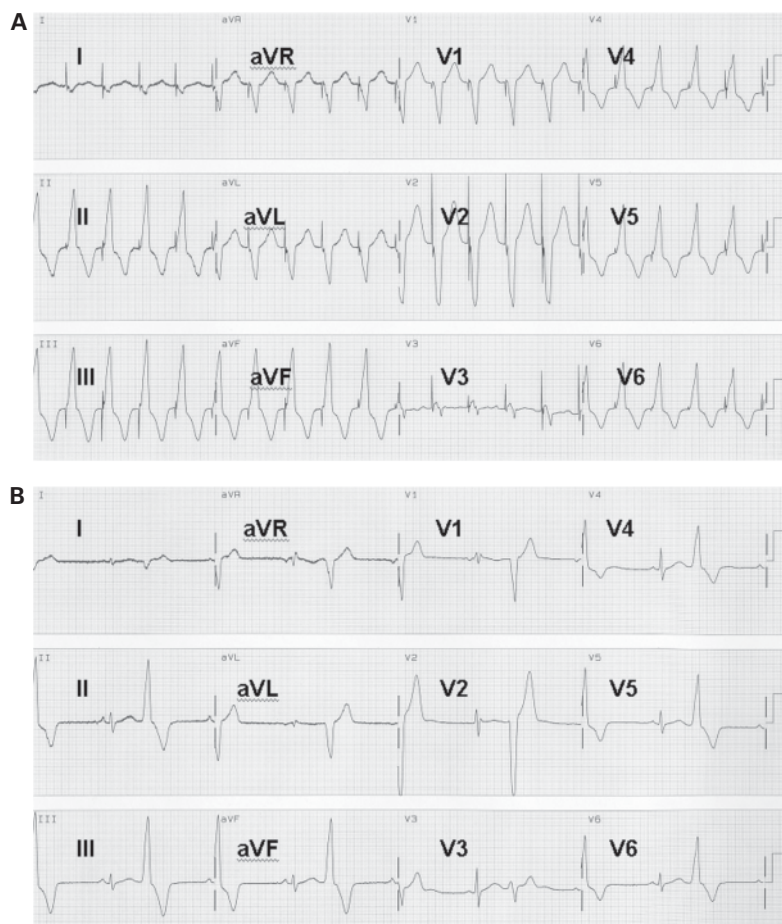
Badanie wykonywano po odstawieniu leków antyarytmicznych, po upływie ich 5 okresów półtrwania. Badanie wykonywano w znieczuleniu miejscowym 1-procentową lignokainą, której działanie wspomagano podawaniem narkotycznych środków przeciwbólowych (fentanyl) i środków przeciwłękowych (midazolam). Za pomocą wkłuc do żyły udowej wprowadzano 3 elektrody 4-biegunowe: do prawego przedsionka, prawej komory oraz pod zastawkę trójdzielną do rejestracji potencjału pęczka Hisa. W celu rejestracji 12 odprowadzeń EKG powierzchniowego i elektrogramów wewnątrzsercowych używano rejestratora BARD EP. Ponadto monitorowano ciśnienie tętnicze oraz ciągły, nieinwazyjny pomiar saturacji O_2 za pomocą pulsoksymetru.

W lokalizacji ogniska arytmogennego stosowano 2 techniki mapowania wewnątrzsercowego:

- rejestrację najwcześniejszego potencjału aktywacji komór w trakcie arytmii (*activation mapping*) (ryc. 2);



Rycina 2. Zapis najwcześniejszej aktywności endokardialnej w trakcie mapowania ogniska arytmii w drodze odpływu prawej komory (*activation mapping*). Aktywność ogniska arytmii (Abl. RVOT 1–2) wyprzedza o 38 ms pojawienie się zespołu QRS arytmii w EKG powierzchniowym (PVC). I, II...V5, V6 — 12-odprowadzeniowe EKG; PVC — pobudzenie dodatkowe z drogi odpływu prawej komory; Abl. RVOT — elektrogramy z 4-biegunowej elektrody ablacyjnej w drodze odpływu prawej komory; RVA — elektrogramy z 4-biegunowej elektrody w koniuszku komory prawej; 1–2 — dystalna para elektrod; 3–4 — proksymalna para elektrod



Rycina 3. Technika *pace mapping* dająca zgodność obrazów QRS wystymulowanych z obrazami QRS arytmii (pacjent nr 11). **A.** Wystymulowany obraz QRS z miejsca aplikacji energii o wysokiej częstotliwości; **B.** Obraz arytmii rejestrowany w spoczynku w 12-odprowadzeniowym EKG

— zgodność obrazu wystymulowanego zespołu QRS (ryc. 3A) z obrazem zespołu QRS w trakcie arytmii (ryc. 3B) we wszystkich 12 odprowadzeniach EKG (*pace mapping*).

