

Infekcyjne zapalenie wsierdza we współczesnej diagnostyce obrazowej. Sztuczne zastawki, urządzenia wszczepialne, lokalizacja prawokomorowa. Stanowisko grupy ekspertów polskiego Klinicznego Forum Obrazowania Serca i Naczyń*

Contemporary imaging of infective endocarditis. Infective endocarditis on prosthetic valves, implantable devices and right-sided location. Expert consensus statement of the Polish Clinical Forum for Cardiovascular Imaging

Piotr Scisło¹, Michał Marchel¹, Gilbert Habib², Janusz Kochanowski¹, Radosław Piątkowski¹, Piotr Hoffman³, Andrzej Kutarski⁴, Janina Stępińska⁵, Grzegorz Opolski¹, Edyta Płońska-Gościński⁶

Polskie Kliniczne Forum Obrazowania Serca i Naczyń: Edyta Płońska-Gościński, Piotr Szymański, Magdalena Kostkiewicz, Tomasz Miszalski-Jamka, Andrzej Szyszka, Piotr Lipiec, Andrzej Gackowski, Tomasz Kukulski, Mirosław Dziuk, Janusz Kochanowski, Piotr Scisło, Mariusz Skowerski, Zbigniew Gąsior, Jerzy Walecki, Mieczysław Pasowicz, Cezary Kępka, Katarzyna Mizia-Stec, Anna Klisiewicz, Piotr Hoffman, Piotr Podolec, Piotr Pruszczyk, Jarosław D. Kasprzak, Mirosław Kowalski, Adam Torbicki

¹Katedra i Klinika Kardiologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa

²Chair of the Cardiology Department, La Timone Marseille, Francja

³Klinika Wad Wrodzonych Serca, Instytut Kardiologii, Warszawa

⁴Klinika Kardiologii, Uniwersytet Medyczny, Lublin

⁵Klinika Intensywnej Terapii Kardiologicznej, Instytut Kardiologii, Warszawa

⁶Klinika Kardiologii, Pomorski Uniwersytet Medyczny, Szczecin

*Niniejsze opracowanie stanowi Część 2 stanowiska grupy ekspertów polskiego Klinicznego Forum Obrazowania Serca i Naczyń. Część 1 ukazała się w „Kardiologii Polskiej” 2013; 71 (12): 1310–1316.

INFEKCYJNE ZAPALENIE WSIERDZIA NA SZTUCZNYCH ZASTAWKACH

Infekcyjne zapalenie wsierdza (IZW) występuje u ok. 1–6% pacjentów ze wszczepionymi sztucznymi zastawkami [1–5]. Wśród wszystkich chorych z IZW stanowi to 10–30% przypadków [1].

Infekcyjne zapalenie wsierdza na protezach zastawkowych (PVE, *prosthetic valve endocarditis*) występuje również często na zastawkach biologicznych, jak i mechanicznych, wszczepianych klasycznymi metodami chirurgicznymi. Dotychczas PVE rzadziej obserwuje się w przypadku zastawek wszczepianych drogą przezskórną [6].

ECHOKARDIOGRAFIA

Echokardiografia jest podstawową techniką diagnostyczną w rozpoznawaniu PVE. Badanie ultrasonograficzne serca umożliwia analizę zarówno zmian anatomicznych, jak i hemodynamicznych zachodzących w przebiegu IZW.

W przypadku masywnego, zaawansowanego procesu infekcyjnego obejmującego sztuczną zastawkę rozpoznanie można ustalić zwykle już za pomocą badania przezklatkowego (TTE). Dotyczy to jednak grupy pacjentów, u których diagnostyka w kierunku PVE jest opóźniona. Niewielkie, typowe dla wczesnej fazy PVE, vegetacje są możliwe do identyfikacji jedynie w badaniu przezprzełykowym (TEE).

Adres do korespondencji:

dr n. med. Piotr Scisło, I Katedra i Klinika Kardiologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Banacha 1a, 02–097 Warszawa, e-mail: scislo@wum.edu.pl

Copyright © Polskie Towarzystwo Kardiologiczne

W rozpoznawaniu IZW na sztucznych zastawkach badanie TTE cechuje się czułością od 16% do 32%, natomiast TEE w granicach 82–96% [7–9]. Badanie TEE ma większą niż TTE czułość i swoistość w rozpoznawaniu wegetacji, ropni i zmian okołozastawkowych [10]. Należy jednak zauważyć, że prace, na których opiera się wiedzę dotyczącą tego zagadnienia, pochodzą z lat 90. ubiegłego wieku i z oczywistych przyczyn nie uwzględniają możliwości, jakie daje nowoczesna echokardiografia.

