

Implantacja elektrody defibrylującej wszczepialnego kardiowertera-defibrylatora w drodze odpływu prawej komory pod kontrolą echokardiografii wewnątrzsercowej

Cardioverter-defibrillator defibrillating lead implantation in right ventricle outflow tract guided by intracardiac echocardiography

Leszek Markuszewski, Michał Chudzik, Tomasz Grycewicz,
Robert Pietruszyński, Włodzimierz Grabowicz i Marcin Rosiak

Oddział Kliniczny Kardiologii Interwencyjnej i Kardiodiabetologii I Katedry Kardiologii
i Kardiologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Abstract

Right ventricle apex continuous pacing causes asynchronous ventricular contraction associated with a deterioration in left ventricular systolic and diastolic function. Right ventricle apex pacing is especially harmful in heart failure patients. Right ventricle outflow tract pacing has been postulated as an alternative for right ventricle apex pacing recently. This paper presents the case of 44-year-old man with heart failure due to dilated cardiomyopathy and with indication both for ICD implantation and continuous ventricular pacing. Ventricular lead was placed in right ventricle outflow tract under guidance of intracardiac echocardiography. (Folia Cardiol. 2005; 12: 139–144)

**intracardiac echocardiography, implantable cardioverter-defibrillator,
right ventricle outflow tract pacing**

Wstęp

Implantacja kardiowertera-defibrylatora (ICD, *implantable cardioverter-defibrillator*) u pacjentów, u których występuje ryzyko nagłego zgonu sercowego, jest uznaną metodą leczenia. U osób, u których oprócz groźnych komorowych zaburzeń rytmu występują również arytmie nadkomorowe lub zabu-

żenia przewodzenia zatokowo-przedsionkowego/przedsionkowo-komorowego, konieczna jest implantacja układów dwujamowych. Pacjenci ci są skazani na niefizjologiczną stymulację komorową z koniuszka prawej komory. Wyniki licznych badań wskazują na niekorzystne odległe efekty stałej stymulacji z koniuszka prawej komory, szczególnie nasilone u chorych ze skurczową dysfunkcją serca. Jedną z alternatywnych lokalizacji elektrody komorowej jest droga odpływu prawej komory. Jednak tradycyjne metody służące do określania lokalizacji elektrody w drodze odpływu prawej komory, takie jak fluoroskopia oraz zapis elektrokardiograficzny, nie zawsze umożliwiają jednoznaczne stwierdzenie położenia końcówki elektrody. W niniejszej pracy przedstawiono opis zabiegu implantacji dwujamowego ICD, którego elektrodę komorową

Adres do korespondencji: Dr med. Leszek Markuszewski
Oddział Kliniczny Kardiologii Interwencyjnej
i Kardiodiabetologii
I Katedra Kardiologii i Kardiologii UM w Łodzi
ul. Żeromskiego 113, 90–549 Łódź
tel. (0 42) 639 35 63, e-mail: kardiolog@skwam.lodz.pl
Nadesłano: 26.08.2004 r. Przyjęto do druku: 23.11.2004 r.

umieszczono w drodze odpływu prawej komory pod kontrolą echokardiografii wewnątrzsercowej (ICE, *intracardiac echocardiography*).