W przypadku braku samoistnych napadów częstoskurczu bądź wywoływanych różnymi trybami stymulacji próbowano wywołać arytmie wlewem izoprenaliny w dawce 1–5 $\mu\text{g}/\text{min}$.

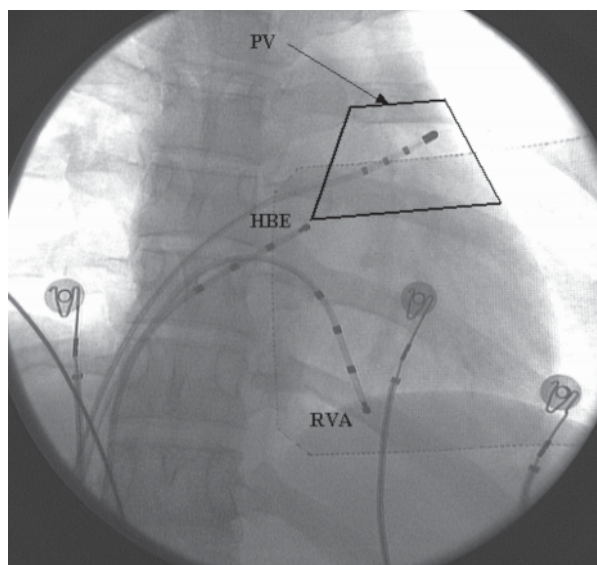
Ablacja przeznaczeniowa arytmii komorowych u osób bez organicznej choroby serca

Elektrodę ablacyjną 7 F umieszczano w RVOT z dostępu przezżylnego. W celu kontroli jej położenia stosowano fluoroskopię w projekcji prawej skośnej — RAO 30°, posiłkując się projekcjami przednio-tylną (P-A) i lewą skośną — LAO 30–60°. Radiologiczny obraz położenia elektrody ablacyjnej w RVOT przedstawiono na rycinie 4. Po zlokalizowaniu ogniska arytmii wykonywano próbną 10–15-sekundową aplikację RF, a w przypadku zanikania arytmii prze-

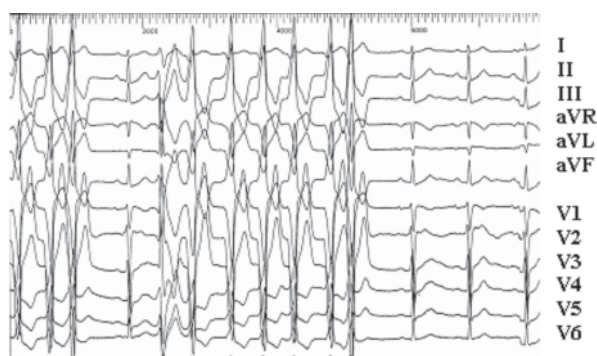
dłużano czas aplikacji energii RF do 60 s. We wszystkich przypadkach wykonywano aplikacje w trybie temperaturowym z ograniczeniem temperatury do 65°C i mocy do 50 W.

Doraźną skuteczność zabiegu potwierdzało ustąpienie form samoistnych (ryc. 5) oraz brak arytmii w trakcie badania elektrofizjologicznego bez podawania leków oraz z zastosowaniem izoproterenolu *i.v.* Po zabiegu chorych monitorowano przez kilka godzin na oddziale intensywnej opieki kardiologicznej. Przez 4–6 tygodni po RFA wszystkim pacjentom zalecano przyjmowanie kwasu acetylosaliicylowego w dawce 150 mg/d.

Pełną skuteczność zabiegu definiowano jako całkowitą eliminację samoistnej i wywołanej arytmii o morfologii zanotowanej przed RFA. Częściową skuteczność stwierdzano przy istotnej redukcji ilościowej arytmii (500 razy mniej niż przed zabiegiem ablacji). W trakcie obserwacji odległej analizowano obecność nawrotu objawów arytmii oraz występowanie arytmii w EKG i badaniu EKG metodą Holtera.