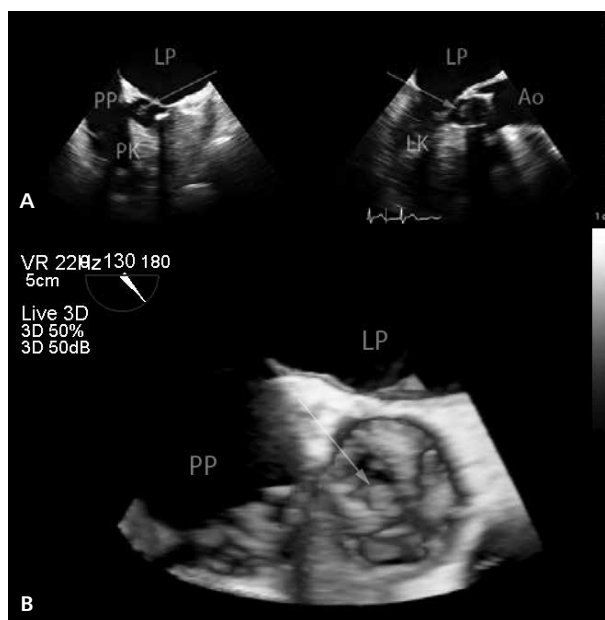
Współcześnie w diagnostyce PVE stosuje się najbardziej zaawansowane techniki TTE i TEE, charakteryzujące się wysoką rozdzielczością przestrzenną i czasową. W badaniach wykorzystuje się nie tylko obrazowanie standardowe (2D, M-mode, dopler), ale również echokardiografię harmoniczną, wielopłaszczyznową i trójwymiarową. W przypadkach nietypowych przetok pomocne może się okazać zastosowanie kontrastów echokardiograficznych. Użycie tych zaawansowanych technologii zwiększa możliwości diagnostyczne TTE [11] i prawdopodobnie TEE (ryc. 1A, B).

W przypadku PVE wartość diagnostyczna badań echokardiograficznych (TTE i TEE) jest niższa niż w IZW zastawek własnych [12]. Dlatego też relatywnie częściej uzyskuje się wyniki ujemne, które nie wykluczają PVE. W przypadku istotnego podejrzenia klinicznego PVE, ale przy ujemnym wyniku TEE, badania wykonuje się powtórnie po upływie ok. 7 dni.

Obraz echokardiograficzny

Badanie TTE pozwala na ocenę komorowych powierzchni protez umiejscowionych w ujściach mitralnych, aortalnych i trójdzielnych (lokalizacja wegetacji na tych powierzchniach jest jednak rzadka). Ze względu na cień akustyczny rzucany przez stelaż bioprotez lub elementy metalowe zastawek mechanicznych (w zależności od konstrukcji: pierścień, płatkki i zawiasy) analiza powierzchni przedsionkowych i aortalnych jest trudna i często niejednoznaczna. Sytuacja odwrotna występuje w przypadku wykonywania TEE, które pozwala na łatwą wizualizację zmian na przedsionkowych powierzchniach sztucznych zastawek mitralnej i trójdzielnej oraz umożliwia wizualizację patologii na powierzchni aortalnej zastawki implantowanej w lewe ujście tętnicze. Badanie TEE nie ułatwia obserwacji komorowych powierzchni zastawek. Dlatego w diagnostyce PVE (zresztą tak jak IZW) TTE i TEE muszą być traktowane jako metody uzupełniające się, a nie zastępujące.

W obrazie echokardiograficznym PVE występują wszystkie zmiany typowe dla IZW na zastawkach własnych. Jednak w PVE częściej niż w przypadku zastawek własnych obserwuje się zmiany zlokalizowane wokół zastawki [3]. Najczęściej dotyczy to pacjentów z implantowanymi zastawkami mechanicznymi, u których dochodzi przeważnie jedynie do nacieków tkanek w okolicy pierścienia protezy. Tego typu zmiany wikłają się powstaniem ropni okołozastawkowych, tętniaków rzekomych i przetok, a w skrajnych wypadkach doprowadzają do wyprucia protezy (ryc. 2).

