

Ocena lewej komory w badaniu echokardiograficznym

Left ventricular function — assessment by echocardiography

Aneta I. Gziut¹, Edyta Płońska-Gościński², Katarzyna Mizia-Stec³, Grzegorz Piotrowski⁴

¹Klinika Kardiologii Inwazyjnej, CSK MSW, Warszawa

²Klinika Kardiologii, Pomorski Uniwersytet Medyczny, Szczecin

³I Katedra i Klinika Kardiologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

⁴Oddział Kardiologii, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. M. Kopernika, Łódź

Przedrukowano za zgodą z: Kardiologia Polska 2014; 72, supl. II: 19–23

Abstract

This article describes the different modalities for assessment of systolic and diastolic left ventricular function by transthoracic echocardiography. The assessment of left ventricular function has a significant impact on medical decisions and prognostic information.

Key words: left ventricular, systolic function, diastolic function

Kardiol Pol 2014; 72, supl. VI: 83–87

WSTĘP

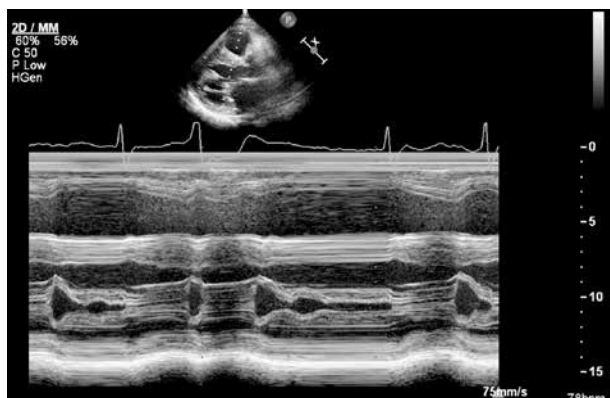
Mimo rozwoju technik obrazowych echokardiografia przekłatkowa (TTE) pozostaje metodą referencyjną umożliwiającą oszacowanie budowy i czynności serca. Podstawowym elementem każdej TTE jest określenie wielkości (wymiar, grubość ścian, objętość) i funkcji lewej komory (LV).

WIELKOŚĆ LEWEJ KOMORY

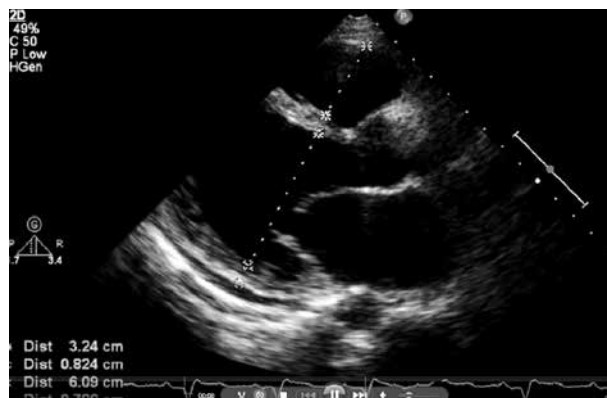
Wymiary LV i grubość jej ścian ocenia się w obrazowaniu 1-wymiarowym, tzw. *M-mode* (ryc. 1) lub 2-wymiarowym,

tzw. 2D (ryc. 2) w projekcji przymostkowej długiej. Pomiarów dokonuje się w końcowej fazie rozkurczu (największy wymiar LV) oraz w końcowej fazie skurczu (najmniejszy wymiar LV).

Przy stosowaniu tych dwóch technik należy pamiętać, że wartość wymiarów LV w obrazowaniu 2D jest mniejsza niż w *M-mode*. Dzięki oszacowaniu grubości przegrody międzykomorowej oraz ściany tylnej (PWd) jest możliwe wyliczenie masy mięśnia LV (LVM) oraz wskaźnika masy LV (LVMI). W zależności od płci, górna wartość LVMI wynosi 95 g/m² u kobiet i 115 g/m² u mężczyzn. Natomiast korzystając



Rycina 1. Ocena wielkości lewej komory, grubości przegrody międzykomorowej i ściany tylnej techniką *M-mode*



Rycina 2. Ocena wielkości lewej komory, grubości przegrody międzykomorowej i ściany tylnej w obrazowaniu 2-wymiarowym