Rycina 4. Schematyczne przedstawienie granic drogi odpływu prawej komory w obrazie RTG w projekcji RAO 30°. PV — poziom zastawki pnia płucnego; HBE — poziom zastawki trójdzielnej z miejscem rejestracji potencjału pęczka Hisa na dystalnej parze elektrod; RVA — koniuszek prawej komory. Trapez przedstawia granice drogi odpływu prawej komory



Rycina 5. Ablacja ogniska arytmogennego w drodze odpływu prawej komory. W pierwszych sekundach aplikacji energii o wysokiej częstotliwości występuje nasilenie aktywności ogniska arytmogennego w drodze odpływu prawej komory, a następnie (od 12. zespołu QRS) zanikanie arytmii z powrotem rytmu zatokowego

Określenie położenia ogniska arytmogennego w drodze odpływu prawej komory

Etap 1. Wypracowanie własnego algorytmu oceny położenia arytmii w RVOT (16 chorych).

Etap 1. obejmował:

- analizę morfologii arytmii komorowych w 12-odprawieniowym powierzchniowym EKG i zapis obrazu EKG arytmii w tabeli. Za-

łamki zespołów QRS przekraczające 0,5 mV oznaczano wielkimi literami (QRS). Załamki zespołów QRS mniejsze lub równe 0,5 mV oznaczano małymi literami (qrs);

- powiązanie obrazu EKG arytmii z konkretnym miejscem w RVOT, gdzie aplikacja prądu RF zniszczyła ognisko arytmii (miejsce skutecznej ablacji w RVOT rejestrowano w obrazie RTG w projekcji RAO 30°). Granice anatomiczne drogi odpływu prawej komory określano w projekcji RAO 30°. Dolną część RVOT wyznaczała pozioma linia poprowadzona na wysokości górnej części zastawki trójdzielnej w miejscu rejestracji potencjału pęczka Hisa. Górną część RVOT wyznaczał poziom zastawki pnia płucnego, gdzie następuje zanikanie potencjałów endomiokardialnych (ryc. 4). Część przegrodową RVOT mapowano w projekcji RAO 30°. Wolną ścianę drogi odpływu prawej komory mapowano, rotując elektrodę ablacyjną wokół własnej osi na różnych poziomach RVOT.

Etap 2. Typowanie miejsca skutecznej ablacji na podstawie stworzonego na etapie 1., własnego algorytmu lokalizacji ogniska arytmogennego w RVOT (14 chorych). Lokalizację ogniska arytmii w poszczególnych strefach RVOT wykonywało niezależnie 2 lekarzy kardiologów, posługując się zapisami morfologii EKG arytmii umieszczonymi w tabeli (tab. 4). Wyniki analizy EKG porównano ze sobą pod względem zgodności ocen obu kardiologów, a następnie odniesiono je do miejsc skutecznej ablacji ogniska arytmii w drodze odpływu prawej komory.

Wyniki

Etap 1. Wypracowanie własnego algorytmu oceny położenia arytmii w RVOT (16 chorych)

W odprawieniach kończynowych II, III i aVF u wszystkich pacjentów stwierdzono załamek R. U 3 chorych z ogniskiem arytmii w wolnej ścianie RVOT załamki R były niższe i zawężone w porównaniu z pozostałymi pacjentami z arytmia pochodząca z przegrodowej części drogi odpływu prawej komory. Załamek QS występował u wszystkich osób w odprawieniu aVR. W odprawieniach przedsercowych w całej badanej grupie był obecny załamek QS lub r mniejszy od S w odprawieniach V1 i V2, a załamek R/r w odprawieniu V6. Różnice dotyczące morfologii zespołów QRS w odprawieniach kończynowych występowały w odprawieniach I i aVL. W odprawieniu I rejestrowano załamki: qs(QS), qr, rs, rsr' i r(R). Załamki qs(QS) stwierdzono u 7 pacjentów, qr — u 2, rs — u 1,

Tabela 1. Analiza zespołów QRS arytmii komorowych u 16 pacjentów z arytmią z drogi odpływu prawej komory