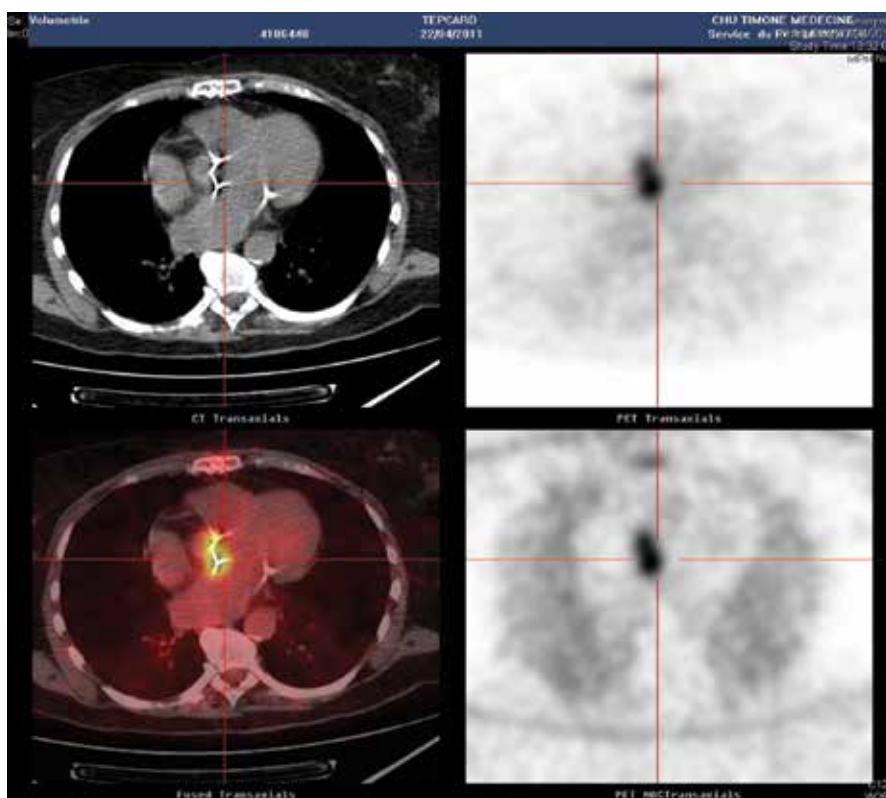


Rycina 1. Nowoczesne techniki w diagnostyce infekcyjnego zapalenia wsierdza na sztucznej zastawce biologicznej w ujściu aortalnym; **A.** Badanie przezprzetykowe (TEE). Projekcja dwupłaszczyznowa, środkowa. Jednoczesna ocena zmian z wielu płaszczyzn ułatwia ocenę położenia i wielkości wegetacji (strzałki); **B.** TEE 3D w czasie rzeczywistym. Projekcja na bioprotezę aortalną od strony opuszki aorty. Strzałka wskazuje wegetację; LK — lewa komora; LP — lewy przedsionek; PK — prawa komora; PP — prawy przedsionek



Rycina 2. Badanie przezprzetykowe, projekcja środkowa, dwujamowa. PVE na zastawce biologicznej Medtronic Mosaic 29 w ujściu mitralnym. Grubsze strzałki wskazują na wegetację zlokalizowaną na pierścieniu bioprotezy, cieńsza strzałka pokazuje nieć chirurgiczną; LK — lewa komora; LP — lewy przedsionek

Z kolei w przypadku zastawek biologicznych zmiany zapalne częściej niż w przypadku zastawek mechanicznych są obserwowane na płatkach, co wikła się ich perforacją



Rycina 5. Przykład dodatkowego badania metodą pozytonowej tomografii emisyjnej chorej z infekcyjnym zapaleniem wsierdzia na bioprotezie aortalnej (zdjęcie dzięki uprzejmości dr. Gilberta Habiba, Cardiology Department, La Timone Marseille, Francja)

biologiczny bioprotez (*structural valve deterioration*), często są bardzo podobne do vegetacji, co sprawia trudności w rozróżnieniu tych dwóch zmian jedynie na podstawie obrazu echokardiograficznego.

Nadzwyczaj trudnym problemem diagnostycznym jest ocena ropni okołozastawkowych, szczególnie powstałych we wczesnym okresie okołoperacyjnym. W badaniu echokardiograficznym wykrzepiona przestrzeń wokół protezy może przypominać obraz tworzącego się ropnia. Przykład może stanowić sytuacja u chorych po zabiegu Bentala-DeBono we wczesnym okresie pooperacyjnym.

Nieobserwowana wcześniej niestabilność protezy jest ważnym kryterium diagnostycznym rozpoznania PVE [13]. PVE powinno być również podejrzewane w przypadku nowego, nieustwierdzonego wcześniej przecieku okołozastawkowego, nawet w przypadku niewidoczenia vegetacji. Istotnym czynnikiem zwiększającym wartość analizy jest prawidłowy obraz obserwowany we wcześniejszym badaniu echokardiograficznym chorego po implantacji sztucznej zastawki. Dlatego tak ważną rolę odgrywa rutynowe wykonywanie badań echokardiograficznych u pacjentów po zabiegach zastawkowych, co umożliwi rejestrację nagrań w celu późniejszych porównań.

Konsekwencją powyższego jest niższa wartość kryteriów Duke w rozpoznawaniu IZW na zastawkach sztucznych niż na zastawkach własnych [14, 15].

