

Ocena wielkości i funkcji lewego przedsionka

Assessment of left atrial size and function

Nikolina Roszczyk, Karina Wierzbowska-Drabik, Jarosław Damian Kasprzak

Katedra Kardiologii, Uniwersytet Medyczny, Łódź

WSTĘP

Powiększenie i dysfunkcja lewego przedsionka (LA) wiążą się istotnie z występowaniem niekorzystnych zdarzeń sercowo-naczyniowych, są niezależnym czynnikiem ryzyka migotania przedsionków (AF), udaru mózgu i zgonu [1]. W praktyce stosuje się różne metody oceny wielkości i funkcji LA, od prostych pomiarów wielkości jamy w prezentacji dwuwymiarowej, poprzez czynnościową ocenę techniką dopлера tkankowego, po zaawansowane trójwymiarowe metody oceny. Wielkość LA odzwierciedla przewlekłe zwiększenie ciśnienia w jego jamie, które może zależeć od dysfunkcji rozkurczowej lewej komory (LV) lub wad serca. Udowodniono niekorzystne konsekwencje powiększenia LA w bardzo licznych stanach chorobowych, m.in. po zawale serca (MI), w kardiomiopatii przerostowej (HCM) czy w zwężeniu zastawki aortalnej [2–4]. Wielkość LA jest niezależnym czynnikiem rokowniczym w przebiegu AF, MI i niewydolności serca (HF) [5, 6], zwiększa także ryzyko zgonu i częstość hospitalizacji u chorych z kardiomiopatią rozstrzeniową (DCM). Lewy przedsionek wpływa na napełnianie LV poprzez 3 komponenty: pełni rolę zbiornika (rezerwuaru) krwi podczas skurczu LV, kanału dla przepływu krwi we wczesnej fazie rozkurczu komór i aktywnej pompy skurczowej pod koniec rozkurczu LV, pod warunkiem zachowanego rytmu zatokowego. Przy braku efektywnego skurczu przedsionka w przypadku AF frakcja wyrzutowa lewej komory (LVEF) obniża się w porównaniu z wartością wyjściową o ok. 15–20% [7, 8]. Aktywna komponenta skurczowa przedsionka staje się szczególnie istotna we wczesnych etapach dysfunkcji rozkurczowej LV, w której wzrasta udział fazy przedsionkowej w napływie mitralnym.

METODY OCENY, NORMY

Echokardiografia 2D

Wymiar przednio-tylny LA oceniany w M-mode czy w obrazowaniu 2D jest podstawowym i najprostszym parametrem wielkości przedsionka, niepozbawionym jednak wartości prognostycznej dla powikłań kardiologicznych. Ograniczenie

oceny wielkości LA do pojedynczego pomiaru nie jest zalecane, gdyż nie pozwala na dokładną ocenę LA przy jego asymetrycznej przebudowie, dlatego można dokonać pomiarów LA w projekcjach koniuszkowych 4- i 2-jamowej. Zgodnie z wytycznymi *American Society of Echocardiography* [9] zalecane normy i indeksowane wielkości LA należne dla płci przedstawiono w tabeli 1. W badaniu 2-wymiarowym do oceny objętości przedsionka rekomenduje się 2-płaszczyznową metodę Simpsona z podziałem objętości LA na dyski. Alternatywę stanowi metoda geometryczna powierzchnia–oś długa (ALM, *area length method*) pomiaru jamy LA, w której objętość oblicza się wg następującego wzoru $V [cm^3] = \frac{8A1A2}{3\pi l}$ (A1 i A2 — powierzchnia przedsionka w 4- i 2-jamowej projekcji podłużnej, l — odległość między linią pierścienia zastawki a sklepieniem przedsionka). Do oceny funkcji LA niezbędny jest pomiar maksymalnej i minimalnej objętości przedsionka oraz wielkości jego jamy tuż przed skurczem [10]. Obliczeń należy dokonywać z jednoczesnym zapisem EKG (ryc. 1).

Wykazano, że objętość LA oferuje większy potencjał diagnostyczny niż jego pole powierzchni czy wymiar jamy. Z publikacji wynika, że objętość LA indeksowana do powierzchni ciała, indeks objętości (LAVI), jest porównywalny z oceną przedsionka w badaniu angiograficznym [11]. Do klinicznie istotnych parametrów funkcji LA należą: frakcja skracania (LAFS), frakcja wyrzutowa (LAEF) i wskaźnik powiększenia przedsionka (IELA) [12], które przedstawiono w tabeli 2.

Tkankowa echokardiografia dopłerska

U osób z HF wraz z postępem choroby zwiększa się ciśnienie napełniania LV. Ocena ciśnienia napełniania LV przy użyciu wskaźnika E/E' jest powszechnie znana i rekomendowana w zaleceniach ASE [13]. Potwierdzono związek między prędkością E' (przegrodowej części pierścienia mitralnego) a ciśnieniem napełniania komory; wskaźnik E/E' > 15 wskazuje na podwyższone ciśnienie zaklinowania w kapilarach płucnych, > 12 mm Hg. Dowiedziono, że E/E' nie zależy od

Adres do korespondencji:

lek. Nikolina Roszczyk, Katedra Kardiologii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Kniaziewicza 1/5, 91–347 Łódź, e-mail: nikolina_2001@o2.pl

Praca wpłynęła: 13.09.2011 r. Zaakceptowana do druku: 09.11.2011 r.