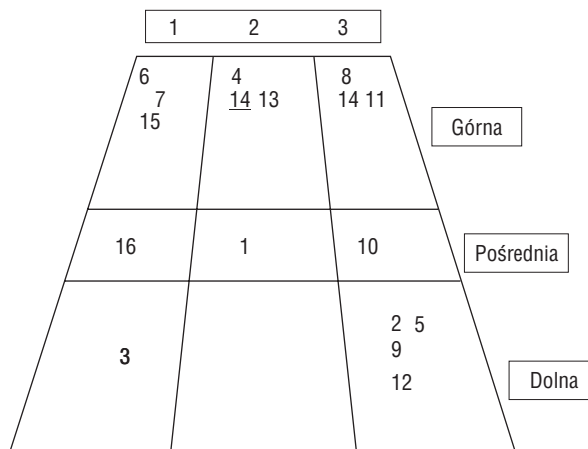
Pacjent nr	Odprowadzenia końcynowe						Odprowadzenia przedsercowe					
	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
1	rs	R	R	QS	QS	R	QS	QS	QS	r = s	R	R
2	qs	R	R	QS	QS	R	r < S	r < S	r < S	r < S	R	R
3	R	R	R	QS	QS	R	QS	QS	r < S	r < S	R = S	R
4	qr	R	R	QS	QS	R	r < S	r < S	r < S	r > s	R	R
5	qs	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	r < S	r < S	r = s	r
6	r	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	R	R	R	R
7	r	R	R	QS	QS	R	r < S	r < S	r < S	R	R	R
8	QS	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	R	R	R	R
9	QS	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	r < S	r < S	r = s	r
10	qs	R	R	QS	QS	R	QS	QS	QS	r = s	R	R
11	qs	R	R	QS	QS	R	QS	QS	r < S	R	R	R
12	qs	R	R	QS	QS	R	r < S	r < S	r < S	r < S	r = s	R
13	rsr'	R	R	QS	QS	R	r < S	r < S	r = s	R	R	R
14	qr	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	r < S	R	R	R
15	r	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	r < S	R	R	R
16	r	R	R	QS	Qr	R	QS	r < S	r < S	r = s	R	R

rsr' — u 1, r(R) — u 5. W odprowadzeniu aVL załamek QS występował u 15 pacjentów, a tylko u 1 chorego w tym odprowadzeniu stwierdzono załamek Qr.

W odprowadzeniach V2–V6 występowało przejście od załamka QS lub r mniejsze od S (ujemny zwrot zespołu QRS) do załamka R/r (dodatni zwrot zespołu QRS). Dwa kolejne odprowadzenia przedsercowe, między którymi zmieniał się zwrot zespołu QRS z ujemnego na dodatni, nazywano strefą przejściową (przejście od QS lub r < S do R/r lub R > s). Podobnie jako strefę przejściową określano odprowadzenie, w którym r było równe s (R = S), gdzie w poprzedzającym odprowadzeniu występowało QS lub r mniejsze od S, a w następującym odprowadzeniu występowało R/r lub R większe od s. Strefa ta występowała w odprowadzeniach V2–V3 u 2 pacjentów, w V3 — u 1, V3–V4 — u 5, w V4 — u 3, a w V4–V6 — u 5 osób (tab. 1).

Strefy pionowe drogi odpływu prawej komory

Na podstawie korelacji różnic zespołów QRS z położeniami ognisk arytmii w obrazie RTG (miejscach skutecznych ablacji) u pierwszych 16 chorych stożek drogi odpływu prawej komory w projekcji RAO 30° podzielono na 3 strefy pionowe, które odpowiadały różnicom w odprowadzeniu końcynowym I. Strefy te oznaczono jako 1, 2, 3, począwszy od strony tylnobocznej (strefa 1) w kierunku ściany przedniej RVOT (strefa 3) (ryc. 6). W 1. strefie za-

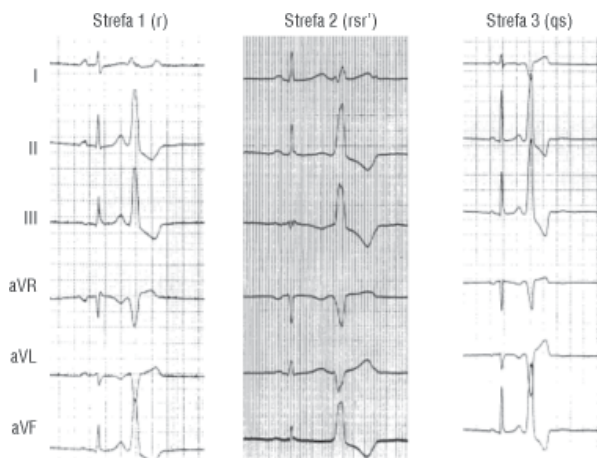


Rycina 6. Położenie ognisk arytmii w drodze odpływu prawej komory u 16 chorych, które posłużyło do zbudowania algorytmu lokalizacji ognisk arytmogennych na podstawie morfologii EKG arytmii; 1–16 — miejsca skutecznej ablacji RF AFo w RVOT u 16 pacjentów; 14 — miejsce, gdzie na obrazie EKG uwidoczniło inne położenie ogniska arytmii niż mapowanie podczas ablacji RF

wsze występował załamek r/R w odprowadzeniu I. Drugą strefę charakteryzowało występowanie zmiennego obrazu EKG: rs, rsr' w odprowadzeniu I. U chorych z ogniskiem arytmii w 3. strefie występował załamek qs/QS w odprowadzeniu I (tab. 2, ryc. 7). Ponieważ w doniesieniach innych autorów w strefie 3. stwierdzono wyłącznie załamki qs/QS ogniska