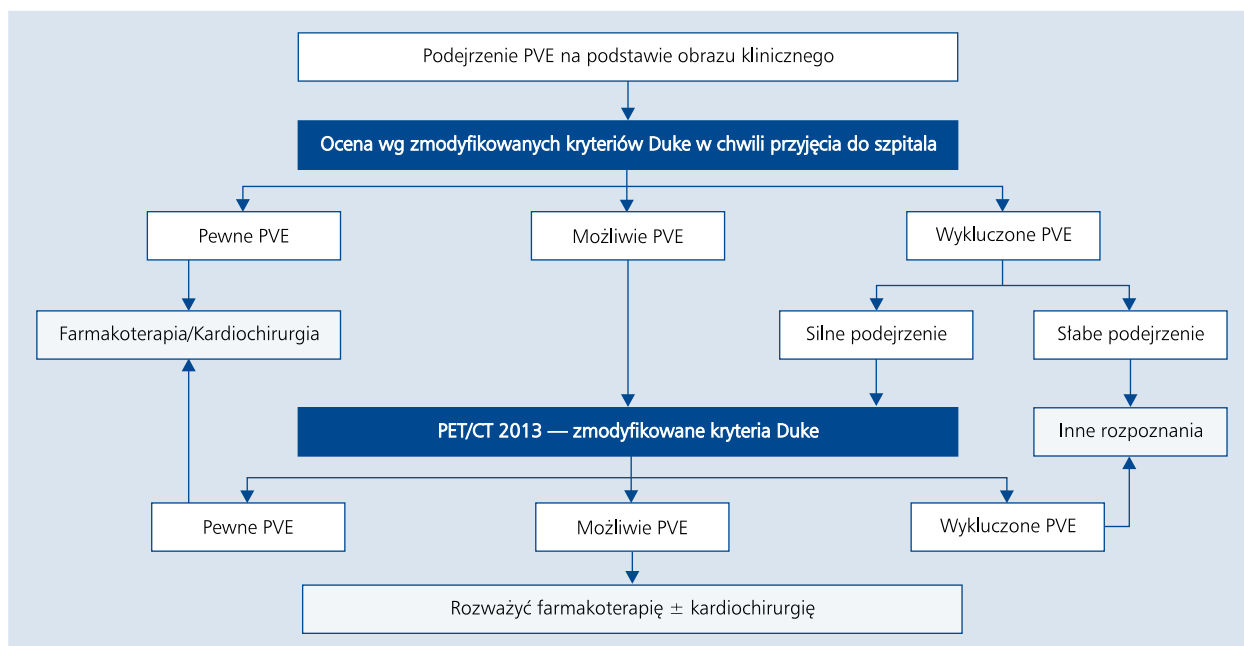
Rola echokardiografii w czasie i po leczeniu chorych z IZW

Echokardiografia jest ważnym narzędziem prognostycznym u chorych z PVE. Obecność nowego istotnego przecieku przez-zastawkowego lub zwężenia zastawki, obecność zmian wokół zastawek lub dużych vegetacji jest wskaźnikiem złego rokowania w PVE i najczęściej wymaga leczenia kardiochirurgicznego. Ponadto u pacjentów z rozległymi zmianami destrukcyjnymi podczas zabiegów kardiochirurgicznych często niezbędna jest echokardiografia śródzabiegowa. U osób z niepowikłanym PVE leczonym zachowawczo powtarzanie badań echokardiograficznych pozwala na wczesne wykrycie potencjalnej dysfunkcji sztucznej zastawki.

Tomografia komputerowa (CT)/ Pozytonowa tomografia emisyjna (PET)

Rozpoznanie IZW na sztucznej zastawce powinno być ustalone jak najszybciej, biorąc pod uwagę złe rokowanie, jeśli terapia zostaje włączona zbyt późno. Postawienie ostatecznej diagnozy jest jednak często trudne i opóźnione nawet przy wykorzystaniu nowoczesnych technik diagnostycznych.

Na przykład wartość diagnostyczna echokardiografii jest niższa w przypadku IZW na sztucznych zastawkach niż w przypadku zastawek własnych. Szczególnie trudne w przypadku PVE jest rozpoznanie powikłań w postaci ropni okołozastawkowych (ryc. 5) [1, 16].



Rycina 6. Proponowany algorytm postępowania diagnostycznego u chorego z podejrzeniem infekcyjnego zapalenia wsierdza na protezach zastawkowych (PVE); CT — tomografia komputerowa; PET — pozytonowa tomografia emisyjna; zaadaptowano z [19]

Badanie 18F-FDG-PET-CT jest techniką pozwalającą na ocenę morfologii i aktywności metabolicznej. Jest to powód, dla którego wykorzystuje się możliwości tej metody w diagnostyce PVE. Obecnie wyniki badań wskazują na potencjalną wartość 18F-FDG-PET-CT w diagnostyce IZW na elektrodach i sztucznych zastawkach [17–19].

Ocena wartości diagnostycznej PET/CT przeprowadzona u 76 kolejnych pacjentów z podejrzeniem PVE wykazała, że czułość, specyficzność, negatywny wskaźnik predykcji i globalna trafność wyniosły, odpowiednio 76%, 80%, 67% i 77%.

Nieprawidłowe pobieranie 18F-fludeoksyglukozy (FDG) przez okoliczne tkanki wokół sztucznej zastawki istotnie podwyższa czułość i specyficzność zmodyfikowanych kryteriów Duke w chwili przyjęcia do szpitala (70% vs. 97%; $p = 0,004$), równocześnie nie wpływając istotnie na specyficzność. Wyniki pracy [17] wskazują, że nieprawidłowy, zwiększony metabolizm FDG wokół sztucznej zastawki jest nowym dużym kryterium rozpoznawania PVE.