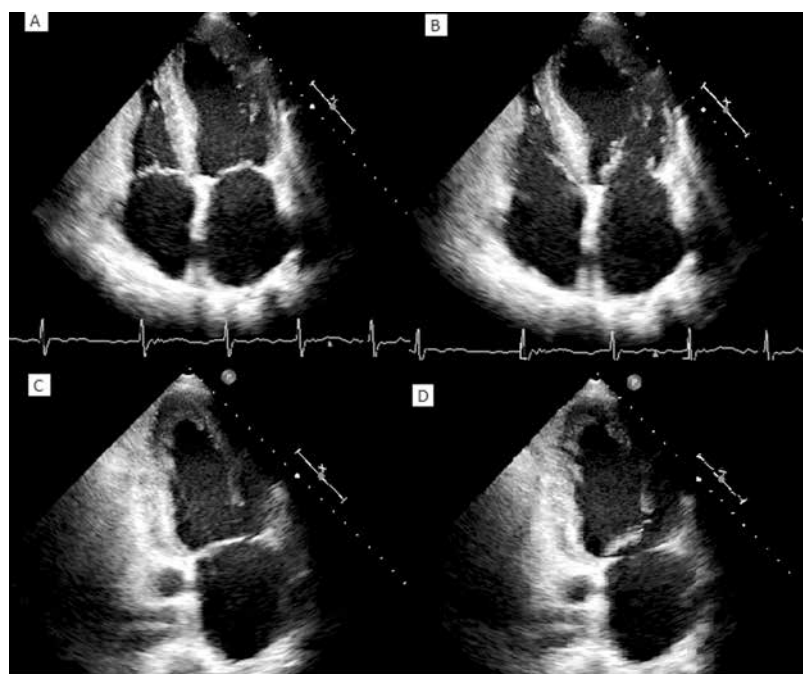
Adres do korespondencji:

dr n. med. Aneta Gziut, Klinika Kardiologii Inwazyjnej, CSK MSWiA, ul. Wołoska 137, 02–507 Warszawa, e-mail: anetazgiut@poczta.onet.pl

Copyright © Polskie Towarzystwo Kardiologiczne

Tabela 1. Typy przebudowy lewej komory wg *European Association of Echocardiography*

Względna grubość ścian	Wskaźnik masy lewej komory	
	Kobiety $\leq 95 \text{ g/m}^2$ Mężczyźni $\leq 115 \text{ g/m}^2$	Kobiety $> 95 \text{ g/m}^2$ Mężczyźni $> 115 \text{ g/m}^2$
$> 0,42$	Przebudowa koncentryczna	Przerost koncentryczny
$\leq 0,42$	Prawidłowa geometria	Przerost ekscentryczny



Rycina 3. Ocena objętości końcowoskurczowej i końcoworozkurczowej lewej komory w projekcji koniuszkowej 4-jamowej (A, B) i 2-jamowej (C, D)

z wyliczonych wartości PwD oraz objętości końcoworozkurczowej (EDV), uzyskuje się wskaźnik względnej grubości ścian (RWT). Geometrię i typ przerostu LV ocenia się na podstawie dwóch parametrów — RWT i LVMI (tab. 1).

Kolejnym parametrem stosowanym w ocenie LV jest jej objętość (kończoskurczowa — ESV i końcoworozkurczowa — EDV). Pomiary te wykonuje się w projekcji koniuszkowej 4- i 2-jamowej (ryc. 3).

Objętość końcoworozkurczowa wyznaczana jest w momencie, gdy wielkość LV jest największa (bezpośrednio po zamknięciu zastawki mitralnej), natomiast ESV w momencie, gdy wielkość LV jest najmniejsza (bezpośrednio przed otwarciem zastawki mitralnej). Po oszacowaniu ESV (norma dla kobiet: 19–43 ml, dla mężczyzn: 22–58 ml) i EDV (norma dla kobiet: 56–104 ml, dla mężczyzn: 67–155 ml) w dwóch projekcjach aktualnie stosowane oprogramowanie aparatów echokardiograficznych sumuje dyski wyliczonych objętości LV. Metoda ta, tzw. zmodyfikowana formuła Simpsona, pozwala na określenie podstawowego (najczęściej stosowanego) parametru funkcji skurczowej LV.

FUNKCJA SKURCZOWA

Ocena czynności skurczowej LV umożliwia ustalenie rozpoznania choroby serca, określenie stopnia jej zaawansowania, jej progresję, skuteczność terapii i rokowanie. Parametry służące do oceny funkcji skurczowej (kurczliwości) LV przedstawiono w tabeli 2.

