



REDAKTOR DZIAŁU
prof. dr hab. n. med.
Edyta Płońska-
Gościński
Pracownia
Echokardiografii,
Kliniki Kardiologii
PAM
w Szczecinie

Szanowne Koleżanki, Szanowni Koledzy!

Trwają wakacje, ale tym, którzy już powrócili z urlopu do pracy, proponuję utrwalenie już osiągniętej echokardiograficznej wiedzy. W niniejszym numerze kliniczne ujęcie oceny wciąż niedocenianej prawej komory serca. Przy okazji warto wrócić do numerów 3/2009, 7/2008, 1/2007.

Nie zabrakło też kolejnej zagadki echokardiograficznej.

Edyta Płońska-Gościński

POWTÓRZ MATERIAŁ Z NR 3/2009, 7/2008, 1/2007

Diagnostyka echokardiograficzna niewydolności prawej komory

Barbara Lichodziejewska, Piotr Pruszczyk

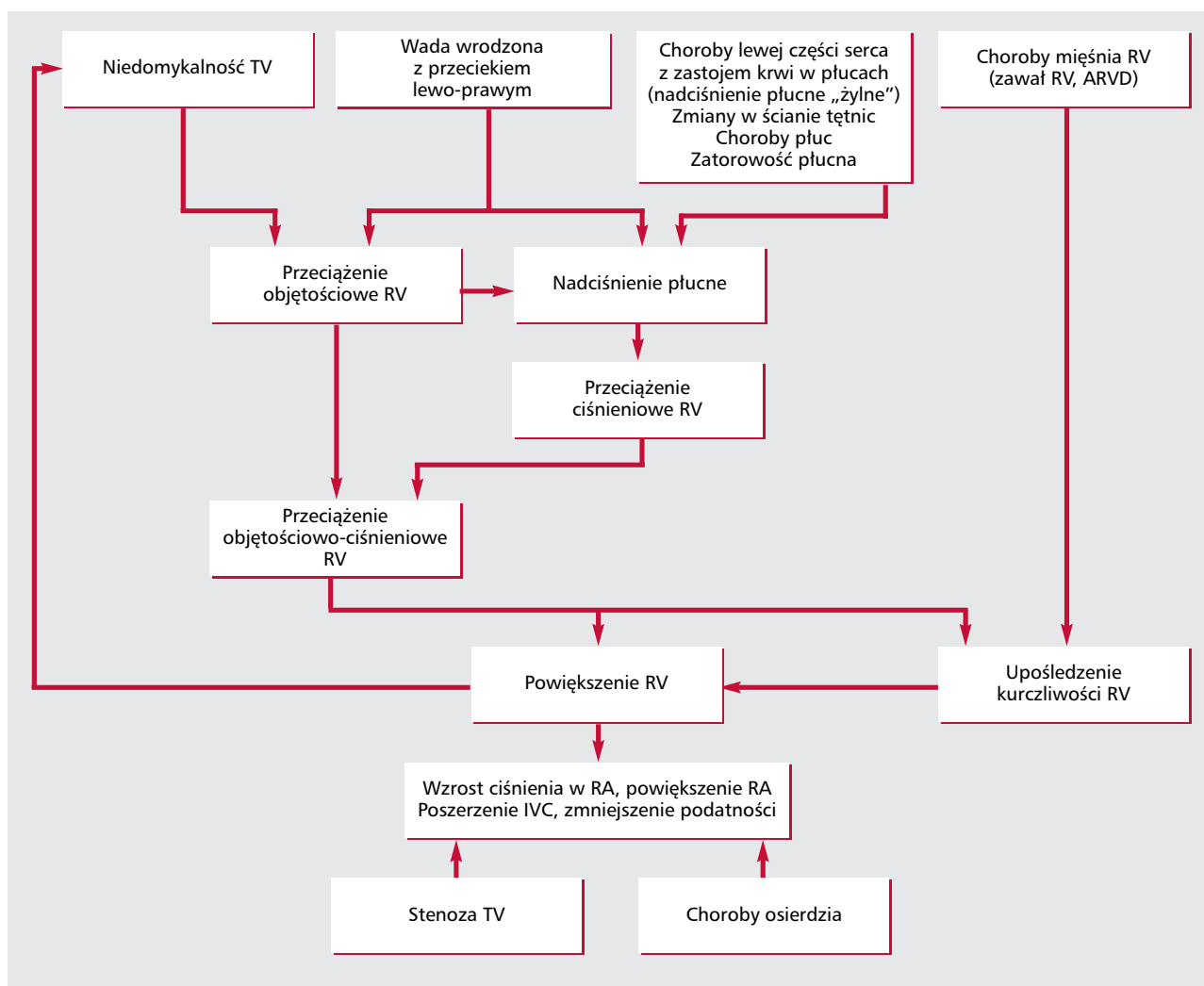
Adres:

Klinika Chorób Wewnętrznych i Kardiologii
Warszawski Uniwersytet Medyczny

Adres do korespondencji:

Klinika Chorób Wewnętrznych i Kardiologii
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Lindleya 4, 02-005 Warszawa

Serce stanowi jedną hemodynamiczną całość. Badanie echokardiograficzne (trans-thoracic echocardiography, TTE) ma umożliwić zrozumienie jego funkcjonowania, a nie tylko zobrazować poszczególne struktury. Ocena jam i zastawek prawego serca jest szczególnym wyzwaniem, bowiem wykrywane nieprawidłowości mogą wynikać z wielu różnych przyczyn. Objawy kliniczne niewydolności prawej komory (right ventricle, RV) są skutkiem zastoju krwi, której przepływ przez komorę jest utrudniony, i/lub zmniejszonej objętości krwi wypływającej z komory. Niewydolność RV wynika przeważnie z jej przeciążenia, które może być, w zależności od patologii będącej przyczyną (np. niedomykalność zastawki trójdzielnej, zatorowość płucna, wada wrodzona z przeciekiem lewo-prawym), pierwotnie objętościowe, ciśnieniowe lub ciśnieniowo-objętościowe. W miarę trwania choroby i narastania ciśnienia w prawej komorze i łożysku płucnym przeciążenie RV najczęściej staje się ciśnieniowo-objętościowe i przebiega z powiększeniem jamy RV. Powiększenie RV i jej niewydolność może być też spowodowana schorzeniem samego mięśnia RV (np. zawał RV). Objawy niewydolności RV mogą też wynikać



RYCINA 1 Schematyczne przedstawienie przyczyn i patofizjologii niewydolności prawej komory.

TV – zastawka trójdzielna, RV – prawa komora, ARVD – arytmogenna dysplazja prawej komory, RA – prawy przedsionek, IVC – żyła główna dolna.

z chorób nieobejmujących RV, takich jak zapalenie osierdzia czy stenoza zastawki trójdzielnej (ryc. 1).

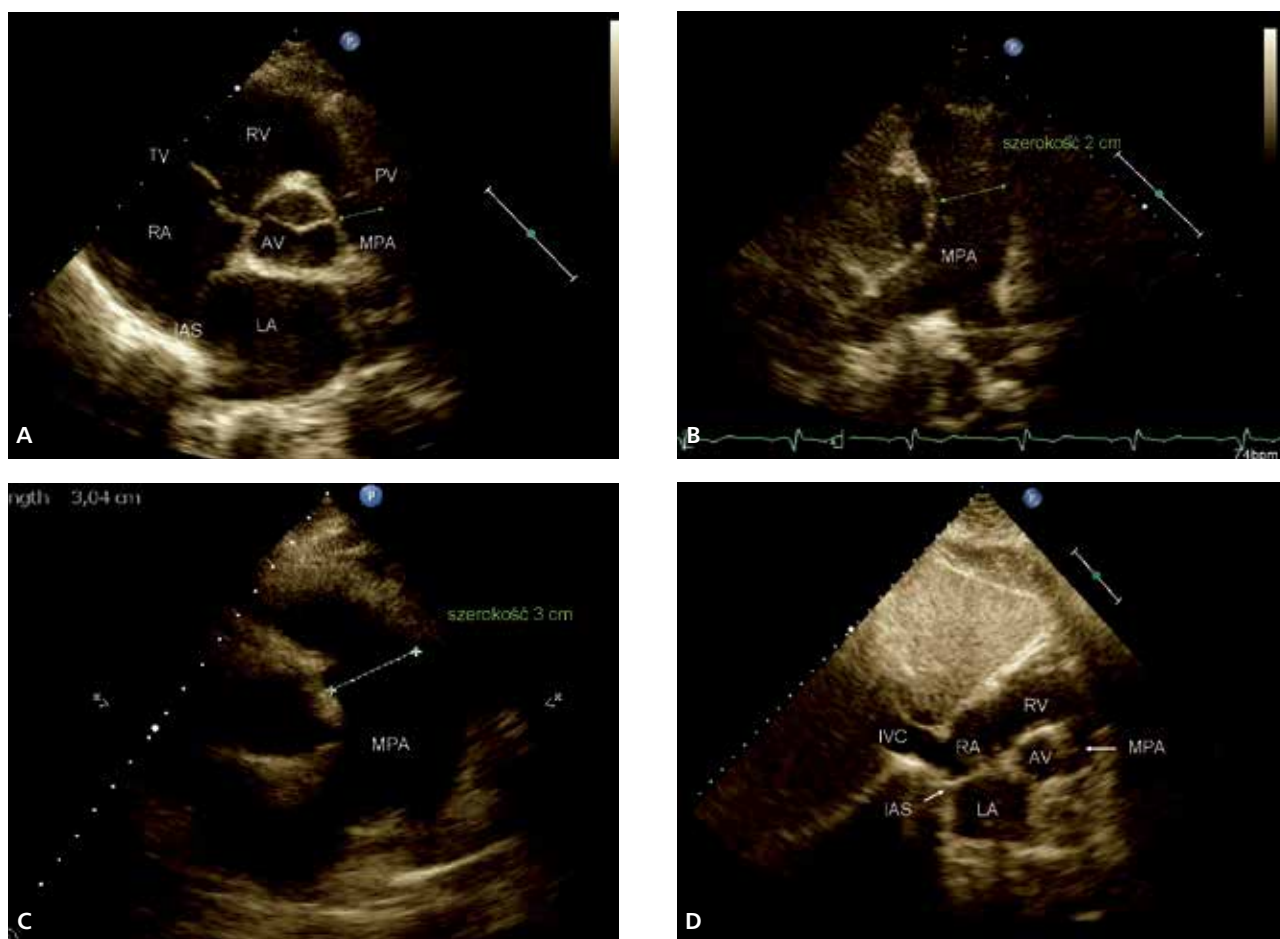
Nierzadko ustalenie przyczyny obserwowanych zmian jest trudne i zawsze wymaga kompleksowej oceny wszystkich struktur prawej połowy serca.