Tabela 2. Podział drogi odpływu prawej komory na 3 pionowe strefy (1, 2 i 3) na podstawie morfologii arytmii w odprowadzeniu kończynowym I

Strefa 1	r/R
Strefa 2	rs, rsr', qr
Strefa 3	qs/QS

**Rycina 7.** Położenie ogniska arytmogennego w strefach pionowych drogi odpływu prawej komory na podstawie zmienności morfologii zespołu QRS w odprowadzeniu I

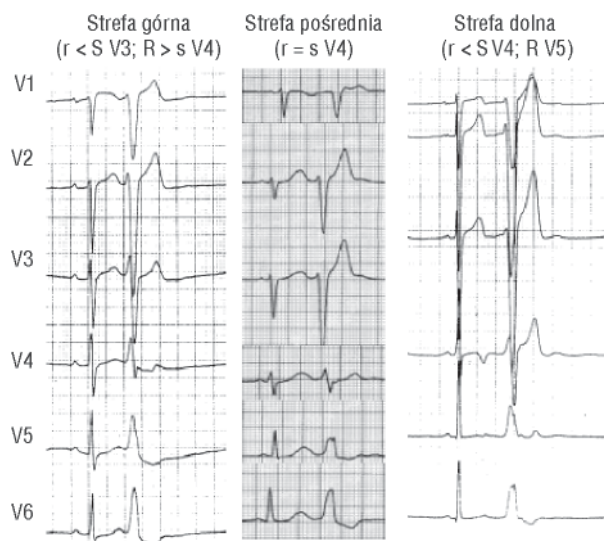
arytmii 2 chorych (pacjenci nr 4 i 14), u których występowały zespoły qr w odprowadzeniu I, zaliczono do strefy 2. Niezgodność miejsca ablacji (strefa 3) i wskazania EKG (strefa 2) wystąpiły u 1 chorego (pacjent nr 14) z zespołem qr w odprowadzeniu I. W analizowanej grupie 16 osób nie wykazano istotnych różnic morfologii QRS w odprowadzeniu aVL, które mogłyby informować o położeniu ogniska arytmii w pionowych strefach RVOT.

Strefy poziome drogi odpływu prawej komory

Na podstawie przejścia od załamka QS lub r mniejszego od S do załamka R/r lub R większego od s w odprowadzeniach przedsercowych u pierwszych 16 chorych podzielono stożek drogi odpływu prawej komory obserwowany w projekcji RAO 30° na 3 poziome strefy: górną, pośrednią i dolną (ryc. 6). Strefę górną charakteryzuje obecność strefy przejściowej w odprowadzeniach V1–V4: przejście od QS lub r mniejszego od S w odprowadzeniu V1 do R większego od s lub R w odprowadzeniu V4. W strefie pośredniej były obecne załamki R równe S

Tabela 3. Podział drogi odpływu prawej komory na 3 poziome strefy (górną, pośrednią i dolną) na podstawie morfologii arytmii w odprowadzeniach przedsercowych V1–V6

Strefa górną	Przejście od QS lub $r < S$ w V1 do r, R albo $R > s$ w V4
Strefa pośrednia	$R = S$ ($r = s$) w V4
Strefa dolną	Przejście od $r < S$ w V4 do r, R w V6

**Rycina 8.** Położenie ogniska arytmogennego w strefach poziomych drogi odpływu prawej komory na podstawie zmienności morfologii zespołu QRS w odprowadzeniach przedsercowych

($r = s$) w odprowadzeniu V4. W strefie dolnej qs/QS lub r mniejsze niż S było widoczne w odprowadzeniach V1–V4. Przejście od r mniejszego od S do r, R było obecne w odprowadzeniach V4–V6 (tab. 3, ryc. 8).

Ostateczny podział drogi odpływu prawej komory

Na podstawie różnic morfologii zespołów QRS w odprowadzeniu I oraz odprowadzeniach przedsercowych podzielono drogę odpływu prawej komory obserwowaną w projekcji RAO 30° na 9 pól. Strefy pionowe (różnice w odprowadzeniu I) są równe. Natomiast ze względu na dokładną lokalizację ogniska w strefie pośredniej RVOT (występowanie $R = S/r = s$ w odprowadzeniu V4) strefa ta jest węższa od strefy górnej i dolnej, zajmując wąski pas wokół linii środkowej dzielącej poziomo RVOT na 2 części (ryc. 6).