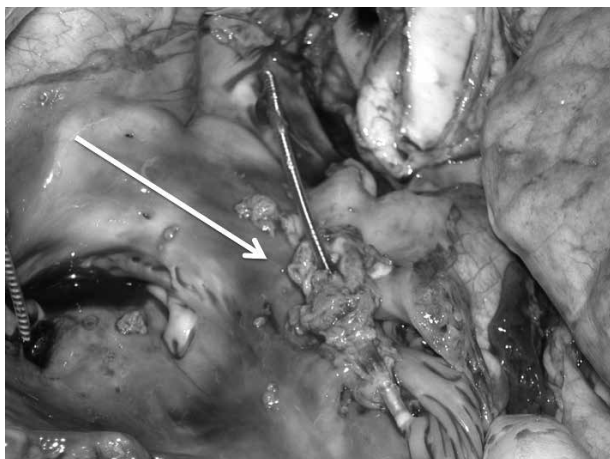
Badanie 18F-FDG-PET-CT stanowi metodę przydatną również w wykrywaniu obwodowych zatorów septycznych i przerzutowych ognisk infekcji. Jednocześnie pozwala na wykrycie zmian nowotworowych, takich jak guzy okrężnicy, mogących być przyczyną zapalenia wsierdza.

Podsumowując, PET/CT i echokardiografia powinny być traktowane jako techniki uzupełniające się, a nie zamiennie. W przyszłości obie metody powinny być stosowane u chorych z podejrzeniem lub potwierdzonym PVE, w zależności od obrazu klinicznego i wstępnego wyniku badania echokardiograficznego (ryc. 6).

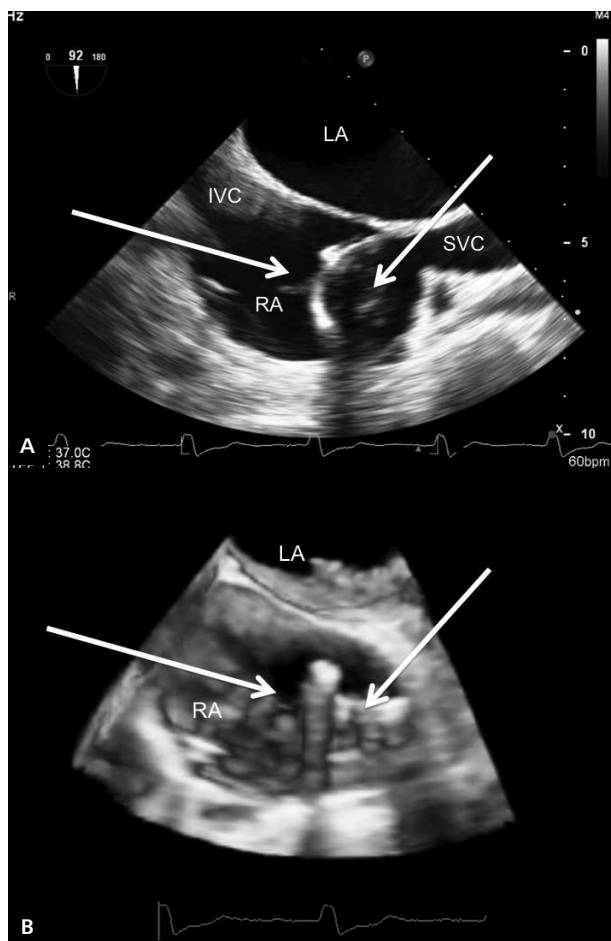
IZW U PACJENTÓW Z WSZCZEPIALNYMI URZĄDZENIAMI

Dzięki postępowi współczesnej kardiologii wykonuje się coraz więcej różnorodnych procedur z zakresu kardiologii inwazyjnej i elektrokardiologii. Wśród nich są również takie, w wyniku których w sercu i w układzie naczyniowym pozostawiane są na stałe różne typy urządzeń. Oprócz wszczepianych od dawna stymulatorów i defibrylatorów coraz częściej są implantowane zapinki do zamykania ubytków wewnątrzsercowych, nieprawidłowych połączeń naczyniowych, przecieków okołozastawkowych czy uszka lewego przedsionka (Watchman®). W leczeniu niedomykalności mitralnej wykorzystuje się różnego typu zapinki (np. MitraClip®), a w terapii wad zastawki aortalnej — protezy biologiczne implantowane przezskórnie. Wszczepiane urządzenia są coraz bardziej złożone, co powoduje wydłużenie czasu trwania zabiegów implantacji. Fakt ten prowadzi do zwiększonego ryzyka powikłań infekcyjnych.

W przypadku implantowanych urządzeń stymulujących częstość powikłań infekcyjnych szacuje się na 1,2–1,7% [20, 21]. Zdecydowana większość z nich (75%) występuje w pierwszym roku po zabiegu. Czynniki ryzyka rozwoju IZW wynikają z obciążenia pacjenta i z przebiegu samej procedury. Do tych pierwszych należą: podeszły wiek, cukrzyca, strukturalne choroby serca, przewlekła choroba nerek [20] i długotrwałe leczenie przeciwzakrzepowe. Czynniki związane z procedurą to: złożoność implantowanego układu, czas trwania zabiegu, jego tryb (pilny/planowy), wystąpienie powikłań miejscowych związanych z dostępem naczyniowym lub wytworzeniem krwaka w łoży oraz konieczność reinterwencji [21, 22]. Istnie-



Rycina 7. Wegetacja bakteryjna na elektrodzie komorowej (strzałka). Badanie sekcyjne



Rycina 8. A. Wegetacje na elektrodzie przedsionkowej (strzałki). Badanie przezprzełykowe (TEE). Projektcja środkowoprzełykowa 110°; **B.** Wegetacje na elektrodzie przedsionkowej (strzałki). Badanie TEE. Projektcja środkowoprzełykowa. Obrazowanie trójwymiarowe; LA — lewy przedsionek; RA — prawy przedsionek; IVC — żyła główna dolna; SVC — żyła główna górna

ją przesłanki o skuteczności profilaktycznej antybiotykoterapii przed zabiegiem i w jego trakcie [23].