Zastawka tętnicy płucnej i pień płucny

Obraz pnia płucnego (main pulmonary artery, MPA) i zastawki tętnicy płucnej (pulmonary valve, PV) uzyskuje się w projekcji poprzecznej naczyniowej (SAX) przymostkowej i podmostkowej, a także podłużnej przymostkowej i tętnicę płucną. Ocena morfologii PV w TTE jest trudna, najczęściej bowiem można uwidocznic tylko płatek tylny (prawy), czasem także przedni. Pień płucny w tych projekcjach obrazuje się na ogół dobrze wraz z początkowymi odcinkami tętnic płucnych – prawej i lewej, co pozwala na

dokonywanie pomiarów szerokości tych naczyń (ryc. 2, tab. 1). Poszerzenie pnia płucnego przeważnie wskazuje na duże przeciążenie objętościowo-ciśnieniowe lub na długi czas trwania choroby.

Rejestracja przepływu przez PV metodą dopлера wiązki pulsacyjnej pozwala na analizę jego spektrum z oceną czasu przyspieszenia (acceleration time, AcT) oraz pomiar maksymalnej prędkości (ryc. 3, tab. 1). Wartość AcT poniżej 80 ms sugeruje podwyższenie ciśnienia w łożysku płucnym, natomiast dwufazowe spektrum wyrzutu (zazębienie) wskazuje na zmniejszenie podatności naczyń płucnych (np. z powodu mechanicznej przeszkody – najczęściej zatoru). Bardzo krótkie AcT (<60 ms) jest jednym z elementów wskazujących na ostrą zatorowość płucną. Mała prędkość wyrzutu pojawia się w przypadkach zmniejszenia objętości wyrzutowej RV – przy osłabieniu siły skurczu mięśnia RV i/lub istotnym paradoksalnym ruchu przegrody międzykomorowej, co zdarza się w zawałach RV i ostrej zatorowości płucnej z du-



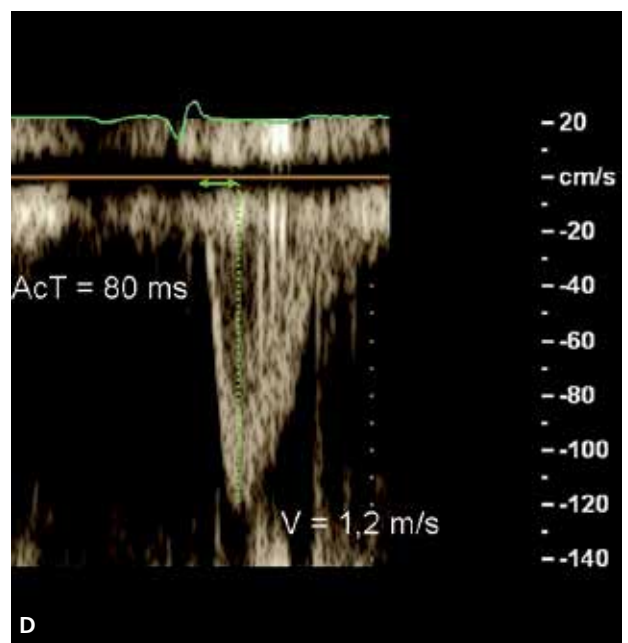
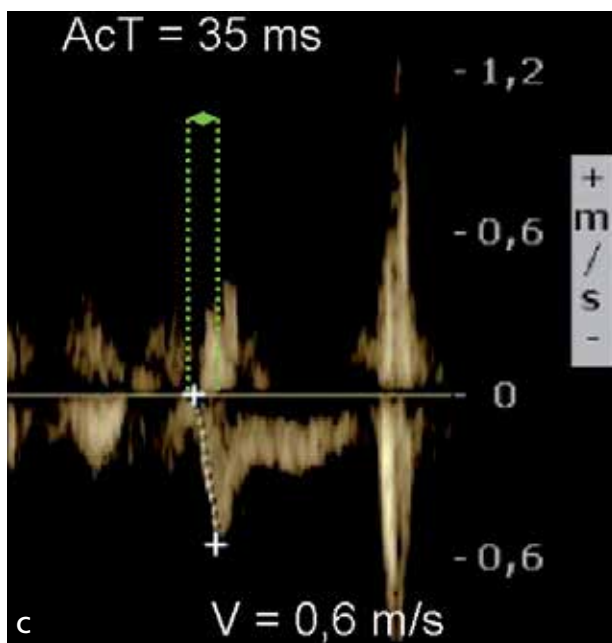
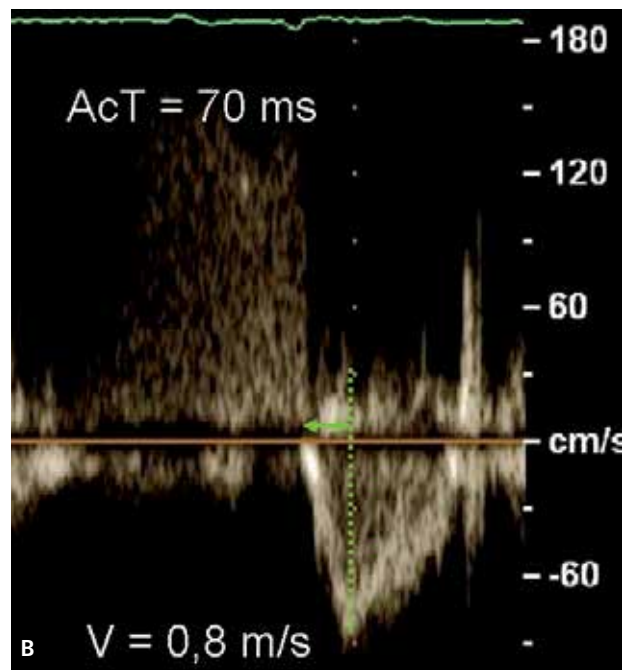
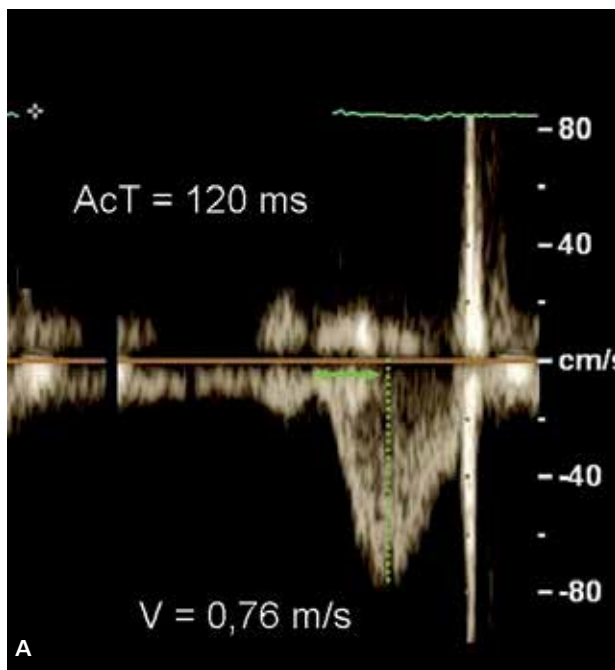
RYCINA 2

Obrazowanie w TTE pnia płucnego i zastawki tętnicy płucnej. Zaznaczono miejsca pomiarów (zielone podwójne strzałki). **A.** Projekcja przymostkowa poprzeczna naczyniowa (SAX). **B.** Projekcja przymostkowa podłużna na pień płucny. Prawidłowa szerokość pnia płucnego. **C.** Projekcja przymostkowa podłużna na pień płucny. Pień płucny poszerzony. **D.** Projekcja podmostkowa poprzeczna naczyniowa. MPA – pień płucny, PV – zastawka tętnicy płucnej, TV – zastawka trójdzielna, RV – prawa komora, RA – prawy przedsionek, IAS – przegroda międzyprzedsionkowa, LA – lewy przedsionek, AV – zastawka aortalna.