Tabela 4. Wyniki analizy 12-odprowadzeniowego EKG u 14 chorych (nr 17–30) w celu prognozowania miejsca ablacji arytmii w drodze odpływu prawej komory

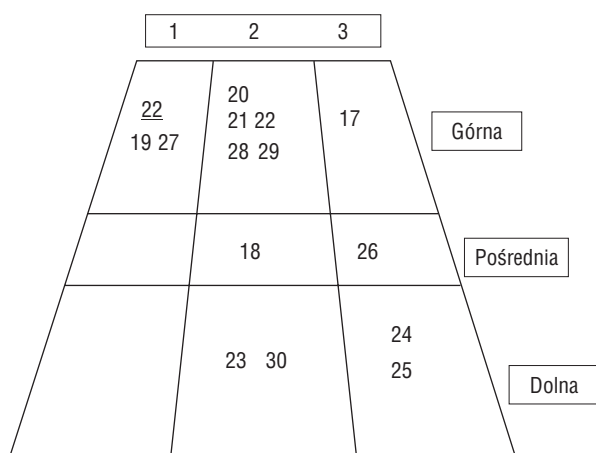
Pacjent nr	Odprowadzenia kończynowe						Odprowadzenia przedsercowe					
	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
17	qs	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	r < S	R > s	R	R
18	rs	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	r < S	R = S	R	R
19	r	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	r < S	R > s	R	R
20	rs	R	R	QS	QS	R	r < S	r < S	r < S	R > s	R	R
21	qr	R	R	QS	QS	R	r < S	r < S	r = s	R	R	R
22	r	R	R	QS	QS	R	r < S	r < S	r < S	R > s	R	R
23	rs	R	R	QS	QS	R	QS	QS	r < S	r < S	R > s	R
24	qs	R	R	QS	QS	R	QS	QS	r < S	r < S	R	R
25	QS	R	R	QS	QS	R	QS	QS	r < S	r < S	R	R
26	qs	R	R	QS	QS	R	QS	QS	r < S	r = s	R	R
27	r	R	R	QS	QS	R	QS	QS	r < S	R	R	R
28	rs	R	R	QS	QS	R	r < S	r < S	r < S	R	R	R
29	rs	R	R	QS	QS	R	QS	r < S	r < S	R	R	R
30	rs	R	R	qs	qs	R	QS	r < S	r < S	r < S	r > s	R

Etap 2. Przewidywanie lokalizacji ogniska arytmii w drodze odpływu prawej komory na podstawie morfologii 12-odprowadzeniowego zapisu EKG

Zanotowano pełną zgodność wyników typowania przez 2 kardiologów lokalizacji ognisk arytmii na podstawie algorytmu EKG. Natomiast lokalizacje elektrokardiograficzne ognisk arytmii w RVOT (tab. 4) były zgodne z miejscami skutecznych abla-

cji u 13 z 14 chorych (92,8%). U pacjenta nr 22 ze względu na występowanie załamka r w odprowadzeniu I prognozowano położenie w strefie pionowej 1, a ablację wykonano w strefie 2. Notowano pełną zgodność w zakresie prognozowania położenia ogniska arytmii w strefach poziomych RVOT (ryc. 9). U 2 chorych z ogniskiem arytmii położonym w wolnej ścianie RVOT obraz EKG trafnie prognozował lokalizację obszaru arytmogennego.

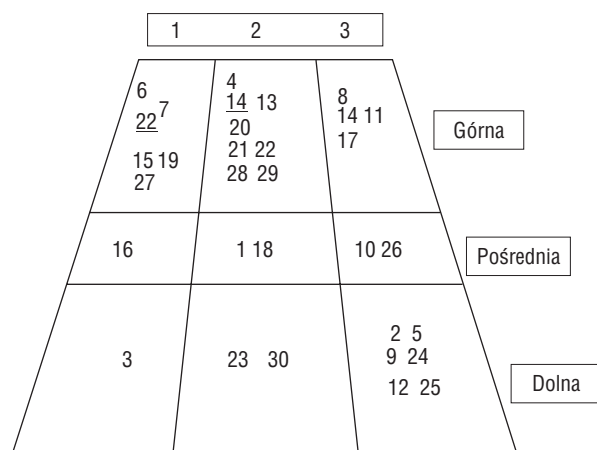
Podsumowując, u 28 pacjentów (93,3%) ognisko arytmii zlokalizowane na podstawie morfologii PVC w powierzchniowym EKG było zgodne z lokalizacją podczas zabiegu ablacji przeznaczyniowej. U 5 pacjentów z ogniskiem arytmii położonym w wolnej ścianie RVOT wskazania algorytmu były prawidłowe. Nie notowano niezgodności w zakresie przewidywania w strefach poziomych drogi odpływu prawej komory. Różnice występowały u chorych z arytmia położoną w części przegrodowej w zakresie stref pionowych drogi odpływu prawej komory. U pacjenta nr 14 na podstawie 12-odprowadzeniowego EKG ognisko arytmii zlokalizowano w strefie 2. górnej (skuteczna ablacja w sąsiedniej strefie 3. górnej), a u chorego nr 22 na podstawie EKG arytmia zlokalizowano w strefie 1. górnej (skuteczna ablacja w strefie 2. górnej) (ryc. 10).