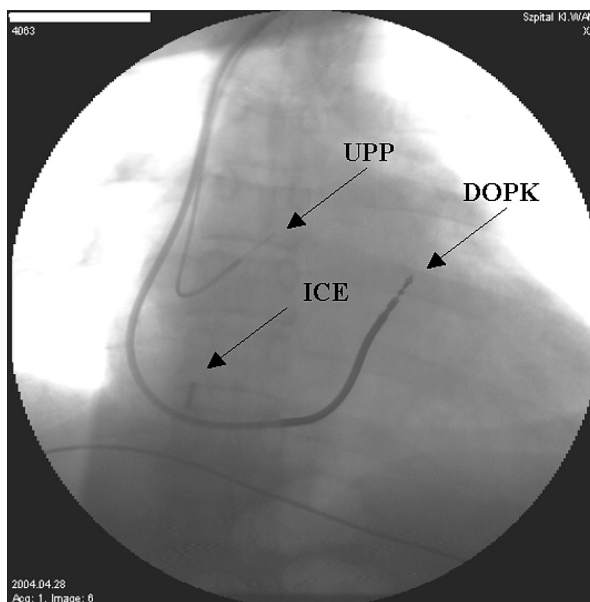
Echokardiografia wewnątrzścienna jest metodą pozwalającą na wizualizację struktur wewnątrzsercowych. Jest to technika ułatwiająca zobrazowanie referencyjnych punktów anatomicznych serca. Wykorzystuje się ją również podczas zabiegów zamykania ubytków w przegrodzie międzyprzedsionkowej oraz jako technikę pomocniczą w trakcie zabiegów ablacji [1–3]. Echokardiografia wewnątrzścienna umożliwia także śródoperacyjną pośrednią ocenę czynności skurczowej lewej komory poprzez określanie okresu przedwyrzutowego lewej komory (PEP, *pre-ejection period*) oraz stosunku PEP do czasu wyrzutu lewej komory (LVET, *left ventricular ejection time*).

Opis przypadku

U 44-letniego mężczyzny (Z.W.) ze skurczową niewydolnością serca (EF — 24%; LVEDD — 8,3 cm, LVESD — 7,5 cm) w przebiegu kardiomiopatii rozstrzeniowej występowały objawy niewydolności serca II klasy według klasyfikacji *New York Heart Association* (NYHA). Szerokość zespołów QRS była prawidłowa i wynosiła 90 ms. Wskazaniem do zabiegu ICD były nawracające częstoskurcze komorowe o częstości 190/min, przebiegające z pełnymi utratami przytomności. Z powodu bradykardii zatokowej 50/min oraz bloku przedsionkowo-komorowego II stopnia typu 1 (okresowo bloku 2:1) u pacjenta konieczna była implantacja układu dwujamowego. Stały charakter zaburzeń przewodzenia przedsionkowo-komorowego uniemożliwiał zastosowanie algorytmów ograniczających odsetek stymulacji komorowej, na przykład histerezy opóźnienia przedsionkowo-komorowego.

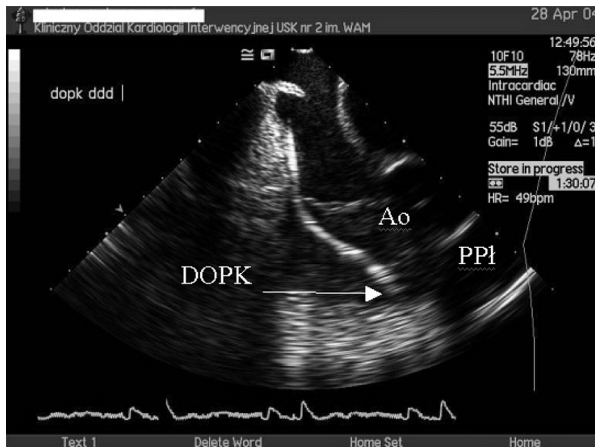
Po wykonaniu znieczulenia miejscowego (nasiękowego 2-procentowym roztworem lidokainy) poprzez nakłucie żyły podobojczykowej lewej do prawej komory wprowadzono defibrylującą elektrodę o aktywnej fiksacji — TVL ADX 70 (St. Jude, Stany Zjednoczone). W analogiczny sposób do prawego przedsionka wprowadzono elektrodę przedsionkową o biernej fiksacji — SX 53-JBP (Biotronik, Niemcy). Poprzez nakłucie żyły udowej prawej wprowadzono głowicę do ICE o średnicy 10 F (Siemens Acuson AcuNav Corp., Mountain View, Stany Zjednoczone). Głowicę pod kontrolą fluoroskopii wprowadzono do prawego przedsionka. Po ustabilizowaniu głowicy, uzyskano obrazy odpowiadające strukturom prawego przedsionka oraz prawej komory.