TABELA 1 Podstawowe pomiary służące do oceny struktur prawej połowy serca

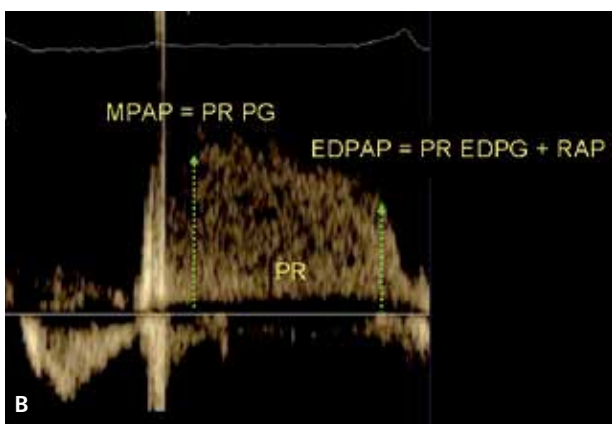
Parametr	Projekcja	Metoda obrazowania	Norma	Znacznego stopnia nieprawidłowość
Szerokość MPA	SAX naczyniowa	2D	1,5-2,1 cm	>3 cm
Szerokość RV na poziomie pierścienia TV	4C koniuszkowa	2D	2-2,8 cm	>3,9 cm
Szerokość RVIT	4C koniuszkowa	2D	2,7-3,3 cm	>4,2 cm
Szerokość RVOT	SAX naczyniowa	2D	2,5-2,9 cm	>3,6 cm
Szerokość RV na poziomie pierścienia PV	SAX naczyniowa	2D	1,7-2,3 cm	>3,2 cm
Szerokość RA	4C koniuszkowa	2D	2,9-4,5 cm	>5,5 cm
Szerokość IVC	SAX podmostkowa	2D	<1,7 cm	
Grubość ściany RV	4C podmostkowa	2D	<0,5 cm	
TAPSE	4C koniuszkowa	M-Mode	1,5-2 cm	
FAC	4C koniuszkowa	2D	32-60 %	<17 %
Skurczowa (S') prędkość ruchu pierścienia trójdzielnego	4C koniuszkowa	TDE	>11,5 cm/s	
Prędkość przepływu przez PV	SAX naczyniowa	Dopler spektralny	0,6-0,9 m/s	
Prędkość przepływu przez TV	4C koniuszkowa	Dopler spektralny	0,3-0,7 m/s	

MPA – pień płucny, RV – prawa komora, RVIT – droga napływu prawej komory, RVOT – droga odpływu prawej komory, PV – zastawka tętnicy płucnej, TV – zastawka trójdzielna, RA – prawy przedsionek, IVC – żyła główna dolna, TAPSE – amplituda ruchu pierścienia trójdzielnego, FAC – skurczowo-rozkurczowa zmiana pola powierzchni prawej komory, SAX – projekcja poprzeczna, 4C – projekcja czterojamowa.



RYCINA 3

Rejestracja doplerem spektralnym wiązki pulsacyjnej przepływu przez zastawkę tętnicy płucnej. **A.** Prawidłowe spektrum przepływu – prawidłowa prędkość i czas akceleracji (AcT). **B.** Prawidłowa prędkość przepływu, AcT skrócone (spektrum wskazuje na podwyższenie ciśnienia w łożysku płucnym). **C.** Mała prędkość przepływu, AcT znacznie skrócone, widoczne ząbienie śródskurczowe (spektrum wskazuje na ostrą zatorowość płucną). **D.** Prędkość przepływu podwyższona, AcT graniczne (spektrum może wskazywać na obecność wady przeciekowej ze zwiększonym przepływem płucnym).



RYCINA 4

Niedomykalność zastawki tętnicy płucnej. **A.** Mała fala zwrotna rejestrowana metodą dopлера kolorowego. **B.** Spektrum fali zwrotnej przez zastawkę tętnicy płucnej, rejestracja doplerem wiązki ciągłej. Zaznaczono metodę obliczania ciśnień w tętnicy płucnej. MPA – pień tętnicy płucnej, RV – prawa komora, PR – niedomykalność zastawki tętnicy płucnej, MPAP – średnie ciśnienie w tętnicy płucnej (mean pulmonary artery pressure), PR PG – gradient maksymalny fali zwrotnej przez zastawkę tętnicy płucnej, ED PAP – końcoworozkurczowe ciśnienie w tętnicy płucnej (end-diastolic pulmonary artery pressure), PR EDPG – końcoworozkurczowy gradient maksymalny fali zwrotnej przez zastawkę tętnicy płucnej, RAP – ciśnienie w prawym przedsionku.

zym przeciążeniem RV. Przyspieszenie prędkości wyrzutu wskazuje na zwiększenie objętości wyrzutowej RV i może świadczyć o obecności wady przeciekowej ze zwiększonym przepływem płucnym. Zdarza się także w sytuacjach krążenia hiperkinetycznego. Zwężenie zastawki tętnicy płucnej, także powodujące przyspieszenie przepływu, występuje bardzo rzadko i przebiega najczęściej z dużym poststenotycznym poszerzeniem pnia płucnego. U dorosłych może być obserwowane w przypadku restenozy po korekcji tetralogii Fallota. Gradient maksymalny 60 mm Hg wskazuje wtedy na zwężenie istotne hemodynamicznie.

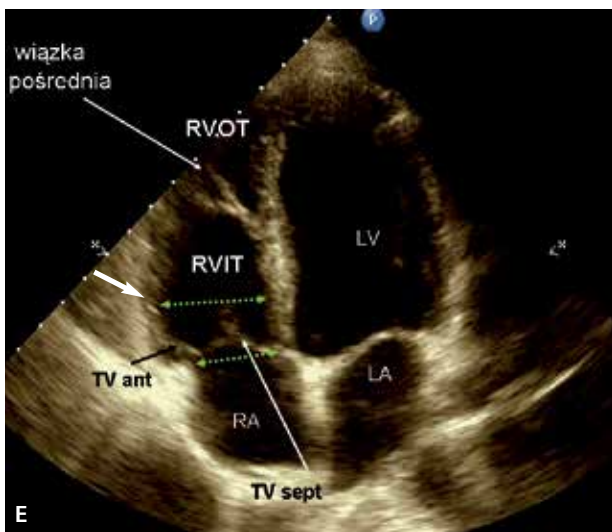
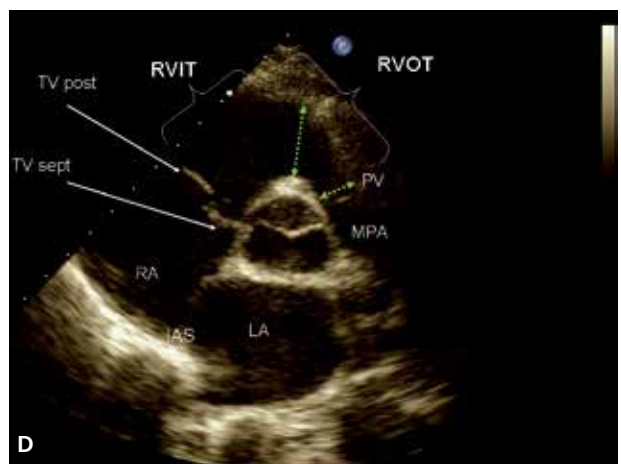
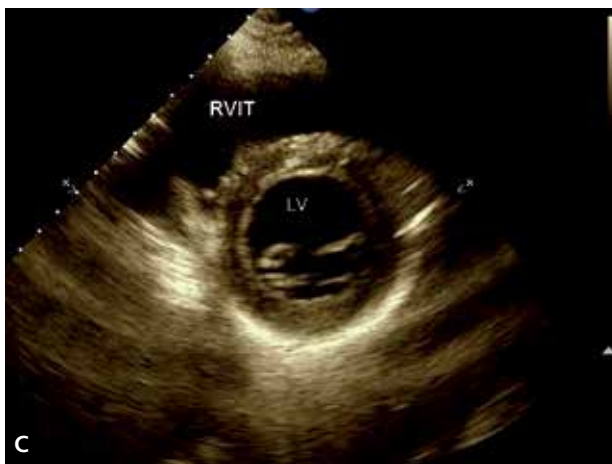
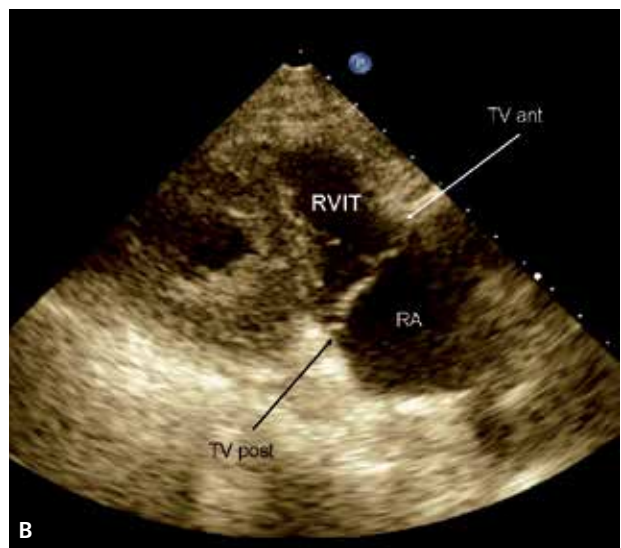
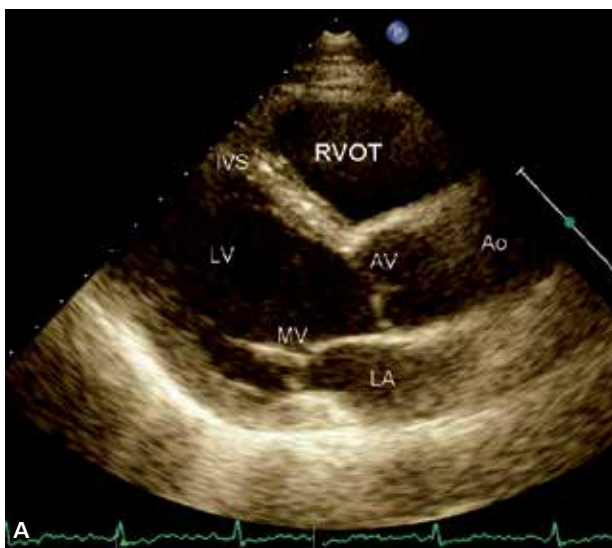
W warunkach prawidłowych, zwłaszcza u osób młodych, często obserwuje się niewielką, wąską falę zwrotną przez PV. Spektrum doplerowskie fali zwrotnej może służyć do obliczania ciśnień w tętnicy płucnej. Pełne spektrum jest dość trudne do uzyskania przy małej fali zwrotnej, jednak nadciśnienie płucne bywa przyczyną powstania większej niedomykalności (ryc. 4).