Rycina 9. Wyniki analizy 12-odprowadzeniowego EKG i miejsca skutecznej ablacji arytmii w drodze odpływu prawej komory (pacjenci 17–30); 17–30 — miejsca skutecznej ablacji RF AFo w RVOT u 14 pacjentów; 22 — miejsce, gdzie na obrazie EKG uwidoczniło inne położenie ogniska arytmii niż mapowanie podczas ablacji RF

Dyskusja

Spośród dużej liczby arytmii charakteryzujących się w powierzchniowym EKG blokiem odnogi



Rycina 10. Schematyczna lokalizacja ognisk arytmii w drodze odpływu prawej komory u 30 pacjentów. Droga odpływu prawej komory w projekcji RAO 30°; 1–30 — miejsca skutecznej ablacji RF AFo w RVOT u 30 pacjentów; 14, 22 — miejsca, gdzie na obrazie EKG uwidoczono inne położenie ogniska arytmii niż mapowanie podczas ablacji RF

pęczka Hisa stosunkowo łatwo poddają się ablacji przeznaczyniowej arytmie pochodzące z drogi odpływu prawej komory [7–9]. Skuteczność zabiegów ocenia się na 75–95% przypadków w grupie z objawami, w której nie stosuje się klasycznej farmakoterapii [2, 10–12]. Strefa arytmii znajduje się zazwyczaj w przedniej bądź przednio-bocznej przegrodowej części drogi odpływu prawej komory. U kilkunastu procent pacjentów ognisko arytmii było położone w wolnej ścianie RVOT. Wielkość przegrodowej strefy drogi odpływu prawej komory ocenia się na 10 cm², natomiast rozmiar samego ogniska arytmii wynosi zaledwie kilka mm² [8, 13, 14]. Z tego względu poszukiwanie ogniska arytmii może wydłużać czas zabiegu ablacji oraz wiążący się z tym czas fluoroskopii.

Na podstawie krytycznego spojrzenia na istniejące algorytmy opracowane przez grupę Marchlinskiego [4] wypracowano własną metodę analizy 12-odprowadzeniowego EKG w celu dokładnej lokalizacji ogniska arytmogennego w drodze odpływu prawej komory [15]. Dzięki wykorzystaniu oryginalnych zapisów 12-odprowadzeniowego EKG arytmii uniknięto różnic w obrazie EKG i artefaktów, które wiążą się ze stymulacją oraz innym rozmieszczeniem elektrod EKG stosowanym w wielu pracowniach elektrofizjologicznych podczas badania elektrofizjologicznego i zabiegu ablacji. Lokalizację na podstawie zapisu EKG weryfikowano skutecznością ablacji ogniska arytmii w tym obszarze. Schemat oceny powstał podczas analizy morfologii arytmii

i korelowania jej z obrazem RTG miejsca skutecznej ablacji. U kolejnych pacjentów przydatność tego schematu oceny lokalizacji ogniska arytmii w RVOT potwierdzili 2 niezależni kardiologowie. Algorytm jest użyteczny nie tylko u chorych z typowym, przegrodowym położeniem strefy arytmogennej w RVOT, ale także w przypadkach lokalizacji arytmii w wolnej ścianie drogi odpływu prawej komory. Obecnie w publikacjach innych autorów dostrzega się potrzebę analizy oryginalnych zapisów EKG arytmii [16, 17], a wyniki ostatnio opublikowanych opracowań wykonywanych z użyciem mapowania elektroanatomicznego (CARTO) wspierają wartość algorytmu opracowanego w ośrodku, w którym pracują autorzy niniejszej pracy [17, 18]. Wysoki stopień zgodności miejsc skutecznej ablacji w obrębie RVOT ze wskazaniami proponowanego przez autorów niniejszego opracowania nowego algorytmu EKG pozwala zalecać używanie go w rutynowej lokalizacji ogniska arytmii przed zabiegiem ablacji przeznaczyniowej. Duża wartość proponowanego algorytmu elektrokardiograficznej lokalizacji ogniska arytmii w RVOT pozwala na odpowiednie przygotowanie techniki zabiegu ablacji i ogranicza do minimum konieczność stosowania drogich systemów elektroanatomicznych w tej grupie pacjentów.