Najczęściej ocenianym parametrem określającym czynność LV jest niewątpliwie frakcja wyrzutowa (EF), która odzwierciedla globalną funkcję skurczową. Wartość EF wylicza się z wzoru: $EF = (EDV - ESV) / EDV \times 100\%$.

Na wartość EF wpływają: obciążenie następcze, obciążenie wstępne, kurczliwość. Niestety na wartość EF wpływają także zarówno doświadczenie osoby wykonującej badanie, jak i jakość obrazu, co powoduje, że nie jest to parametr obiektywny. Wartość EF oceniana metodą wzrokową (*eye balling*) przez doświadczonego echokardiografistę jest porównywalna do uzyskiwanej w rezonansie magnetycznym. Niezależnie od sytuacji klinicznej, w której dokonano pomiaru, wartość EF odzwierciedla ryzyko sercowo-naczyniowe. W codziennej praktyce stosowanie wartości odcinającej — 55%

Tabela 2. Parametry funkcji skurczowej (kurczliwości) lewej komory

Kurczliwość lewej komory	
Globalna (ogólna)	Regionalna (odcinkowa)
Frakcja wyrzutowa (EF)	Metody jakościowe: normo-, hipo-, a-, dyskineza
Frakcja skracania (FS)	Metody półilościowe: wskaźnik zaburzeń kurczliwości (WMSI)
Objętość wyrzutowa (SV)	Metody ilościowe — tkankowa echokardiografia dopplerowska (TDE):
Rzut serca (CO)	gradient prędkości, odkształcenie, tempo odkształcenia
Prędkość narastania ciśnienia w komorze (dP/dt)	
Skurczowy ruch pierścienia mitralnego (MAPSE)	

pozwała na kwalifikację pacjenta do grupy z prawidłową lub upośledzoną funkcją skurczową (łagodna dysfunkcja EF 54–45%, umiarkowana 44–30%, ciężka < 30%). U pacjentów z chorobą niedokrwienną serca wykazano, że wartość EF ma większe znaczenie prognostyczne niż liczba zwężonych tętnic wieńcowych. Natomiast w populacji chorych z niewydolnością serca (badania CONSENSUS, SOLVD, SAVE, CARE) wykazano związek między obniżoną EF a śmiertelnością z przyczyn sercowo-naczyniowych.

Innym parametrem wykorzystywanym do oceny globalnej kurczliwości LV jest frakcja skracania (SF). Wartość tego parametru (norma dla kobiet: 27–45%, dla mężczyzn: 25–43%), uwzględniająca wymiar końcoworozkurczowy (LVEDD) i końcowoskurczowy (LVESD) lewej komory jest wyznaczana na podstawie wzoru: $SF = (LVEDD - LVESD / LVEDD) \times 100\%$.

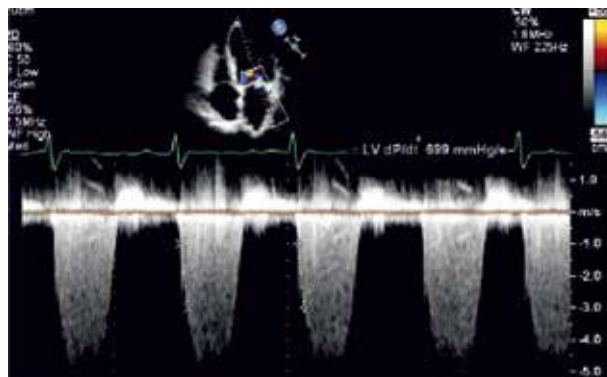
Parametr ten jest szczególnie istotny wśród pacjentów z nadciśnieniem tętniczym, przerostem mięśnia LV lub z wadami zastawkowymi, natomiast u chorych z odcinkowymi zaburzeniami kurczliwości jego oznaczenie nie jest zalecane.

Parametrem korelującym z wartością EF jest skurczowy ruch pierścienia mitralnego (MAPSE), który odzwierciedla czynność skurczową włókien podłużnych. Jego pomiaru dokonuje się za pomocą techniki *M-mode*, ustawiając kursor na bocznej części pierścienia mitralnego (norma > 10). Niestety nie można oceniać MAPSE u chorych z odcinkowymi zaburzeniami kurczliwości.

Kolejnym parametrem umożliwiającym ocenę czynności włókien podłużnych LV jest miokardialna prędkość skurczowa pierścienia mitralnego (S') uzyskiwana przy użyciu doplera pulsacyjnego (norma 9–11 cm/s).