Prawa komora

Prawą komorę można uwidocznnić w projekcjach przy-mostkowych podłużnej (LAX), SAX na poziomie zastawki mitralnej i SAX naczyniowej, na drogę napływu RV, koniuszkowej czterojamowej (4C), podmostkowych 4C i SAX. W każdej z tych projekcji widoczna jest inna część jamy RV. Ważne jest wykonanie wszystkich projekcji, gdyż ze względu na przypominający literę V, złożony kształt RV, stopień powiększenia tej jamy może być w każdej z nich inaczej oceniany (ryc. 5). Pomiar wielkości prawej komory wykonuje się zazwyczaj w projekcjach LAX, SAX i 4C, jednak najnowsze zalecenia nie uwzględniają pomiaru w LAX (tab. 1). Znaczne powiększenie RV występuje przeważnie w sytuacjach dużego jej przeciążenia. W projekcjach LAX, SAX, 4C uwidacznia się także lewą komorę (left ventricle, LV) oraz przegrodę międzykomorową (interventricular septum, IVS). Ocena ruchu IVS jest ważna z punktu widzenia hemodynamiki serca. Obie komory, leżące we wspólnej przestrzeni worka osierdziowego i połączone mięśniami przegrody wykazują wzajemną zależność. Najczęściej odzwierciedla się ona zmianami w czynności IVS. Istotne przeciążenie RV powoduje przesunięcie IVS w stronę LV, jej spłaszczenie i paradoksalny ruch (ryc. 6). Warto także zwrócić uwagę na oddechową zmianę objętości lewej i prawej komory, co można zaobserwować w prezentacji 2D i M-Mode jako przesuwanie się IVS w czasie wdechu w kierunku jamy LV (ryc. 16). Objaw ten występuje w zaciskającym zapaleniu osierdza, może też pojawić się w zawale RV oraz zaostreniu POChP.

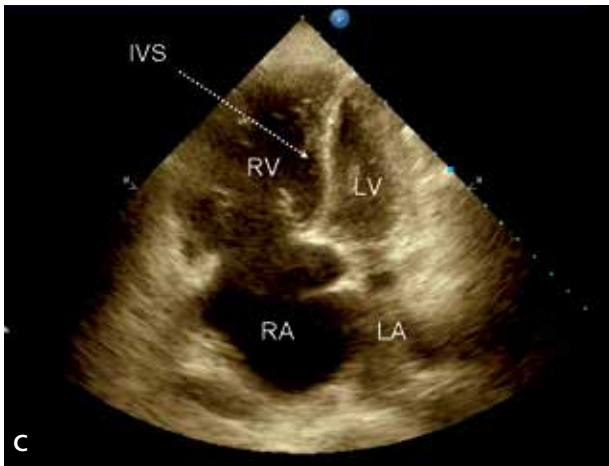
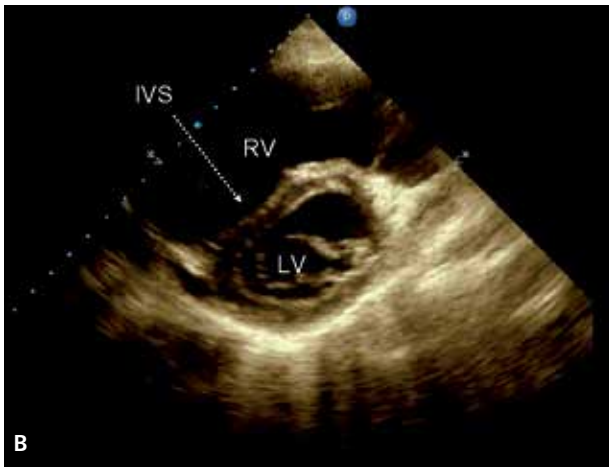
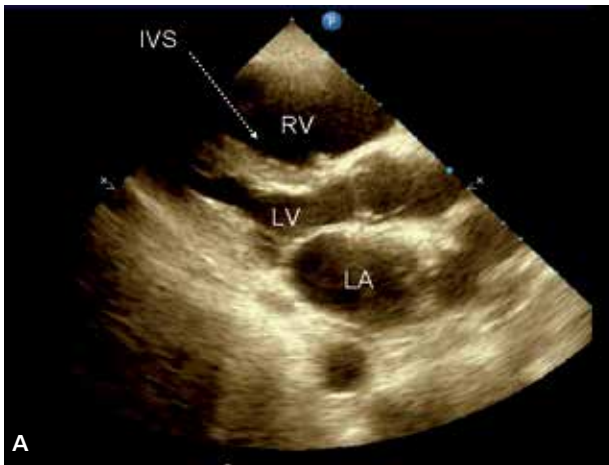
Upośledzenie kurczliwości RV występuje przy jej istotnym przeciążeniu, a także w chorobach mięśnia RV. Dobrym i prostym wskaźnikiem opisującym globalną czynność skurczową RV jest amplituda ruchu pierścienia trójdzielnego (tricuspid annulus plane systolic excursion, TAPSE) mierzona w prezentacji M-mode z projekcji 4C (ryc. 7). Można też ocenić procentową zmianę pola powierzchni RV w 4C (fractional area change, FAC) oraz prędkość ruchu pierścienia trójdzielnego za pomocą dopлера tkankowego (tissue doppler echocardiography, TDE) (ryc. 8, tab. 1). Analiza kurczliwości segmentalnej poszczególnych ścian RV jest również konieczna. Charakterystyczne zmiany pod postacią tzw. objawu McConnella (widoczne w projekcji 4C nasilenie kurczliwości fragmentu części odpływowej z hipokinezą części napływowej RV) wskazują na ostrą zatorowość płucną (ryc. 9). W zawale RV i arytmogennej dysplazji RV (arrhythmogenic right ventricular dysplasia, ARVD) także może być obserwowane upośledzenie kurczliwości segmentalnej.

Dodatkowo, podobnie jak w przypadku lewej komory, w ocenie funkcji prawej komory znajduje zastosowanie prawokomorowy wskaźnik Teia oraz pomiar dp/dt. Analizując profil napływu przez zastawkę trójdzielną, ocenia się funkcję rozkurczową RV. Stosunek prędkości napływów wczesnego i późnego (E/A) <1 wskazuje na upośledzenie relaksacji. Ponadto można stosować najnowsze metody oceny funkcji komory, jak pomiary strain i strain rate oraz badanie trójwymiarowe.



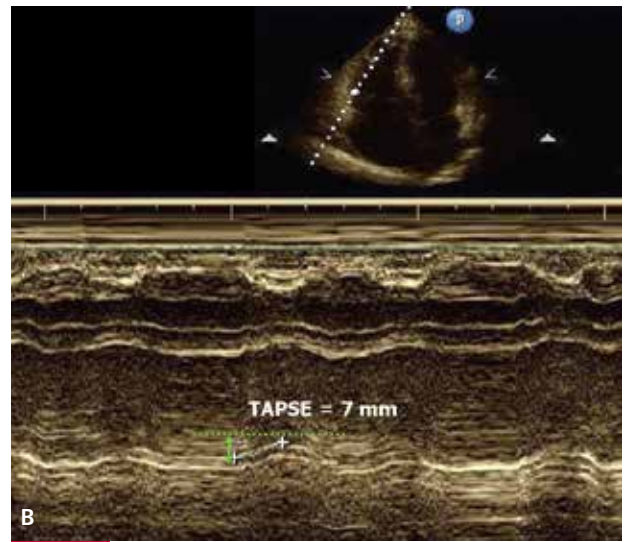
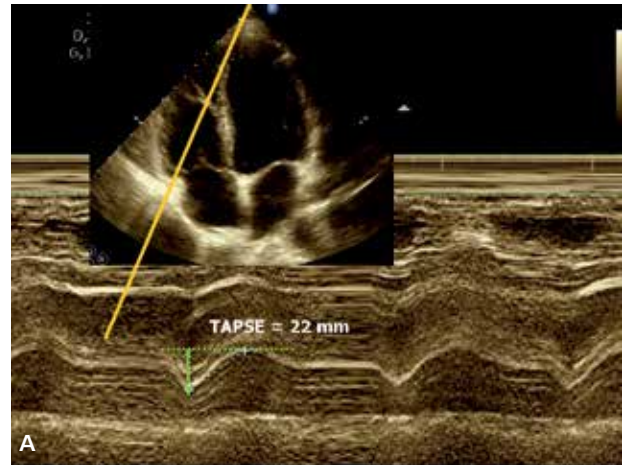
RYCINA 5

Obrazowanie w TTE prawej komory. Wyróżniono drogę odpływu prawej komory (right ventricular outflow tract, RVOT) i drogę napływu prawej komory (right ventricular inflow tract, RVIT). Zaznaczono standardowe miejsca pomiarów (zielone podwójne strzałki). **A.** Projekcja przymostkowa podłużna (LAX). **B.** Projekcja przymostkowa na drogę napływu RV. **C.** Projekcja przymostkowa poprzeczna na poziomie zastawki mitralnej (SAX). **D.** Projekcja przymostkowa poprzeczna naczyniowa (SAX naczyniowy). **E.** Projekcja koniuszkowa czterojamowa (4C). Strzałką wskazano wiązkę pośrodknią. Tak zwany „koniuszek” (w terminologii echokardiograficznej) prawej komory utworzony jest przez jej część odpływową. **F.** Projekcja podmostkowa czterojamowa (4C). RV – prawa komora, TV – zastawka trójdzielna, TVsept – płatek przegrodowy zastawki trójdzielnej, TVant – płatek przedni zastawki trójdzielnej, TVpost – płatek tylny zastawki trójdzielnej, MPA – pień płucny, PV – zastawka tętnicy płucnej, RA – prawy przedsionek, IAS – przegroda międzyprzedsionkowa, LV – lewa komora, LA – lewy przedsionek, MV – zastawka mitralna, AV – zastawka aortalna, IVS – przegroda międzykomorowa.