Początkowo końcówkę elektrody defibrylującej umieszczono w koniuszku prawej komory. Rozpoczęto stymulację czasową DDD 90/min z opóźnieniem przedsionkowo-komorowym 150 ms, co pozwoliło na wyeliminowanie rytmu kardiopowego. Oznaczono szerokość zespołów QRS podczas stymulacji. Za pomocą ICE określono echokardiograficzne wskaźniki czynności lewej komory, PEP oraz wartość PEP/LVET. Następnie pod kontrolą fluoroskopii przemieszczono końcówkę elektrody defibrylującej do drogi odpływu prawej komory i oznaczono parametry jak w koniuszku prawej komory. Ostatnim etapem było umieszczenie końcówki elektrody defibrylującej w drodze odpływu prawej komory pod jednoczesną kontrolą fluoroskopową oraz ICE (ryc. 1, 2). W tabeli 1 przedstawiono uzyskane wartości. Stwierdzono, że stymulacja z punktu drogi odpływu prawej komory wyznaczonego za pomocą ICE charakteryzuje się korzystniejszymi parametrami elektrokardiograficznymi i echokardiograficznymi. Parametry stymulacji i wyczuwania były zadowalające (próg stymulacji — 0,3 V; amplituda



Rycina 1. Elektroda defibrylująca w drodze odpływu prawej komory — obraz RTG w projekcji AP; UPP — elektroda przedsionkowa w uszku prawego przedsionka; DOPK — elektroda defibrylująca w drodze odpływu prawej komory; ICE — echokardiograficzna głowica wewnątrzsercowa

Figure 1. Defibrillating lead in right ventricle outflow tract — fluoroscopic AP view; UPP — atrial lead in right atrium auricle; DOPK — defibrillating lead in right ventricle outflow tract; ICE — intracardiac echocardiography array



Rycina 2. Elektroda defibrylująca w drodze odpływu prawej komory — obraz z ICE; DOPK — elektroda defibrylująca w drodze odpływu prawej komory; Ao — aorta; PPI — pień płucny

Figure 2. Defibrillating lead in right ventricle outflow tract — ICE view; DOPK — defibrillating lead in right ventricle outflow tract; Ao — aorta; PPI — pulmonary trunk

załamka R — 12,3 mV; *slew rate* — 1,2 V/s; impedancja = 462 Ω). Zdecydowano o fiksacji elektrody w punkcie wyznaczonym za pomocą ICE. Końcówkę elektrody przedsionkowej w sposób standardowy umieszczono w uszku prawego przedsionka. Dwujamowy ICD St. Jude Photon μ DR w sposób typowy umieszczono w loży wykonanej podskórnie, w okolicy podobojczykowej lewej. W znieczuleniu ogólnym 2-krotnie wywoływano migotanie komór. Kardiowerter-defibrylator prawidłowo rozpoznawał i przerywał migotanie komór, kolejno wyładowaniem 15 J oraz 10 J. Parametry defibrylacji uznano za zadowalające. Zabieg kontynuowano i zakończono w sposób typowy. W 4. dobie po implantacji przeprowadzono kontrolne badanie (*predischarge test*), stwierdzając prawidłowe parametry stymulacji,

wyczuwania i skuteczną defibrylację impulsem 10 J. Zarówno w czasie zabiegu, jak i podczas 3-miesięcznej obserwacji powikłania nie występowały, nie odnotowano incydentów interwencji ICD. Ponad 90% rytmu stanowiła stymulacja DDDR w układzie Ap-Vp o częstotliwości 60–100/min. Pacjenta zaliczono do II klasy według czynnościowej klasyfikacji NYHA.

Dyskusja

Metoda stymulacji z koniuszka prawej komory charakteryzuje się łatwością fiksacji elektrody i niskim odsetkiem dyslokacji. Jednak ten rodzaj stymulacji powoduje opóźnienie aktywacji elektrycznej lewej komory oraz — poprzez odwrócenie sekwencji aktywacji komór — wywołuje asynchroniczny skurcz i rozkurcz komór. W warunkach fizjologicznych depolaryzacja komór zaczyna się niemal synchronicznie w lewej komorze (obszary zlokalizowane w części początkowej wiązek lewej odnogi pęczka Hisa) oraz w prawej komorze [4]. Od momentu rozpoczęcia depolaryzacji lewej komory coraz większe obszary mięśnia prawej i lewej komory są depolaryzowane jednocześnie (synchronicznie). Podczas stymulacji z koniuszka prawej komory depolaryzacja zaczyna się w koniuszku prawej komory, czyli niejako „od końca”. W standardowym elektrokardiogramie pojawia się obraz bloku lewej odnogi pęczka Hisa.