U pacjentów z niedomykalnością zastawki mitralnej możliwe jest oszacowanie prędkości narastania ciśnienia w komorze (dP/dt). Pomiar wykonuje się za pomocą doplera ciągłego — ocenia się czas, który upływa między przyrostem prędkości z 1 m/s do 3 m/s (ryc. 4). Wartość dP/dt > 1200 mm Hg przemawia za prawidłową kurczliwością LV, < 1000 mm Hg wskazuje na upośledzenie, zaś < 400 mm Hg — na ciężką dysfunkcję LV.

Podczas badania echokardiograficznego, oprócz pomiarów poszczególnych parametrów ilościowych, ocenia się także przyrost grubości ściany między fazą skurczu a rozkurczu



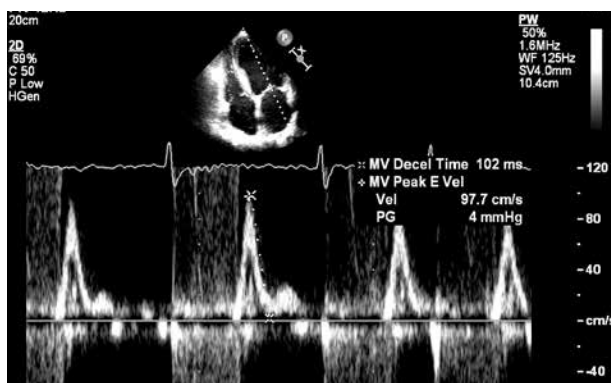
Rycina 4. Ocena tempa wzrastania ciśnienia w lewej komorze — dP/dt

Tabela 3. Parametry jakościowe opisujące kurczliwość ścian mięśnia sercowego

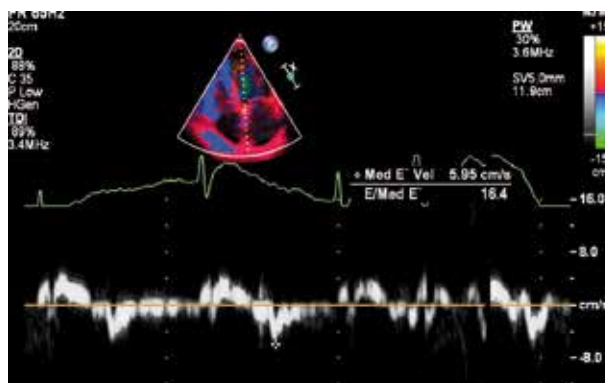
Parametr	Kurczliwość
Normokineza	Prawidłowa kurczliwość miokardium
Hipokineza	Obniżona kurczliwość miokardium
Akineza	Brak kurczliwości miokardium
Dyskineza	Paradoksalna kurczliwość miokardium
Hiperkineza	Wzmoczona kurczliwość miokardium

oraz dośrodkowy ruch wsierdzia w trakcie skurczu. Na tej podstawie rozróżnia się parametry jakościowe przedstawione w tabeli 3.

Aby ocenić odcinkowe zaburzenia kurczliwości, dokonano podziału mięśnia LV na 17 segmentów. W każdym segmencie niezależnie określa się kurczliwość (zarówno ruch, jak i przyrost grubości mięśnia): normokineza — 1 punkt, hipokineza — 2 punkty, akineza — 3 punkty, dyskineza — 4 punkty. Umożliwia to półilościową ocenę funkcji LV, np. za pomocą wskaźnika zaburzeń kurczliwości (WMSI), którego wartość jest ilorazem sumy punktów poszczególnych segmentów i liczby ocenianych segmentów. Wartość WMSI równa 1 świadczy o prawidłowej czynności skurczowej LV. W przypadku występowania zaburzeń kurczliwości wartość ta odpowiednio wzrasta. Należy zwrócić uwagę na występowanie związku między poszczególnymi segmentami a unaczynieniem ich



Rycina 5. Oszacowanie maksymalnej prędkości wczesnorozkurczowej napływu mitralnego (wskaźnik E) oraz czasu deceleracji (wskaźnik DT) w pomiarze metodą doplera pulsacyjnego



Rycina 6. Ocena wczesnorozkurczowej prędkości pierścienia mitralnego (wskaźnik e') w pomiarze metodą doplera tkankowego

przez tętnice wieńcowe. Wykazanie zaburzeń kurczliwości w odpowiednim regionie wskazuje na upośledzenie przepływu przez zaopatrujące go naczynie.