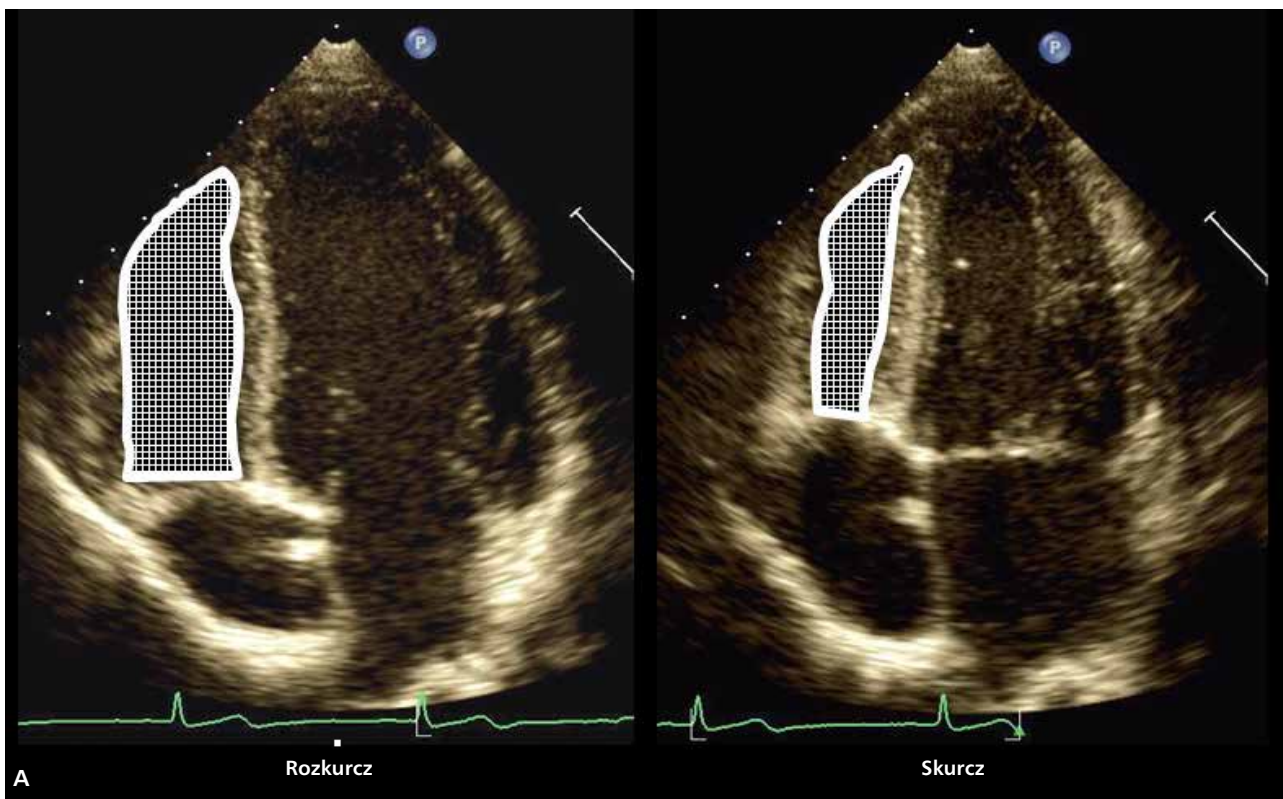
RYCINA 6

Echokardiograficzny obraz przecięcia prawej komory. Widoczne powiększenie jamy RV i przesunięcie przegrody międzykomorowej w stronę lewej komory. **A.** Projektja przymostkowa podłużna (LAX). **B.** Projektja przymostkowa poprzeczna na poziomie zastawki mitralnej (SAX). **C.** Projektja koniuszkowa czterojamowa (4C). RV – prawa komora, RA – prawy przedsionek, LV – lewa komora, LA – lewy przedsionek, IVS – przegroda międzykomorowa.



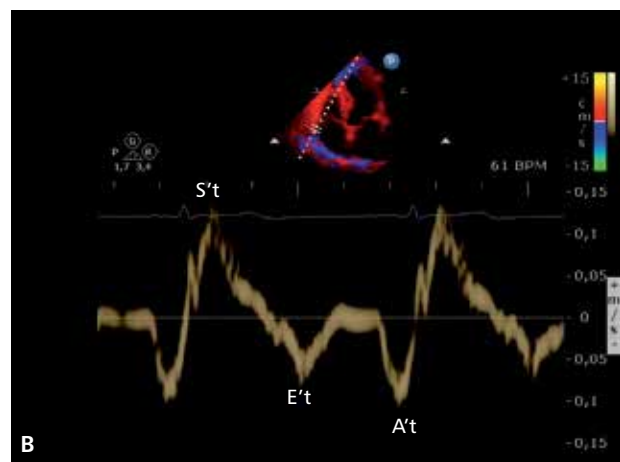
RYCINA 7

Ocena funkcji skurczowej prawej komory za pomocą pomiaru amplitudy ruchu pierścienia trójdzielnego (TAPSE). **A.** Sposób pomiaru. Obrazowanie M-Mode ruchu pierścienia trójdzielnego, z projekcji czterojamowej. Prawidłowa wartość TAPSE. **B.** Obniżona wartość TAPSE wskazująca na upośledzenie funkcji skurczowej RV.



RYCINA 8

Ocena funkcji skurczowej prawej komory. **A.** Sposób pomiaru zmiany pola powierzchni RV (FAC). Projekcja koniuszkowa czterojamowa. Obrysowanie jamy RV w skurczu i rozkurczu, z pomiarem pola powierzchni. **B.** Prędkości skurczowe (S't) i rozkurczowe (E't, A't) ruchu pierścienia trójdzielnego w obrazowaniu metodą doplera tkankowego.



W obrazowaniu patologii RV nie należy pomijać pomiaru grubości ściany oraz oceny jej morfologii (tab. 1). Długo trwające nadciśnienie płucne powoduje przerost mięśnia RV i pogrubienie jej ściany. Pogrubiałe beleczki mięśniowe, zwłaszcza wiązka pośrednia, z lokalnymi tętniakami są charakterystyczne dla ARVD. Przy powiększeniu RV z powodu przeciążenia beleczki mięśniowe często stają się lepiej widoczne w obrazie TTE, co może być przyczyną trudności diagnostycznych.

Zastawka trójdzielna

Obraz zastawki trójdzielnej (tricuspid valve, TV) w TTE uzyskuje się z projekcji przymostkowej SAX naczyniowej, na drogę napływu RV, koniuszkowej 4C, podmostkowych 4C i SAX. W każdej z tych projekcji widoczne są

inne płatki (ryc. 5). Struny ścięgnięte odchodzą bezpośrednio od wsierdzia prawej komory lub od niewielkich mięśni brodawkowatych. W projekcji 4C badaniem dopplerowskim rejestruje się przepływ przez TV. Spektrum napływu do prawej komory jest dwufazowe i składa się (tak jak napływ do lewej komory) z fazy wczesnej (E) oraz późnej (A), związanej ze skurczem przedsionka (ryc. 10, tab. 1) Stenoza zastawki trójdzielnej (tricuspid stenosis, TS) występuje rzadko. Zdarza się, że nie są widoczne wyraźne pogrubienia płatków, a jedynie upośledzenie ich ruchomości, co powoduje, że w trakcie rutynowego badania patologia ta może zostać przeoczona. Spektrum przepływu rejestrowane metodą doplera wiązki ciągłej charakteryzuje się przyspieszeniem prędkości, zwolnieniem deceleracji i brakiem fal E i A. Gradient średni wyższy niż 5 mm Hg wskazuje na TS istotną hemodynamicznie.



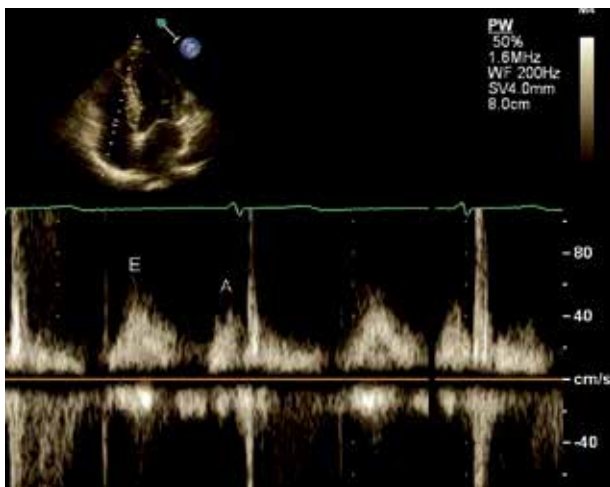
RYCINA 9

Objaw McConnella, charakterystyczny dla ostrej zatorowości płucnej. Projekcja koniuszkowa czterojamowa. Klamrą zaznaczono obszar kurczliwości hiperkinetycznej (część odpływowa RV). RV – prawa komora, RA – prawy przedsionek, LV – lewa komora, LA – lewy przedsionek.