Znaczenie echokardiografii

Rozróżnia się dwa główne typy infekcji na urządzeniach implantowanych: lokalne zakażenie urządzenia (LDI, *local device infection*) i zapalenie wsierdza związane z urządzeniami kardiologicznymi (CDRIE, *cardiac device-related infective endocarditis*). Rola echokardiografii ogranicza się w zasadzie do tej drugiej sytuacji [16, 24].

W wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ESC) [16, 24] zaleca się wykonanie zarówno TTE, jak i TEE w przypadku podejrzenia CDRIE. Wegetacje (ryc. 7), które są najbardziej charakterystyczną cechą obrazu CDRIE, mogą wystąpić w każdym miejscu implantowanego układu — w układzie żylnym, na elektrodach (ryc. 8A, B), w jamach prawego serca, w obrębie płatków i aparatu podzastawkowego zastawki trójdziennej. Dlatego wskazane jest dokładne prześledzenie przebiegu elektrod we wszystkich odcinkach dostępnych badaniu echokardiograficznemu.

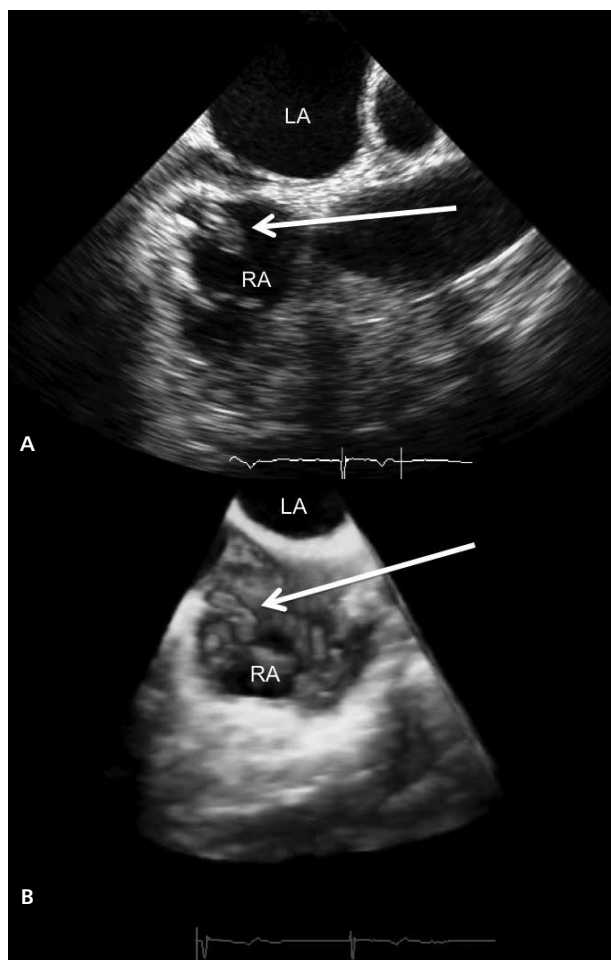
Obecność wegetacji pozwala ustalić rozpoznanie zgodnie z obowiązującymi kryteriami Duke.

Różnicowanie dodatkowych struktur uwidocznionych w badaniu echokardiograficznym wykonywanym w kierunku CDRIE często wiąże się z poważnymi trudnościami. Zasadnicze znaczenie ma odróżnienie wegetacji od skrzepliny (ryc. 9A, B). Takie różnicowanie nie zawsze jest możliwe jedynie na podstawie badania echokardiograficznego. W tej sytuacji przydatne może być zastosowanie innych technik obrazowania, w tym PET [17, 18]. W przypadku wysokiego prawdopodobieństwa obecności zmian, w przypadku których istnieje podejrzenie, że są wegetacjami, istotne znaczenie ma monitorowanie echokardiograficzne dynamiki zmian znaleziska.

Metodą referencyjną postępowania w przypadku rozpoznania CDRIE jest, obok długotrwałej, celowanej antybiotykoterapii, usunięcie zainfekowanego układu. Echokardiografia może być również istotna w wyborze optymalnej metody eksplantacji zainfekowanego układu (zabieg przezskórny czy kardiochirurgia). Obecnie istnieją dane potwierdzające bezpieczeństwo przezskórnego usunięcia elektrod w przypadku także dużych wegetacji, tj. > 10 mm [25]. W wytycznych ESC sugeruje się nawet, że zabieg chirurgiczny powinien być zarezerwowany jedynie dla pacjentów z bardzo dużymi wegetacjami (> 25 mm) [16], a reimplantacja układu w przypadku obecnych wegetacji na elektrodach odroczone, jeśli to możliwe, o przynajmniej 14 dni [26].