Wnioski

Proponowany algorytm na podstawie morfologii EKG arytmii wiarygodnie lokalizuje ognisko arytmogenne w drodze odpływu prawej komory, a poprzez to przyczynia się do uproszczenia zabiegu ablacji przeznaczyniowej.

Piśmiennictwo

1. Tsai Ch-F., Chen S-A., Tai Ch-T. i wsp. Idiopathic monomorphic ventricular tachycardia: clinical outcome, electrophysiologic characteristics and long-term results of catheter ablation. *Int. J. Cardiol.* 1997; 62: 143–150.
2. Coggins D.L., Lee R.J., Sweeney J. i wsp. Radiofrequency catheter ablation as a cure for idiopathic tachycardia of both left and right ventricular origin. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1994; 23: 1333–1341.
3. Ouyang F., Fotuhi P., Ho S.J. i wsp. Repetitive monomorphic ventricular tachycardia originating from the aortic cusp (electrocardiographic characterization for guiding catheter ablation). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002; 39: 500–508.
4. Jadonath R.L., Schwartzman D.S., Preminger M.W., Gottlieb C.D., Marchlinski F.E. Utility of the 12-lead electrogram in localizing the origin of right ventricu-

- lar outflow tract tachycardia. *Am. Heart J.* 1995; 130: 1107–1113.
5. Wilber D.J., Baerman J., Olshansky B. i wsp. Adenosine-sensitive tachycardia: clinical characteristics and response to catheter ablation. *Circulation* 1993; 87: 126–134.
 6. Movsowitz C., Schwartzman D., Callans D.J. i wsp. Idiopathic right ventricular outflow tract tachycardia: narrowing the anatomic location for successful ablation. *Am. Heart J.* 1996; 131: 930–936.
 7. Kim Y.H., Goldberger J., Kadish A. Treatment of ventricular tachycardia-induced cardiomyopathy by transcatheter radiofrequency ablation. *Heart* 1996; 76: 550–552.
 8. Klein L.S., Shih H.T., Hackett K., Zipes D.P., Miles W.M. Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia in patients without structural heart disease. *Circulation* 1992; 85: 1666–1674.
 9. Reiter M.J., Smith W.M., Gallagher J.J. Clinical spectrum of ventricular tachycardia with left bundle branch morphology. *Am. J. Cardiol.* 1983; 51: 113–121.
 10. Calkins H., Kalbfleisch S.J., El-Atassi R., Langberg J.J., Morday F. Relation between efficacy of radiofrequency catheter ablation and site of origin of idiopathic ventricular tachycardia. *Am. J. Cardiol.* 1993; 71: 827–833.
 11. Lauribe P., Shah D., Jais P., Takahashi A., Haissaguerre M., Clementy J. Radiofrequency catheter ablation of drug refractory symptomatic ventricular ectopy: short and long term results. *PACE* 1999; 22: 783–789.
 12. Gurosoy S., Brugada J., Souza O., Steurer G., Andries E., Brugada P. Radiofrequency ablation of symptomatic benign ventricular arrhythmias. *PACE* 1992; 15: 738–741.
 13. Aizawa Y., Chinushi M., Naioh N., Kusano Y., Kitazawa H., Takahashi K. Catheter ablation with radiofrequency current of ventricular tachycardia originating from the right ventricle. *Am. Heart J.* 1993; 125: 1269–1275.
 14. Buxton A.E., Waxman H.L., Marchlinski F.E., Simonson M.B., Cassidy D., Josephson M.E. Right ventricular tachycardia: clinical and electrophysiological characteristics. *Circulation* 1983; 68: 917–927.
 15. Pytkowski M., Maciąg A., Sterliński M. i wsp. QRS morphology analysis to localize the arrhythmogenic focus in patients with right ventricular outflow tract arrhythmias. *CARDIOSTIM* 2002, Nicea 19–22.06.2002 (streszczenie).
 16. Gerstenfeld E.P., Dixit S., Callans D.J. i wsp. Quantitative comparison of spontaneous and paced 12-lead electrocardiogram during right ventricular outflow tract tachycardia. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 41: 2046–2053.
 17. Dixit S., Gerstenfeld E.P., Callans D.J. i wsp. Electrocardiographic patterns of superior right ventricular outflow tract tachycardias: Distinguishing septal and free-wall sites of origin. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2003; 14: 1–7.
 18. Dixit S. 12-lead ECG localization of arrhythmogenic focus in patients without structural heart disease. Congress of the Heart Rhythm Society, New Orleans 2005 (streszczenie).