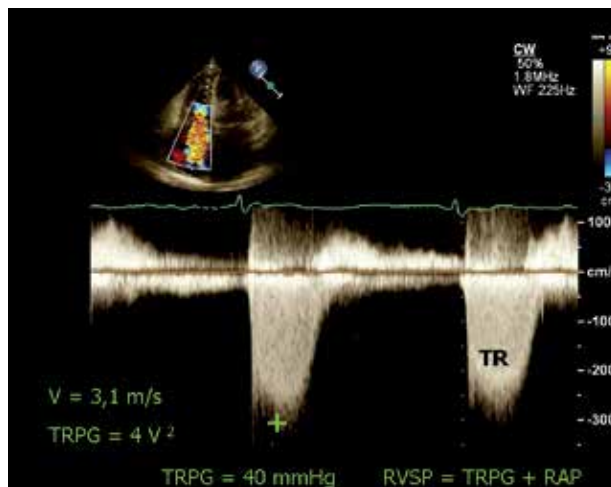
RYCINA 11

Obraz istotnej niedomykalności trójdzielnej (TR) w rejestracji metodą doplera kolorowego. LV – lewa komora, LA – lewy przedsionek.



RYCINA 10

Prawidłowy przepływ przez zastawkę trójdzielną w rejestracji doplerem spektralnym wiązki pulsacyjnej. Zaznaczono falę napływu wczesnego (E) i późnego (A).

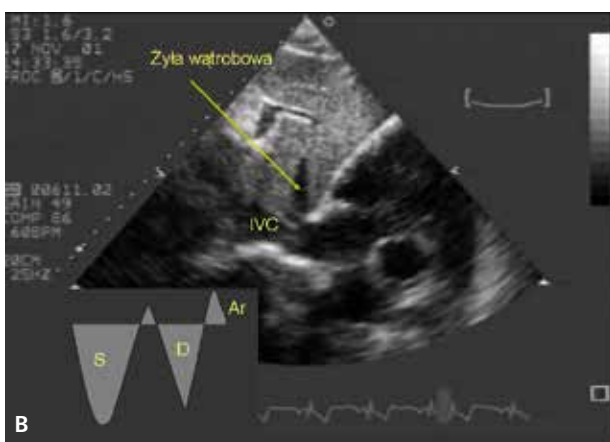
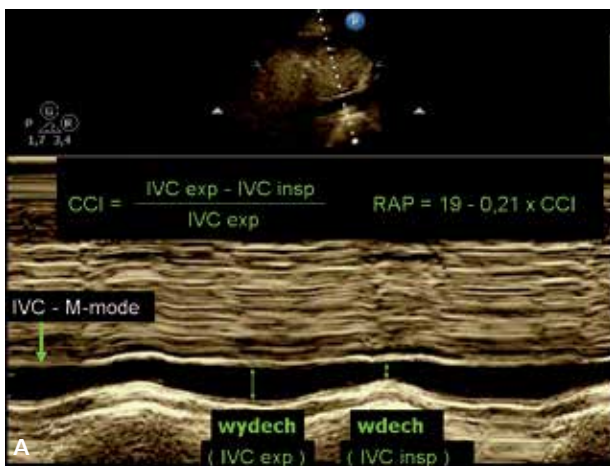


RYCINA 12

Spektrum niedomykalności trójdzielnej (TR) w rejestracji metodą doplera wiązki ciągłej. Pomiar maksymalnej prędkości (V), obliczenie maksymalnego gradientu niedomykalności trójdzielnej (TRPG) i ciśnienia skurczowego w prawej komorze (RVSP). RAP – ciśnienie w prawym przedsionku.

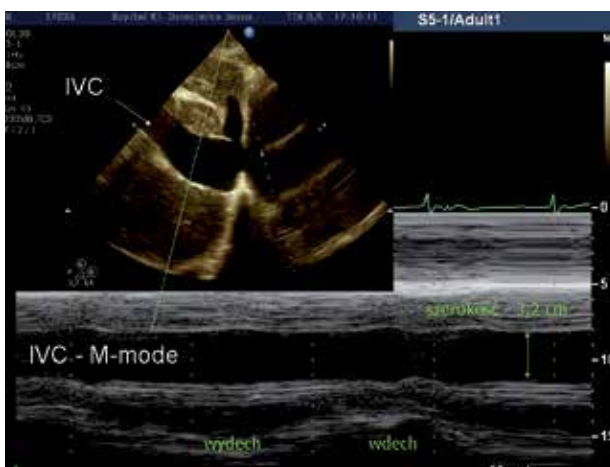
Często występuje nieholosystoliczna, mała, wąska fala zwrotna przez zastawkę trójdzielną, traktowana jako „fizjologiczna”. Poszerzenie pierścienia TV, zmiany zwyrodnieniowe płatków i aparatu podzastawkowego czy wypadanie płatków zastawki trójdzielnej powoduje niedomykalność zastawki trójdzielnej (tricuspid regurgitation, TR). Elektroda lub cewnik między płatkami TV również może być przyczyną TR. Podwyższenie ciśnienia w RV często doprowadza do TR (ryc. 11). Gdy talia fali jest szersza niż 7 mm, można rozpoznać TR dużego stopnia. Obraz doplera spektralnego wiązki ciągłej pozwala na pomiar maksymalnej prędkości i obliczenie maksymalnego gradientu niedomykalności trójdzielnej (tricuspid regurgita-

tion peak gradient, TRPG). Po dodaniu do tego gradientu ciśnienia w prawym przedsionku (right atrial pressure, RAP) można oszacować maksymalne ciśnienie skurczowe w prawej komorze (right ventricular systolic pressure, RVSP) (ryc. 12). TRPG >31 mm Hg (czyli prędkość fali zwrotnej trójdzielnej >2,8 m/s) wskazuje na istnienie nadciśnienia płucnego. Przewlekła choroba zakrzepowo-zatorowa i pierwotne nadciśnienie płucne mogą powodować bardzo wysoki TRPG, nawet powyżej 80 mm Hg. Niższe wartości rejestrowane są w POChP (około 40-60 mm Hg). Ostra zatorowość płucna typowo przebiega ze stosunkowo nieznacznie podwyższonym TRPG (<60 mm Hg), zaś w zawale RV rejestrowane są na ogół wartości prawidłowe.



RYCINA 13

Projekcje przydatne do obliczania ciśnienia w prawym przedsionku **A**. Obraz M-Mode żyły głównej dolnej (IVC) uzyskiwany z projekcji podmostkowej. Prawidłowa podatność oddechowa. Zaznaczono szerokość IVC we wdechu i wydechu. Podano sposób obliczania ciśnienia w prawym przedsionku (RAP) ze wskaźnika podatności IVC (caval collapse index, CCI). IVCinsp – wymiar IVC w czasie wdechu, IVCexp – wymiar IVC w czasie wydechu. **B**. Projekcja podmostkowa. Uwidocznienie ujścia żyły wątrobowej do żyły głównej dolnej. Przedstawiono na rycinie spektrum doplerowskie przepływów rejestrowanych w ujściu żyły wątrobowej. S – Przepływ skurczowy, D – przepływ rozkurczowy, Ar – przepływ rozkurczowy wsteczny.



RYCINA 14

Żyła główna dolna (IVC), projekcja podmostkowa oraz obraz M-Mode. Poszerzona IVC – wymiar poprzeczny 3,2 cm. Widoczny brak zapadania się IVC w czasie wdechu. Obraz wskazuje na istotnie podwyższone ciśnienie w prawym przedsionku.

Prawy przedsionek i żyły systemowe

Prawy przedsionek (right atrium, RA) można uwidocznic w projekcji przymostkowej SAX naczyniowej, 4C koniuszkowej oraz SAX i 4C podmostkowej (ryc. 5, tab. 1). Wzrost ciśnienia w RA powoduje jego powiększenie. W projekcjach podmostkowych uwidocznia się również żyły systemowe. Pomiar szerokości żyły głównej dolnej (inferior vena cava, IVC) i ocena jej podatności oddechowej umożliwia oszacowanie ciśnienia w prawym przedsionku (right atrial pressure, RAP). Prawidłowa szerokość IVC wynosi <17 mm, a jej zapadanie w czasie wdechu sięga ok. 50% wartości wydechowej (ryc. 13, tab. 1). Poszerzenie i zmniejszenie podatności IVC wskazuje na podwyższenie RAP (ryc. 14). Ciśnienie w prawym przedsionku, wynoszące od 5 do 20 mm Hg można oszacować kilkoma metodami (ryc. 13, tab. 2). W projekcjach podmostkowych obrazuje się także ujście żyły wątrobowej do IVC. Spektrum napływu z żyły wątrobowej jest pomocne w obliczaniu RAP, a także w rozpoznawaniu zaciskającego zapalenia osierdzia (ryc. 13, tab. 2).

W ostrej zatorowości płucnej u ok. 5% chorych, zwłaszcza wysokiego ryzyka, widoczna jest czasem w prawym przedsionku ruchoma skrzeplina (right atrial mobile thrombus, RAMT), pochodząca z układu żylnego dolnej połowy ciała. Stwierdzenie skrzepliny wymaga szybkiego podjęcia decyzji o sposobie leczenia – trombolitycznego lub operacyjnego. Leczenie trombolityczne może wiązać się z fragmentacją skrzepliny i jest przeciwwskazane w przypadku jej wklonowania w otwór owalny, który w warunkach wysokiego RAP może ulec udroźnieniu. Podmostkowa projekcja na żyłę główną górną pozwala zobrazować przegrodę międzyprzedsionkową z okolicą zastawki otworu owalnego i wykonanie jej w takich sytuacjach jest bardzo pomocne (ryc. 15).



RYCINA 15

Projekcja podmostkowa z uwidocznieniem żyły głównej górnej i przegrody międzyprzedsionkowej z okolicą otworu owalnego. Strzałką zaznaczono żyłę główną górną (superior vena cava, SVC). Strzałką przerywaną zaznaczono ruchomą skrzeplinę (RAMT) wklonowaną w drożny otwór owalny. RA – prawy przedsionek, LA – lewy przedsionek, IAS – przegroda międzyprzedsionkowa.