PRAWOSTRONNE ZAPALENIE WSIERDZIA

Prawostronne zapalenie wsierdza stanowi nie więcej niż 5% wszystkich przypadków IZW [16, 24]. Najczęściej występuje u pacjentów stosujących dożylnie środki odurzające, jednak



Rycina 9. A. Skrzeplina w prawym przedsionku (strzałka). Badanie przezprzełykowe (TEE). Projektja środkowoprzełykowa 110° zmodyfikowana; **B.** Skrzeplina w prawym przedsionku (strzałka). Badanie TEE. Projektja środkowoprzełykowa. Obrazowanie trójwymiarowe; LA — lewy przedsionek; RA — prawy przedsionek

coraz częściej jest rozpoznawane u osób po implantacji elektrod lub cewników w jamach prawego serca.

Badanie TTE zwykle wystarcza do postawienia diagnozy w przypadku IZW na zastawce trójdzielnej. Przy dobrej widoczności TTE często wystarcza też do dokładnej oceny lokalizacji i wielkości wegetacji w obrębie natywnych struktur prawego serca. Fakt ten stanowi pewnego rodzaju wyjątek od ogólnych zasad obrazowania echokardiograficznego w IZW [16].

Podstawowymi projekcjami wykorzystywanymi w diagnostyce prawostronnego IZW są projekcje koniuszkowe zmodyfikowane na prawą komorę. Dodatkowo stosuje się projekcję przymostkową na drogę napływu prawej komory i projekcję podmostkową. Wegetacje w obrębie prawego serca lokalizują się najczęściej na przedsiomkowej powierzchni zastawki trójdzielnej i komorowej zastawki płucnej. Wielkość wegetacji powyżej 2 cm i etiologia grzybicza są niekorzystnymi czynnikami rokowniczymi. Wegetacje należy różnicować ze skrzeplinami. Skrzepliny częściej lokalizują się przy ścianie prawego przedsiomka, a nie w strefie przepływu przez zastawkę. Oprócz oceny morfologii zastawek objętych IZW, należy określić ich funkcję za pomocą badania dopplerowskiego. W przypadku sztucznych zastawek prawego serca, septycznej zatorowości płucnej lub wtórnego zajęcia lewego serca diagnostykę poszerza się o TEE. Technika tą wykorzystuje się również w przypadku wątpliwości diagnostycznych w różnicowaniu struktur pozazastawkowych (siatka Chiariego, zastawka Eustachiusza).

PODSUMOWANIE (TAB. 1)

Identyfikacja zmian w IZW za pomocą metod obrazowych jest warunkiem *sine qua non* rozpoznania i często terapii tej grupy chorych. Od lat podstawową techniką diagnostyczną jest echokardiografia przezklatkowa. Rekomendowana jako badanie pierwszego rzutu może być jednak stosowana tylko u chorych z dobrym oknem akustycznym (choć w przypadku prawostronnego zapalenia wsierdzia jest często wystarczająca).

Tabela 1. Porównanie technik obrazowych w diagnostyce PVE

	TTE	TEE	MS-CT	MRI	18F-FDG-PET-CT	SPECT znaczone leukocytami/CT
Ocena morfologii typowych zmian	++	+++	++	+	+	+
Ocena lokalizacji mniej typowych zmian	++	+++	+++	++		
Ocena funkcji zastawek	+++	+++	++	+		
Możliwość wykrywania przerzutów wegetacji						++
Różnicowanie wegetacji od innych struktur					+	

PVE — infekcyjne zapalenie wsierdzia na protezach zastawkowych; TEE — echokardiografia przezprzełykowa; TTE — echokardiografia przezklatkowa; MS-CT — wielorzędowa tomografia komputerowa; MRI — rezonans magnetyczny; 18F-FDG — 18F-fludeoksyglukoza; CT — tomografia komputerowa; PET — pozytonowa tomografia emisyjna; SPECT — tomografia emisyjna pojedynczego fotonu

Jako technikę pierwszego rzutu u wszystkich innych pacjentów rekomenduje się echokardiografię przezprzetykową. Ultrasonografia ma jednak pewne ograniczenia, które mogą być zniwelowane poprzez zastosowanie tomografii komputerowej, rezonansu magnetycznego czy nowoczesnych technik 18F-FDG-PET-CT lub SPECT/CT.

Podsumowując, w diagnostyce IZW dostępne techniki diagnostyczne stanowią dla siebie cenne uzupełnienie, a wybór kolejnego kroku diagnostycznego zależy od konkretnej sytuacji klinicznej.