W ostatnich latach ukazały się liczne publikacje wskazujące na niekorzystny wpływ stymulacji koniuszka prawej komory na czynność serca. Stwierdzono, że ten rodzaj stymulacji upośledza skurczową i rozkurczową czynność lewej komory i może prowadzić do zaburzeń perfuzji mięśnia komór serca [5–7]. Nieprawidłowości obserwowane w trakcie stymulacji z koniuszka prawej komory są szczególnie nasilone u chorych z pozawałowym uszkodzeniem lewej komory. Vasallo i wsp. [8]

Tabela 1. Stymulacja z koniuszka prawej komory vs. drogi odpływu prawej komory: śródoperacyjne parametry elektrokardiograficzne i echokardiograficzne

Table 1. Right ventricle apex vs. right ventricle outflow tract pacing: intraoperative echocardiographic and electrocardiographic parameters

Parametr	Rytm zatokowy	RVA	RVOT RTG	RVOT ICE
Szerokość zespołu QRS [ms]	90	180	160	140
PEP [ms]	70	91	82	74
PEP/LVET	0,61	0,71	0,70	0,63

RVA (*right ventricle apex*) — koniuszek prawej komory; RVOT RTG (*right ventricle outflow tract guided by X-ray fluoroscopy*) — droga odpływu prawej komory pod kontrolą fluoroskopii RTG; RVOT ICE (*right ventricle outflow tract guided by intracardiac echocardiography*) — droga odpływu prawej komory pod kontrolą echokardiografii wewnątrzsercowej; PEP (*pre-ejection period*) — okres przedwyrzutowy; LVET (*left ventricle ejection time*) — czas wyrzutu lewej komory

wykazali, że asynchronia pracy i zaburzenia aktywacji lewej komory dodatkowo są silniejsze u chorych po zawale przedniej ściany serca. W wielośrodowym i randomizowanym badaniu *Dual Chamber And VVI Defibrillation Trial* (DAVID) uczestniczyło 506 pacjentów ze skurczową dysfunkcją lewej komory [9], z frakcją wyrzutową lewej komory (LVEF, *left ventricular ejection fraction*) równą 40% lub mniejszą, leczonych farmakologicznie w możliwie optymalny sposób. Podstawą badania było założenie, że stymulacja DDDR (z koniuszka prawej komory) w porównaniu z brakiem stymulacji polepsza rokowanie chorych i poprawia komfort życia. Chorych losowo przydzielono do grupy ze stałą stymulacją DDDR o częstości podstawowej 70/min (uzyskano w ten sposób ponad 60% stymulacji komorowej) oraz do grupy z jedynie wspomagającą stymulacją VVI o częstości podstawowej wynoszącej 40/min (uzyskano w ten sposób znikomy odsetek stymulacji z koniuszka prawej komory — 2,9%). Wyniki trwającej 18 miesięcy obserwacji wskazują, że stymulacja DDDR z koniuszka prawej komory pogarsza rokowanie (wzrost skumulowanej częstości zgonów i hospitalizacji z powodu zaostrzenia niewydolności serca) oraz nie wpływa na jakość życia. Autorzy badania DAVID podsumowują, że w tej grupie chorych desynchronia komór występująca w trakcie stymulacji z koniuszka prawej komory jest bardzo niekorzystna, dlatego nie powinno się jej stosować.