W ocenie odcinkowej kurczliwości LV coraz większe znaczenie odgrywają nowe techniki obrazowania oparte na tkankowej echokardiografii doplerowskiej (TDE) — szybkość odkształcania skurczowego lub rozkurczowego miokardium (*strain rate*) i wielkość odkształcania (*strain*). Bardziej dokładną metodą diagnostyczną jest śledzenie plamki (marker akustyczny) i detekcji wsierdzia (STI). Metoda ta poza oceną zmiany odległości między plamkami w skurczu i rozkurczu pozwala na określenie mechanizmu skurczu (grubienie, ruch skrętny, rotacja i skręt).

FUNKCJA ROZKURCZOWA

U każdego pacjenta, niezależnie od funkcji skurczowej LV, należy ocenić także jej funkcję rozkurczową. Czynnikiem decydującym o czynności rozkurczowej jest zależna od biernych właściwości miokardium podatność LV. Najwcześniejszym objawem dysfunkcji rozkurczowej, prowadzącym w konsekwencji do podwyższenia ciśnienia napełniania LV, są zaburzenia relaksacji (podatności) mięśnia sercowego wynikające z nasilenia sztywności kardiomiocytów i włókien wokół nich. Kolejnym etapem jest wzrost ciśnienia w lewym przedsionku. Ocenę czynności rozkurczowej umożliwia zastosowanie pomiarów doplerowskich: przepływu przez zastawkę mitralną przy użyciu doplera pulsacyjnego (ryc. 5) oraz prędkości ruchu przyśrodkowej części pierścienia mitralnego za pomocą TDE (ryc. 6). Także przerost ścian LV, powiększenie lewego przedsionka, podwyższone ciśnienie skurczowe w tętnicy płucnej mogą wskazywać na dysfunkcję rozkurczową. Podstawowe parametry służące do oceny czynności rozkurczowej przedstawiono w tabeli 4.

Podstawowym parametrem stosowanym do identyfikacji dysfunkcji rozkurczowej jest objętość lewego przedsionka oraz wskaźnik e'. Stwierdzenie prawidłowej prędkości

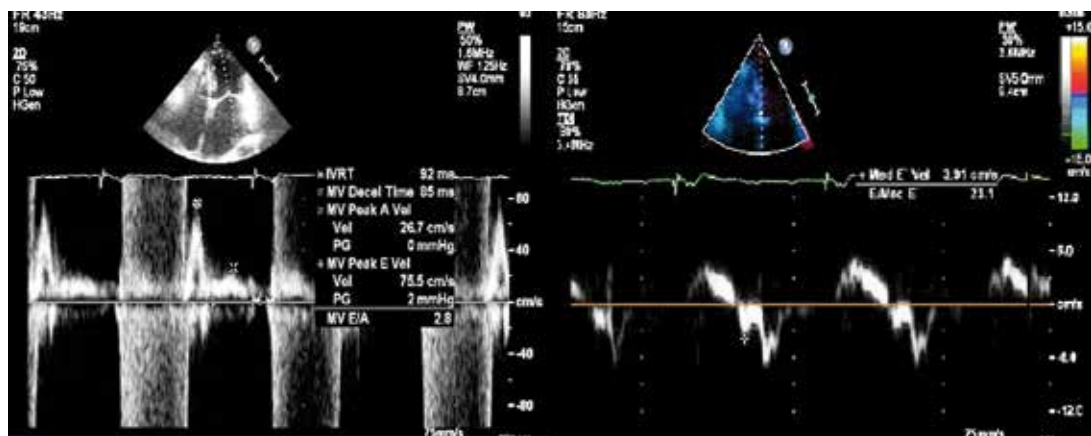
Tabela 4. Parametry służące do oceny funkcji rozkurczowej lewej komory

Skrót	Oceniany parametr
E	Maksymalna prędkość wczesnorozkurczowego napływu przez zastawkę mitralną
A	Maksymalna prędkość późnorozkurczowego napływu przez zastawkę mitralną
DT	Czas deceleracji
IVRT	Rozkurcz izowolumetryczny
e'	Wczesnorozkurczowa prędkość pierścienia mitralnego
Vp	Prędkość propagacji fali wczesnego napływu mitralnego
AR	Maksymalna prędkość fali przepływu w żyłach płucnych w fazie skurczu lewego przedsionka

wczesnorozkurczowej pierścienia mitralnego niezależnie od wielkości przedsionka przemawia za prawidłową czynnością rozkurczową LV. Natomiast wykazanie powiększenia lewego przedsionka i obniżonej prędkości pierścienia mitralnego stanowi podstawę do analizy dodatkowych parametrów w celu oceny stopnia upośledzenia funkcji rozkurczowej.