Copyright © Polskie Towarzystwo Kardiologiczne

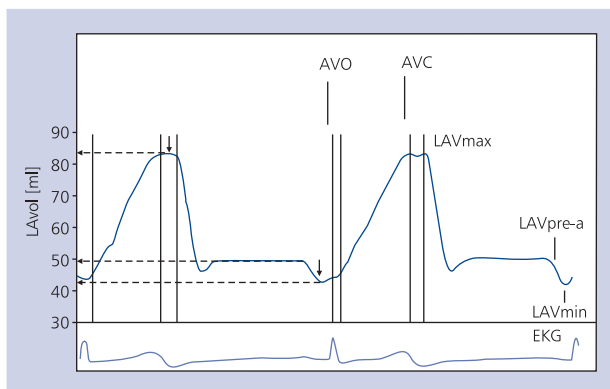
Tabela 1. Wartości referencyjne wymiarów, wielkości i objętości lewego przedsionka (LA) oraz wartości indeksowane do powierzchni ciała (BSA) zależnie od płci [kobiety (K), mężczyźni (M)], rekomendowane przez *American Society of Echocardiography*

	Zakres referencyjny	Powiększenie LA		
		Łagodne	Umiarkowane	Ciężkie
Wymiar LA [cm]	K: 2,7–3,8; M: 3,0–4,0	K: 3,9–4,2; M: 4,1–4,6	K: 4,3–4,6; M: 4,7–5,2	K: $\geq 4,7$; M: $\geq 5,2$
Wymiar LA/BSA [cm/m ²]	1,5–2,3	2,4–2,6	2,7–2,9	$\geq 3,0$
Powierzchnia LA [cm ²]	≤ 20	20–30	30–40	> 40
Objętość LA [ml]	K: 22–52; M: 18–58	K: 53–62; M: 59–68	K: 63–72; M: 69–78	K: ≥ 73 ; M: ≥ 79
Objętość LA/BSA [ml/m ²]	22 \pm 6	29–33	34–39	≥ 40

Tabela 2. Pomiary czynnościowe lewego przedsionka

LAFS [%]	LAEF [%]	LAIE [%]
$LAFS = [(L_{A_{waveP}} - L_{A_{min}}) / L_{A_{max}}] \times 100\%$	$LAEF = [(L_{A_{max}} - L_{A_{min}}) / L_{A_{max}}] \times 100\%$	$LAIE = [(L_{A_{max}} - L_{A_{min}}) / L_{A_{min}}] \times 100\%$

LAFS — frakcja skracania lewego przedsionka; LAEF — frakcja wyrzutowa lewego przedsionka; LAIE — wskaźnik ekspansji lewego przedsionka, LA_{max} — maksymalny wymiar lewego przedsionka w prezentacji M-mode; LA_{min} — minimalny wymiar lewego przedsionka w prezentacji M-mode; LA_{waveP} — wymiar lewego przedsionka w prezentacji M-mode mierzony na szczycie załamka P synchronicznie rejestrowanego elektrokardiogramu



Rycina 1. Zmiany objętości lewego przedsionka (LAVol) w przebiegu cyklu serca; LAV_{max} — maksymalna objętość przedsionka; LAV_{min} — minimalna objętość przedsionka; LAV_{pre-a} — wielkości jamy przedsionka tuż przed aktywnym skurczem przedsionka; AVC — zamknięcie zastawki aortalnej; AVO — otwarcie zastawki aortalnej

czynności skurczowej komory. Do oceny funkcji LA jako konduitu Palecek i wsp. [14] zastosowali prędkość propagacji przepływu przez LA (LAFPV) u pacjentów w spoczynku oraz po zmianie obciążenia wstępnego LA, poprzez bierne uniesienie kończyn dolnych lub zażycie nitrogliceryny podjęzykowo, a następnie wykonanie próby Valsalvy; LAFPV nie różniła się istotnie mimo zmiany obciążenia wstępnego LA w poszczególnych grupach. Nasuwa się wniosek, że LAFPV jest parametrem niezależnym od obciążenia wstępnego ani od