Zaburzenia obserwowane podczas stymulacji z koniuszka prawej komory spowodowały, że zaczęto poszukiwać bardziej „fizjologicznej” lokalizacji dla elektrody komorowej, czyli takiej, która powodowałaby mniejsze zaburzenia synchronicznej pracy komór oraz poprawiałaby hemodynamiczną czynność serca. Wprowadzenie do elektroterapii elektrod komorowych o aktywnej fiksacji (tzw. elektrod wkrętkowych) pozwoliło na umieszczanie końcówki elektrody w okolicach endokardium o dużo uboższym, w porównaniu z koniuszkiem prawej komory, beleczkowaniu. Wcześniej stosowane elektrody o pasywnej fiksacji często ulegały dyslokacji w miejscach o skąpym beleczkowaniu. W 1992 r. De Cock i wsp. [10] jako jedni z pierwszych wskazali na wyższość stymulacji z drogi odpływu prawej komory nad stymulacją z koniuszka prawej komory u ludzi. Autorzy stwierdzili, że wskaźnik sercowy (pojemność minutowa/powierzchnia ciała) podczas stymulacji z drogi odpływu prawej komory jest o 17% większy niż podczas stymulacji z koniuszka prawej komory. Obserwacje te wkrótce potwierdzili inni badacze. Guidici i wsp. [11] porównali parametry hemodynamiczne uzyskane w trakcie krótko-

trwałej stymulacji z drogi odpływu prawej komory i koniuszka prawej komory u 92 chorych. Podczas stymulacji z drogi odpływu prawej komory zaobserwowali wzrost wskaźnika sercowego o średnio 18% oraz wzrost rzutu serca o średnio 21%. Stwierdzili również, że pacjenci z większym uszkodzeniem czynności skurczowej lewej komory (czyli z wyjściowo niższym wskaźnikiem sercowym) odnoszą relatywnie większą korzyść ze zmiany miejsca stymulacji z koniuszka prawej komory na drogę odpływu prawej komory. Korzystniejszy profil hemodynamiczny stwierdzany podczas stymulacji z drogi odpływu prawej komory wynika z mniejszej asynchronii lewej komory serca w trakcie tego rodzaju stymulacji. Stymulacja z drogi odpływu prawej komory w porównaniu ze stymulacją z koniuszka prawej komory wywołuje mniejszą asynchronię dzięki bliskości miejsca stymulacji z układem Hisa-Purkiniego [12]. Pierwszym doniesieniem potwierdzającym to założenie była opublikowana w 2003 r. praca Guidici i wsp. [13]. Autorzy ci wykazali, że podczas stymulacji z drogi odpływu prawej komory istnieje zależność pomiędzy szerokością kardiotopowych zespołów QRS oraz wystymulowanych zespołów QRS. Można przyjąć, że jeżeli włókna Hisa-Purkiniego nie byłyby zaangażowane w propagację impulsu elektrycznego, szerokość wystymulowanych zespołu komorowych byłaby niezależna od „własnych” (kardiotopowych) zespołów komorowych. Korzystne efekty hemodynamiczne w trakcie stymulacji z drogi odpływu prawej komory wykazali również inni badacze [12]. Autorzy porównywali parametry skurczowe i rozkurczowe serca w trakcie obu rodzajów stymulacji u osób z prawidłową czynnością lewej komory. Nie wykazano poprawy parametrów skurczowych lewej komory podczas stymulacji z drogi odpływu prawej komory, stwierdzono natomiast poprawę wskaźników opisujących czynność rozkurczową lewej komory. Wspomniani de Cock i wsp. [14] w 2003 r. dokonali analizy wszystkich publikacji dotyczących wpływu miejsca stymulacji na parametry hemodynamiczne. Wynika z niej, że stymulacja z drogi odpływu prawej komory powoduje lepszy efekt hemodynamiczny niż stymulacja z koniuszka prawej komory. Natomiast w badaniu *Right ventricular Outflow tract Versus Apical pacing* (ROVA), w którym uczestniczyło 103 chorych z utrwalonym migotaniem przedsionków z wolną akcją komór oraz niewydolnością serca zaliczoną do II/III klasy według NYHA, kwalifikowanych do zabiegu implantacji układu w systemie VVIR, nie wykazano przewagi stymulacji drogi odpływu prawej komory nad stymulacją z koniuszka prawej komory [15]. Ocena lokalizacji

położenia końcówki elektrody w czasie implantacji elektrody do drogi odpływu prawej komory opiera się przede wszystkim na projekcjach rentgenowskich, w tym projekcjach prawo-skośnych (RAO, *right anterior oblique view*) i lewo-skośnych (LAO, *left anterior oblique view*) oraz na zapisach elektrokardiograficznych [16]. Metody te są jednak niedoskonałe, na co zwracają uwagę liczni autorzy [17]. Nie ma jednolitych kryteriów, co sprawia, że zdarzają się rozbieżności w ocenie (droga odpływu prawej komory lub przegroda prawej komory).