TABELA 2 Szacowanie ciśnienia w prawym przedsionku (RAP) na podstawie szerokości i podatności oddechowej żyły głównej dolnej (IVC) oraz dopplerowskiego spektrum napływu z żyły wątrobowej

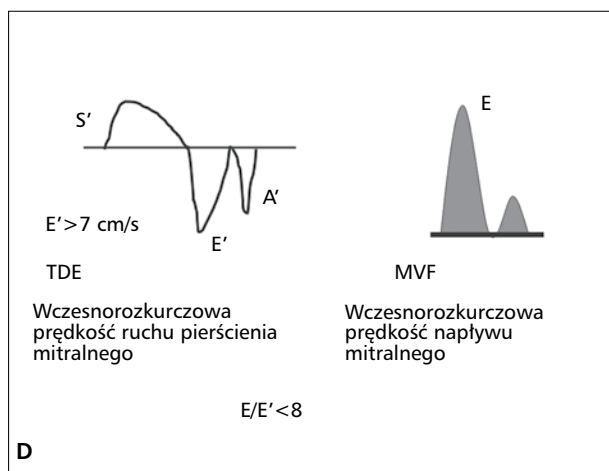
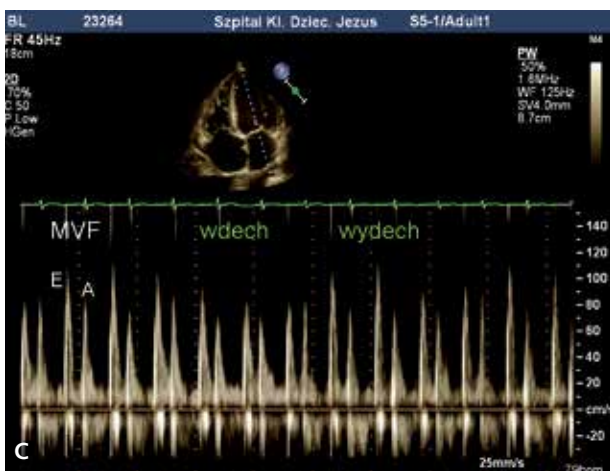
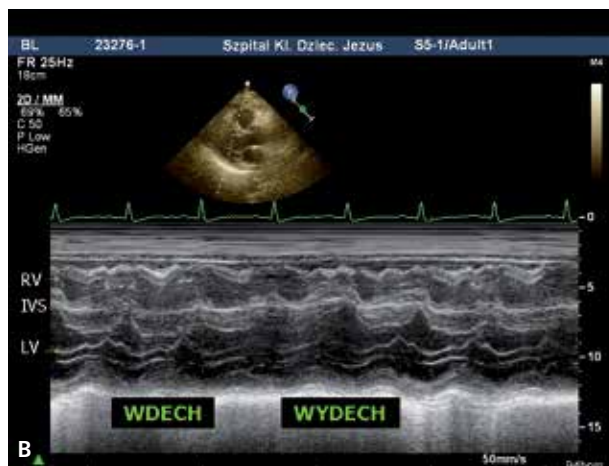
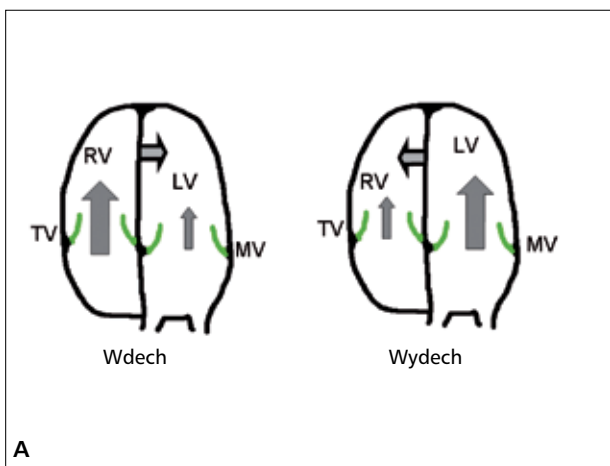
Szerokość IVC	Zapadanie IVC we wdechu	Spektrum napływu z żyły wątrobowej	RAP
<1,5 cm	>50%	S>D, brak Ar	0-5 mm Hg
1,5-2,5 cm	>50%	S>D, mała Ar	5-10 mm Hg
>2,5 cm	>50%	S>D, brak Ar	5-10 mm Hg
1,5-2,5 cm	<50%	S=D, mała Ar	10-15 mm Hg
>2,5 cm	<50%	S<D, duża Ar	15-20 mm Hg
>2,5 cm	0	S<D, mała/duża Ar	>20 mm Hg

S – maksymalna prędkość przepływu w fazie skurczu, D – maksymalna prędkość przepływu w fazie rozkurczu, Ar – maksymalna prędkość wstępnego przepływu w fazie rozkurczu.

TABELA 3 Różnicowanie stanów niewydolności prawej komory przebiegających z jej powiększeniem

Choroba/ Parametr	Przewlekła choroba zakrzepowo-zatorowa, tętnicze nadciśnienie płucne	Ostra zatorowość płucna	POChP	Wada przeciekowa	TR	Zawał prawej komory	Choroby lewej części serca
Maksymalna prędkość wyrzutu płucnego	Norma	Norma lub obniżona	Norma	Podwyższona	Norma lub podwyższona	Norma lub obniżona	Norma
Zazębnienie wyrzutu płucnego	Obecne lub nie	Obecne					
AcT wyrzutu płucnego	Skrócone lub norma	Skrócone (<60 ms)	Norma lub skrócone	Norma lub skrócone	Norma	Norma	Norma lub skrócone
TRPG	Podwyższony (może być >80 mm Hg)	Podwyższony (ale <60 mm Hg)	Podwyższony	Podwyższony	Podwyższony	Norma	Podwyższony
Segmentalne zaburzenia kurczliwości		Objaw McConnella				Obecne	

TR – niedomykalność zastawki trójdzielnej, TRPG – maksymalny gradient fali zwrotnej trójdzielnej, AcT – czas akceleracji spektrum przepływu przez zastawkę tętnicy płucnej.



RYCINA 16

Ekchokardiograficzne rozpoznawanie zaciśkającego zapalenia osierdzia. **A.** Schematyczne przedstawienie oddechowej zmienności objętości napływów do lewej i prawej komory i związane z tym przesuwaniem się przegrody. Grubość strzałek pomiędzy płatkami zastawek przedsionkowo-komorowych symbolizuje objętość napływającej krwi. **B.** Obraz M-Mode prawej komory (RV), przegrody międzykomorowej (IVS) i lewej komory (LV) uzyskiwany z projekcji podłużnej przymostkowej. Prędkość przesuwu obrazu na ekranie 50 mm/s. Widoczne przesuwanie się IVS w kierunku lewej komory, ze zmniejszeniem wymiaru poprzecznego LV w czasie wdechu, i odwrotne – zwiększenie w czasie wydechu. **C.** Rejestracja spektrum dopplerowskiego napływu do lewej komory przez zastawkę mitralną (mitral valve flow, MVF). Prędkość przesuwu obrazu na ekranie 25 mm/s. Zaznaczona fala wczesnego napływu (E) i późnego napływu (A). Restrykcyjny profil napływu (E>A). Widoczne zmniejszanie się prędkości napływu w czasie wdechu, i zwiększanie w czasie wydechu. Diagnostyczna dla zaciśkającego zapalenia osierdzia jest różnica >25%. **D.** Schematyczne przedstawienie prędkości pierścienia mitralnego ocenianych metodą TDE i prędkości napływu mitralnego ocenianych metodą doplera spektralnego. E/E' – stosunek wczesnorozkurczowej prędkości napływu mitralnego (E) do wczesnorozkurczowej prędkości ruchu pierścienia mitralnego (E'). W zaciśkającym zapaleniu osierdzia przy restrykcyjnym profilu napływu mitralnego prędkość E jest wysoka, ze względu na prawidłową czynność mięśnia lewej komory E' jest również wysokie, więc E/E' jest niskie. LV – lewa komora, RV – prawa komora, MV – zastawka mitralna, TV – zastawka trójdzielna.

Ocena innych struktur

Objawy niewydolności RV mogą wynikać nie tylko z patologii płuc czy prawej części serca. Przyczyną może być także wrodzona wada z przeciekiem lewo-prawym, taka jak ubytek w przegrodzie międzyprzedsionkowej (atrial septal defekt, ASD), międzykomorowej (ventricular septal defect, VSD) czy przetrwały przewód tętniczy Bottalla (patent ductus arteriosus, PDA). Są to wady najczęściej spotykane u osób dorosłych. TTE przeważnie pozwala uwidocznienie przecieków, a także ocenić jego istotność (pomiar stosunku objętości przepływu płucnego do systemowego – Qp: Qs). Ponadto choroby lewej części serca (wady zastawkowe, kardiomiopatie, zawał lewej komory), doprowadzając do zastojów krwi w płu-

cach, powodują nadciśnienie płucne i w rezultacie przeciążenie RV z jej niewydolnością. Badanie TTE może w takich przypadkach określić przyczynę zmian w prawej połowie serca. Parametry pomocne w różnicowaniu stanów przebiegających z powiększeniem RV przedstawia tabela 3.