Konflikt interesów: nie zgłoszono

Piśmiennictwo

- Habib G, Thuny F, Avierinos J-F. Prosthetic valve endocarditis: Current approach and therapeutic options. *Prog Cardiovasc Dis*, 2008; 50: 274–281.
- Vongpatanasin W, Hillis LD, Lange RA. Prosthetic heart valves. *N Engl J Med*, 1996; 335: 407–416.
- Piper C, Karfer R, Horstkotte D. Prosthetic valve endocarditis. *Heart*, 2001; 85: 590–593.
- Mahesh B, Angelini G, Caputo M et al. Prosthetic valve endocarditis. *Ann Thorac Surg*, 2005; 80: 1151–1158.
- Habib G, Tribouilloy C, Thuny F et al. Prosthetic valve endocarditis: Who needs surgery? A multicentre study of 104 cases. *Heart*, 2005; 91: 954–959.
- Eisen A, Shapira Y, Sagie A, Kornowski R. Infective endocarditis in the transcatheter aortic valve replacement era: Comprehensive review of a rare complication. *Clin Cardiol*, 2012; 35: E1–E5.
- Vered Z, Mossinson D, Peleg E et al. Echocardiographic assessment of prosthetic valve endocarditis. *Eur Heart J*, 1995; 16 (suppl. B): 63–67.
- Daniel WG, Mugge A, Grote J et al. Comparison of transthoracic and transesophageal echocardiography for detection of abnormalities of prosthetic and bioprosthetic valves in the mitral and aortic positions. *Am J Cardiol*, 1993; 71: 210–215.
- Morguet AJ, Werner GS, Andreas S, Kreuzer H. Diagnostic value of transesophageal compared with transthoracic echocardiography in suspected prosthetic valve endocarditis. *Herz*, 1995; 20: 390–398.
- Pedersen WR, Walker M, Olson JD et al. Value of transesophageal echocardiography as an adjunct to transthoracic echocardiography in evaluation of native and prosthetic valve endocarditis. *Chest*, 1991; 100: 351–356.
- Jassal D, Aminbakhsh A, Fang T et al. Diagnostic value of harmonic transthoracic echocardiography in native valve infective endocarditis: Comparison with transesophageal echocardiography. *Cardiovasc Ultrasound*, 2007; 5: 1–6.
- Habib G, Derumeaux G, Avierinos JF et al. Value and limitations of the duke criteria for the diagnosis of infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol*, 1999; 33: 2023–2029.
- Durack DT, Lukes AS, Bright DK. New criteria for diagnosis of infective endocarditis: Utilization of specific echocardiographic findings. Duke endocarditis service. *Am J Med*, 1994; 96: 200–209.
- Lamas CC, Eykyn SJ. Suggested modifications to the duke criteria for the clinical diagnosis of native valve and prosthetic valve endocarditis: Analysis of 118 pathologically proven cases. *Clin Infect Dis*, 1997; 25: 713–719.
- Perez-Vazquez A, Farioas MC, García-Palomo JD et al. Evaluation of the duke criteria in 93 episodes of prosthetic valve endocarditis: Could sensitivity be improved? *Arch Intern Med*, 2000; 160: 1185–1191.
- Habib G, Badano L, Tribouilloy C et al. European Association of E. Recommendations for the practice of echocardiography in infective endocarditis. The journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology. *Eur J Echocard*, 2010; 11: 202–219.
- Bensimhon L, Lavergne T, Hugonnet F et al. Whole body [(18)F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for the diagnosis of pacemaker or implantable cardioverter defibrillator infection: A preliminary prospective study. The official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases. *Clin Microbiol Infection*, 2011; 17: 836–844.
- Bertagna F, Bisleri G, Motta F et al. Possible role of F18-FDG-PET/CT in the diagnosis of endocarditis: Preliminary evidence from a review of the literature. *Int J Cardiovasc Imag*, 2012; 28: 1417–1425.
- Saby L, Le Dolley Y, Laas O et al. Early diagnosis of abscess in aortic bioprosthetic valve by 18f-fluorodeoxyglucose positron emission tomography-computed tomography. *Circulation*, 2012; 126: e217–e220.
- Herce B, Nazeyrollas P, Lesaffre F et al. Risk factors for infection of implantable cardiac devices: Data from a registry of 2496 patients. European pacing, arrhythmias, and cardiac electrophysiology: journal of the working groups on cardiac pacing, arrhythmias, and cardiac cellular electrophysiology of the European Society of Cardiology. *Europace*, 2013; 15: 66–70.
- Ipek EG, Guray U, Demirkan B, Guray Y, Aksu T. Infections of implantable cardiac rhythm devices: Predisposing factors and outcome. *Acta Cardiol*, 2012; 67: 303–310.
- Lekkerkerker JC, van Nieuwkoop C, Trines SA et al. Risk factors and time delay associated with cardiac device infections: Leiden device registry. *Heart*, 2009; 95: 715–720.
- Cengiz M, Okutucu S, Ascioğlu S et al. Permanent pacemaker and implantable cardioverter defibrillator infections: Seven years of diagnostic and therapeutic experience of a single center. *Clin Cardiol*, 2010; 33: 406–411.
- Habib G, Hoen B, Tornos P et al. Guidelines ESCCfP. Guidelines on the prevention, diagnosis, and treatment of infective endocarditis (new version 2009): The task force on the prevention, diagnosis, and treatment of infective endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) and the International Society of Chemotherapy (ISC) for Infection and Cancer. *Eur Heart J*, 2009; 30: 2369–2413.
- Sohail MR, Usilan DZ, Khan AH et al. Infective endocarditis complicating permanent pacemaker and implantable cardioverter-defibrillator infection. *Mayo Clinic Proceedings*. Mayo Clinic, 2008; 83: 46–53.
- Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G et al. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: the Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Eur Heart J*, 2013; 34: 2281–2329.