W rozwoju dysfunkcji rozkurczowej wyodrębnia się 3 stadia:

- I stopień — upośledzenie relaksacji — łagodna dysfunkcja rozkurczowa, często z prawidłowym jeszcze ciśnieniem napełniania LV w spoczynku, bez wzrostu ciśnienia w lewym przedsionku; charakteryzuje się następującymi parametrami: $E/A < 0,8$, $DT > 200$ ms, $IVRT > 100$ ms, $E/e' \leq 8$, próba Valsalvy ujemna;
- II stopień — pseudonormalizacja — umiarkowana dysfunkcja rozkurczowa z łagodnie lub umiarkowanie podwyższonym ciśnieniem napełniania LV; charakteryzuje się następującymi parametrami: $E/A 0,8-1,5$, $DT 160-200$ ms, $IVRT 60-100$ ms, próba Valsalwy dodatnia — wzrost $E/A \geq 0,5$, $E/e' 9-12$, $AR > 30$ cm/s;



Rycina 7. Parametry wskazujące na restrykcję lewej komory

— III stopień — restrykcja — ciężka dysfunkcja rozkurczowa cechująca się znacznie podwyższonym ciśnieniem napełniania LV; charakteryzuje się następującymi parametrami: $E/A \geq 2$, $DT < 160$ ms, $IVRT < 60$ ms, $E/e' > 13$, $AR > 30$ cm/s (ryc. 7).

Należy podkreślić, że metody oceny czynności rozkurczowej różnią się w zależności od funkcji LV. U pacjentów z prawidłową czynnością skurczową LV podstawowym parametrem jest wskaźnik E/e' . Wartość $E/e' \leq 8$ wskazuje na prawidłowe, a ≥ 13 na podwyższone ciśnienie napełniania LV. Natomiast w przypadku uzyskania wartości 8–13 należy zastosować dodatkowe pomiary (objętość przedsionka, zwiększenie wskaźnika E/A w próbie Valsalvy, $IVRT/T_{E-e'}$, skurczowe ciśnienie w tętnicy płucnej, różnica czasu trwania fali związanej ze skurczem lewego przedsionka w trakcie napływu z żył płucnych i napływu mitralnego). Stwierdzenie nieprawidłowości co najmniej dwóch z powyższych parametrów świadczy o podwyższonym ciśnieniu napełniania LV. Natomiast u pacjentów z obniżoną EF ocenę funkcji rozkurczowej należy rozpocząć od napływu mitralnego. W tej populacji parametry: $E/A < 1$ i $E \leq 50$ cm/s świadczą o prawidłowym ciśnieniu napełniania, zaś parametry: $E/A > 2$ i $DT < 150$ ms — o podwyższonym ciśnieniu napełniania (restrykcja LV). W przypadku uzyskania parametrów: E/A 1–2 lub $E/A < 1$, ale $E > 50$ cm/s w celu wykluczenia pseudonormalnego

napływu mitralnego, który charakteryzuje się podwyższonym ciśnieniem napełniania, należy ocenić dodatkowe, omówione powyżej, parametry. Warto podkreślić, że powiększony lewy przedsionek tylko u chorych z prawidłową funkcją skurczową jest parametrem świadczącym o dysfunkcji rozkurczowej.

Konflikt interesów: nie zgłoszono

Zalecane piśmiennictwo

- Firek B, Szwed H. Elementarz echokardiograficzny: ilościowa ocena czynności lewej komory. Przegląd aktualnych zaleceń. Kardiologia po Dyplomie, 2007; 6: 71–74.
- Hryniewicz-Szymańska A, Braksator W. Diagnostyka lewej komory. In: Płońska-Gościński E ed. Standardy kardiologiczne 2012 okiem echokardiografisty. Medical Tribune Polska, Warszawa 2012; 81–93.
- Kosmala W. Elementarz echokardiograficzny niewydolności serca skurczowej i rozkurczowej: echokardiograficzna ocena funkcji rozkurczowej mięśnia sercowego. Kardiologia po Dyplomie, 2007; 6: 71–77.
- Lang RM, Bierig M, Devereux RB et al. Recommendations for chamber quantification. A report from the American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee and Task Force on Chamber Quantification developed in conjunction with the American College of Cardiology Echocardiography Committee, American Heart Association and the European Society of Cardiology. Eur J Echocardiogr, 2006; 7: 79–108.
- Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. Eur J Echocardiogr, 2009; 10: 165–193.