Wymienione wątpliwości wskazują na potrzebę rozwoju metod ułatwiających lokalizację elektrody w prawej komorze. Wydaje się, że taką techniką jest ICE, która pozwala nie tylko na określenie położenia elektrody w endokardium, lecz umożliwia także śródoperacyjną ocenę czynnościową stymulacji.

Pierwsze próby wykorzystania ICE pochodzą z początku lat 80. [18]. Jednak dopiero pod koniec lat 90. postęp technologiczny — umieszczenie głowicy na cienkim cewniku — umożliwił powszechne wykorzystanie ICE w kardiologii interwencyjnej. Echokardiografia wewnątrzsercowa umożliwia ograniczenie czasu fluoroskopii. Wykorzystuje się ją podczas zabiegów zamykania ubytków w przegrodzie międzyprzedsionkowej. Badanie to pozwala na uwidocznienie takich struktur anatomicznych, jak

grzebień graniczny, pierścień trójdzielnny, ujście zatoki wieńcowej, fałd Eustachiusza czy ujścia żył płucnych — czyli struktur, których nie można odpowiednio uwidocznić w czasie fluoroskopii [19–21]. Dokładna wizualizacja tych obszarów ułatwia przeprowadzanie ablacji, szczególnie tych, w których konieczne jest nakłucie transseptalne.

W przypadku niniejszego pacjenta badanie ICE stanowiło cenną wskazówkę w trakcie implantacji elektrody w drodze odpływu prawej komory. Umożliwiło śródoperacyjne porównanie parametrów hemodynamicznych stymulacji koniuszka prawego przedsionka z parametrami w trakcie stymulacji drogi odpływu prawej komory, a następnie wybór korzystniejszej lokalizacji.

Wnioski

Dotychczas ICE nie wykorzystywano w zabiegach implantacji stymulatorów czy ICD. Zabieg z wizualizacją echokardiograficzną drogi odpływu prawej komory jest metodą pozwalającą na skuteczne i bezpieczne wszczęcie elektrody komorowej w drodze odpływu prawej komory. Technika ta umożliwia dokonywanie pomiarów hemodynamicznych w czasie implantacji przy różnych miejscach położenia elektrody oraz wybranie najkorzystniejszej lokalizacji. Istotnym ograniczeniem metody jest jej koszt.

Streszczenie

Stymulacja serca z koniuszka prawej komory jest szczególnie niekorzystna u chorych ze skurczową dysfunkcją lewej komory. Pacjenci, u których występują bezwzględne wskazania do implantacji kardiowertera-defibrylatora (ICD), a jednocześnie istnieje u nich konieczność stałej stymulacji komorowej z koniuszka prawej komory, są narażeni na pogorszenie czynności lewej komory i progresję objawów niewydolności serca. Jednym z alternatywnych dla koniuszka prawej komory miejsc umieszczania elektrody komorowej jest droga odpływu prawej komory. Celem niniejszej pracy było przedstawienie przypadku implantacji elektrody komorowej ICD do drogi odpływu prawej komory u 44-letniego chorego z niewydolnością serca w przebiegu kardiomiopatii rozstrzeniowej, z bezwzględnymi wskazaniami do leczenia za pomocą ICD oraz jednocześnie wymagającego stałej stymulacji komorowej. Zabieg przeprowadzono pod kontrolą echokardiografii wewnątrzsercowej. (Folia Cardiol. 2005; 12: 139–144)

echokardiografia wewnątrzsercowa, implantowany kardiowerter-defibrylator, stymulacja z drogi odpływu prawej komory

Piśmiennictwo

1. Hynes B.J., Mart C., Artman S., Pu M., Naccarelli G.V. Role of intracardiac ultrasound in interventional electrophysiology. *Curr. Opin. Cardiol.* 2004; 19: 52–57.