Kliniczne objawy niewydolności RV mogą wynikać także ze schorzeń niepowodujących powiększenia RV. Jest to stenoza zastawki trójdzielnej, której diagnostyczne kryteria przedstawiono powyżej oraz choroby osierdzia. Obecność płynu w worku osierdziowym łatwo jest uwidocznienie we wszystkich projekcjach badaniem 2D. Trudności diagnostyczne sprawia zaciśkające zapalenie osierdzia. Rozpoznanie tej choroby umożliwia na ogół ocenę oddechowej zmienności objętości komór z prze-

TABELA 4 Praktyczne zestawienie zmian ocenianych w kolejnych stosowanych standardowo projekcjach oraz możliwości wyciągania odpowiednich wniosków

Projekcja	Oceniana zmiana	Wyciągany wniosek
Przymostkowa LAX	RV – powiększenie IVS – spłaszczenie, paradoksalny ruch	Stopień zaawansowania zmian
	Patologie lewej części serca Ew. uwidocznienie VSD	Przyczyna zmian
Przymostkowa SAX	RV – powiększenie IVS – spłaszczenie, paradoksalny ruch	Stopień zaawansowania zmian
	Patologie lewej części serca	Przyczyna zmian
Przymostkowa SAX naczyniowa	RV – powiększenie MPA – poszerzenie	Stopień zaawansowania zmian
	Przepływ przez PV – niedomykalność (spektrum) Przepływ przez PV – pomiar AcT	Przyczyna zmian
	Przepływ przez PV – spektrum (zazębianie?) Przepływ przez PV – pomiar maks. prędkości Ew. uwidocznienie VSD, ASD, PDA Ew. uwidocznienie RAMT (wklinowanie w PFO?)	Obliczanie ciśnienia w łożysku płucnym
Koniuszkowa 4C	RV – powiększenie IVS – spłaszczenie, paradoksalny ruch Kurczliwość RV – ocena TAPSE, FAC, S't w TDE Grubość ściany RV	Stopień zaawansowania zmian
	Beleczkowanie, morfologia ściany RV Kurczliwość segmentalna ściany RV (obj. McConnella?) Przepływ przez TV – spektrum – obecność TS? Przepływ przez TV – niedomykalność – ocena istotności TR	Przyczyna zmian
	Przepływ przez TV – niedomykalność – ocena TRPG	Obliczanie ciśnienia w RV
	RA – powiększenie	
	Patologie lewej części serca Ocena E/E' Napływy do lewej części serca – zmienność oddechowa? Ew. uwidocznienie VSD, ASD Ew. uwidocznienie RAMT	
Podmostkowa SAX naczyniowy	MPA – poszerzenie	Stopień zaawansowania zmian
	Przepływ przez PV – niedomykalność (spektrum) Przepływ przez PV – pomiar AcT	Obliczanie ciśnienia w łożysku płucnym
	Przepływ przez PV – pomiar maks. prędkości Przepływ przez PV – spektrum (zazębianie?) Ew. uwidocznienie VSD, ASD, PDA Ew. uwidocznienie RAMT (wklinowanie w PFO?)	Przyczyna zmian
	RA – powiększenie	
	IVC – szerokość, zapadalność	Obliczanie ciśnienia w RA
	Napływ z żyły wątrobowej	
Podmostkowa 4C	RV – powiększenie Grubość ściany RV	Stopień zaawansowania zmian

Szarym tłem, ramką i ramką zaokrągloną zaznaczono logiczne powiązanie między zarejestrowaną zmianą a możliwością wyciągnięcia wniosku. RV – prawa komora, IVS – przegroda międzykomorowa, MPA – pień płucny, PV – zastawka tętnicy płucnej, TV – zastawka trójdzielna, TR – niedomykalność zastawki trójdzielnej, TS – stenozą zastawki trójdzielnej, RA – prawy przedsionek, IVC – żyła główna dolna, TRPG – maksymalny gradient niedomykalności trójdzielnej, AcT – czas akceleracji spektrum przepływu przez zastawkę tętnicy płucnej, TAPSE – amplituda ruchu pierścienia trójdzielnego, FAC – skurczowo-rozkurczowa zmiana pola powierzchni prawej komory, RAMT – ruchoma skrzeplina w prawym przedsionku, PFO – drożny otwór owalny, VSD – ubytek w przegrodzie międzykomorowej, ASD – ubytek w przegrodzie międzyprzedsionkowej, PDA – przetwarty przewód tętniczy, TDE – obrazowanie metodą doplera tkankowego, S't – prędkość skurczowa pierścienia trójdzielnego, E/E' – stosunek wczesnorozkurczowej prędkości napływu mitralnego do wczesnorozkurczowej prędkości ruchu pierścienia mitralnego, SAX – projekcja poprzeczna, 4C – projekcja czterojamowa.

mieszczaniem się IVS (opisana powyżej), pomiar stosunku prędkości fali E napływu mitralnego do prędkości wczesnorozkurczowego ruchu pierścienia mitralnego rejestrowanego w TDE (E/E') oraz analiza zmienności odchylej napływów do lewej połowy serca (ryc. 16).

Podsumowując należy powiedzieć, że złożona z wielu szczegółów ocena prawej części serca wymaga dużej skrupulatności i starannego wykonania wszystkich projekcji obrazowania TTE. Kolejno zdobywane dane uzupełniają się nawzajem. Niektóre parametry umożliwiają ocenę stopnia przeciążenia RV, niektóre służą ocenie ciśnień, inne są pomocne w rozpoznaniu przyczyny objawów niewydolności RV. Przypomina to dodawanie elementów układanki, ponieważ z każdej projekcji uzyskuje się liczne, ale nie wszystkie niezbędne informacje. Tabela 4 przedstawia standardową kolejność wykonywanych projekcji i przydatność stwierdzanych nieprawidłowości w analizie funkcji prawej komory.

Podstawowe skróty dotyczące obrazowania echokardiograficznego

TTE – badanie echokardiograficzne przezklatkowe (transthoracic echocardiography)

SAX – projekcja poprzeczna (w osi krótkiej) (short axis) – przymostkowa na poziomie zastawki mitralnej, na poziomie wielkich naczyń (naczyniowa) oraz podmostkowa naczyniowa

LAX – projekcja podłużna przymostkowa (long axis)

4C – projekcja czterojamowa (four chamber) – koniuszkowa lub podmostkowa

2D – prezentacja dwuwymiarowa

M-Mode – prezentacja jednowymiarowa

TDE – prezentacja metodą dopлера tkankowego (tissue doppler echocardiography)

Piśmiennictwo

1. Płazak W, Podolec P, Gackowski A: Anatomia echokardiograficzna komór serca. Ocena czynności prawej komory. W: Tracz W, Podolec P, Hoffman P (red). Echokardiografia praktyczna. Tom II. Wyd. Medycyna praktyczna, Kraków 2005, 75-87.
2. Feigenbaum H: Echocardiography. Fifth edition. Lea and Febiger, Philadelphia 1994.
3. Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T: Feigenbaum's Echocardiography. Sixth edition. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia 2005.
4. Weyman AE: Principles and practice of echocardiography. Second edition. Lea and Febiger, Philadelphia, 1994.
5. Oh JK, Steward JB, Tajik AJ: The echo manual. Third edition. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, 2006.
6. Task Force Members: Nazzareno Galiè, Adam Torbicki, Robyn Barst, et al.: Guidelines on diagnosis and treatment of pulmonary arterial hypertension: The Task Force on Diagnosis and Treatment of Pulmonary Arterial Hypertension of the European Society of Cardiology. Eur Heart J 2004, 25: 2243-2278.
7. Task Force on Pulmonary Embolism, European Society of Cardiology. Guidelines on diagnosis and management of acute pulmonary embolism. The Task Force Report. Eur Heart J 2000, 21: 1301-1336.
8. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al.: Recommendations for chamber quantification. Eur J Echocardiogr 2006, 7: 79-108.
9. Piazza G, Goldhaber SZ: The acutely decompensated right ventricle. Chest 2005, 128: 1836-1852

Odpowiedź ze str. 48

Odpowiedź:

Tętniak aorty wstępującej bywa rozpoznany przypadkowo. W opisanej sytuacji do badań specjalistycznych skłoniło lekarza występowanie u chorej niecharakterystycznych bólów w okolicy międzyłopatkowej. Sam charakter dolegliwości nie określa jeszcze rodzaju patologii, chociaż z taką lokalizacją bólów wiązano przypadki rozwarstwienia aorty. W badaniu echokardiograficznym opuszka oraz proksymalny odcinek naczynia są miernie poszerzone (ryc. 1, 2). W celu dokładnego uwidocznienia aorty wstępującej konieczna była modyfikacja obrazowania i zastosowanie projekcji nietypowych m.in. projekcji przymostkowej lewostronnej wysokiej z przesunięciem okna akustycznego o jedno lub dwa międzyżebra w górę. Uwidoczniony tętniak ma charakter wrzecionowaty i osiąga średnicę aż 70 mm (ryc. 3). Zebrane od pacjentki dane nie pozwoliły na określenie dynamiki procesu. Spośród możliwych patologii towarzyszących warto zwrócić uwagę na zmiany organiczne płatków zastawki aortalnej (ryc. 1). Brak typowego

szmeru i mruku wyklucza jednak obecność istotnej stenozы. Na rycinie 3 widoczne jest dodatkowe echo w świetle aorty, przebiegające równoległe do ściany naczynia, a na rycinie 4 można dopatrzeć się turbulencji przepływu w tętnicy podobojczykowej lewej. Obie zmiany nie są pewnym dowodem na rozwarstwienie, niemniej jednak powikłanie to (przewlekłe rozwarstwienie?) należy brać pod uwagę. Ze względu na bardzo znaczne poszerzenie aorty, nie wykonano badania przezprzełykowego, a w dalszej diagnostyce wykorzystano obrazy angio-TK, w których nie stwierdzono cech odwarstwionej błony wewnętrznej. Aorta wstępująca charakteryzowała się licznymi blaszkami miażdżycowymi, mogącymi powodować rewerberacje w obrazie ultradźwiękowym i fałszywie dodatni obraz rozwarstwienia. Zmiana w lewej tętnicy podobojczykowej okazała się być miękką blaszką miażdżycową istotnie zawężającą jej światło (80%) i odpowiedzialną za kliniczne cechy zwężenia – asymetrię tętna oraz słabe jego wypełnienie. Chorej zaproponowano leczenie operacyjne tętniaka aorty, na które nie wyraziła zgody.