2. Szili-Torok T., Kimman G.P., Theuns D., Res J., Roelandt J.R., Jordaens L.J. Visualisation of intracardiac structures and radiofrequency lesions using intracardiac echocardiography. *Eur. J. Echocardiogr.* 2003; 4: 17–22.
3. Zanchetta M., Rigatelli G., Pedon L., Zennaro M., Maiolino P., Onorato E. Role of intracardiac echocardiography in atrial septal abnormalities. *J. Interv. Cardiol.* 2003; 16: 63–77.
4. Josephson M.E. Electrophysiologic investigation: general concepts. *Clinical cardiac electrophysiology: techniques and interpretations.* Lea & Febiger, Philadelphia 1993; 22–70.
5. Zile M.R., Blaustein A.S., Shimizu G. Right ventricular pacing reduces the rate of left ventricular relaxation and filling. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1987; 10: 702–709.
6. Rosenquist M., Isaaq K., Botvinick E.H. Relative importance of activation sequence compared to atrioventricular synchrony in left ventricular function. *Am. J. Cardiol.* 1991; 67: 148–156.
7. Lee M.A., Dae M.W., Langberg J.J. Effects of long-term right ventricular apical pacing on left ventricular perfusion, innervation, function and histology. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1994; 24: 225–232.
8. Vassallo J., Cassidy D., Miller J. Left ventricular endocardial activation during right ventricular pacing. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1986; 7: 1228–1233.
9. Wilkoff B.L., Cook J.R., Epstein A.E. i wsp. Dual-chamber pacing or ventricular backup pacing in patients with an implantable defibrillator: the Dual Chamber and VVI Implantable Defibrillator (DAVID) Trial. *JAMA* 2002; 288: 3115–3123.
10. Cock de C.C., Meyer A., Kamp O. Assessment of left ventricular function in relation to electrode position: effects of right ventricular outflow pacing. *PACE* 1992; 15: 511–516 (streszczenie).
11. Guidici M.C., Thornburg G.A., Buck D.L. i wsp. Comparison of right ventricular outflow tract and apical lead permanent pacing on cardiac output. *Am. J. Cardiol.* 1997; 79: 209–212.
12. Kolettis T.M., Kyriakides Z.S., Tsiapras D., Popov T., Kremastinos D.T. Improved left ventricular relaxation during short-term right ventricular outflow tract compared to apical pacing. *Chest* 2000; 117: 60–64.
13. Guidici M.C., Barold S.S., Moeller A.L., Meierbachtl C.J., Paul D.L., Walton M.C. Influence of native conduction status on clinical results with right ventricular outflow tract pacing. *Am. J. Cardiol.* 2003; 91: 240–242.
14. Cock de C.C., Guidici M.C., Twisk J.W. Comparison of the haemodynamic effects of right ventricular outflow-tract pacing with tight ventricular apex pacing. *Europace* 2003; 5: 275–278.
15. Stambler B.S., Ellenbogen K., Zhang X. i wsp. Right ventricular outflow versus apical pacing in pacemaker patients with congestive heart failure and atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2003; 14: 1180–1186.
16. Lieberman R., Grenz D., Mond H.G., Gammage M.D. Selective site pacing: defining and reaching the selected site. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2004; 27: 883–886.
17. Gammage M.D., Marsh A.M. Randomized trials for selective site pacing: do we know where we are going? *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2004; 27: 878–882.
18. Glassman E., Kronzon I. Transvenous intracardiac echocardiography. *Am. J. Cardiol.* 1981; 47:1255–1259.
19. Scholten M.F., Szili-Torok T., Thornton A.S., Roelandt J.R., Jordaens L.J. Visualization of a coronary sinus valve using intracardiac echocardiography. *Eur. J. Echocardiogr.* 2004; 5: 93–96.
20. Okumura Y., Watanabe I., Yamada T. i wsp. Comparison of coronary sinus morphology in patients with and without atrioventricular nodal reentrant tachycardia by intracardiac echocardiography. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2004; 15: 269–273.
21. Szili-Torok T., Kimman G.P., Theuns D., Res J., Roelandt J.R., Jordaens L.J. Visualisation of intracardiac structures and radiofrequency lesions using intracardiac echocardiography. *Eur. J. Echocardiogr.* 2003; 4:17–22.