objętości przedsionka. Liczne prace ukazują także niezależność LAFPV od częstości rytmu serca [15], co ma miejsce u pacjentów z AF. Motoki i wsp. [15] zastosowali LAFPV w ocenie funkcji rozkurczowej u pacjentów z napadowym AF. Zarówno w grupie z AF, jak i z rytmem zatokowym LAFPV była prawidłowa. Ilościowa ocena funkcji skurczowej przedsionka opiera się na pomiarze szczytowej prędkości pierścienia mitralnego w fazie jego skurczu (A') oraz zmianie powierzchni i objętości LA (FAC, *fractional area*; FVC, *volume change*) w obrazowaniu 2D. Hesse i wsp. [16] ocenili istotność tych parametrów. Autorzy cytowanej pracy zakwalifikowali 61 osób w wieku 55 \pm 16 lat, w tym 10 osób bez wywiadu choroby serca oraz 51 z wywiadem przebytego AF i rozpoznaną skurczową lub rozkurczową dysfunkcją LV. Analiza regresji liniowej wykazała, że bez względu na obecność dysfunkcji skurczowej lub rozkurczowej LV prędkość A' korelowała ze zmianą powierzchni i objętości LA ($r = 0,71$, $r = 0,74$, $p < 0,001$), zapewniając tym samym łatwy sposób oceny funkcji skurczowej przedsionka.

Śledzenie markerów akustycznych, pomiary odkształcenia lewego przedsionka (strain)

Istotnym ograniczeniem tkankowej echokardiografii dopplerowskiej jest zależność prędkości badanego fragmentu mięśnia od funkcji otaczającego miokardium, w wyniku biernego pociągania tkanki, ruchu całego serca i sumowania się prędkości. Implementacja metod opartych na śledzeniu markerów akustycznych miokardium (STE, *speckle tracking echocardiography*) umożliwiających niedoplerowską ocenę

ruchomości tkanek, niezależnie od kąta padania wiązki ultradźwiękowej i zmniejsza zależność od doświadczenia operatora. Powiększoną jamą LA i zredukowaną jego globalną kurczliwość należą do czynników predykcyjnych niepożądanego zdarzenia sercowo-naczyniowego. Analiza dwuwymiarowa metodą STE została niedawno zastosowana w ocenie odkształcenia (ϵ , *strain*) i tempa odkształcenia (SR, *strain rate*) LA. Wśród osób zdrowych oceniano prędkość podłużną miokardium LA, *strain* (LA ϵ) i SR we wszystkich segmentach LA. Istotnie większe wartości *strain* i SR wykazywały segmenty dolne w okolicy pierścienia mitralnego, natomiast w środkowej i górnej części LA wartości te były niższe [17]. Saraiva i wsp. [18] dokonali pomiarów LA ϵ i SR LA u osób zdrowych, dodatkowo oceniając profil napływu mitralnego i prędkości przepływów w żyłach płucnych. Znalaziono istotną zależność skurczowego całkowitego odkształcenia od wieku pacjenta i wskaźnika masy ciała (BMI). Globalny *strain* skurczowy był istotnie niższy u osób otyłych, co może sugerować, że im większa jest wartość BMI, tym następuje większe obniżenie funkcji skurczowej LA [19]. Kim i wsp. [20] ocenili *strain* i SR przedsiionka u osób z łagodną i umiarkowaną dysfunkcją rozkurczową LV. W analizie wieloczynnikowej wczesnorozkurczowy SR okrężny i LAVI były najsilniej związane z zaawansowaniem dysfunkcji rozkurczowej LV. Również zaawansowany wiek pacjenta zaburza funkcję LA. Okamoto i wsp. [21] przebadali 140 zdrowych ochotników w wieku 3–79 lat (w tym 74 mężczyzn), stosując metodę STE w analizie 2-wymiarowej. Rejestrowano bierne i aktywne opróżnianie LA, analizowano funkcję LA jako konduitu i pompy skurczowej. Znalaziono dobrą korelację w ocenie LAVI zarówno metodą STE, jak i odrębnego obrysowywania ($r = 0,92$; $p < 0,001$). Bierne i aktywne opróżnianie przedsiionków wykazywało istotną zależność od wieku badanych ($r = 0,80$; $p < 0,001$). Ogółem bierne opróżnianie LA stanowiło ok. 67% całkowitego opróżnienia wśród najmłodszej populacji badanych i tylko 42% wśród najstarszej.

Obrazowanie wektorów prędkości

Obrazowanie wektorów prędkości (VVI, *velocity vector imaging*) to nowa technika w obrazowaniu 2D, która za pomocą śledzenia markerów akustycznych na granicy wsierdzia i wewnątrz miokardium pozwala oceniać odkształcenie tkanki. Przydatność tej metody wypróbowali Valocik i wsp. [22] w ocenie LAVI i jego frakcji wyrzutowej. Dokonano retrospektywnej oceny 100 pacjentów (71% mężczyzn), w średnim wieku $57 \pm 19,8$ roku, z podziałem na dwie grupy z LVEF $> 50\%$ i LVEF $< 50\%$. Pacjenci wcześniej podlegali standardowej ocenie echokardiograficznej tradycyjną metodą Simpsona w obrazowaniu 2D. Obie metody: standardowa echokardiografia vs. VVI w ocenie LAVI max, LAVI min i LAEF wykazały istotną korelację ($r = 0,94$; $p < 0,0001$; $r = 0,94$; $p < 0,0001$; $r = 0,79$, $p < 0,0001$). Metoda z zastosowaniem obrazowania wektorów prędkości wykazała się dużą

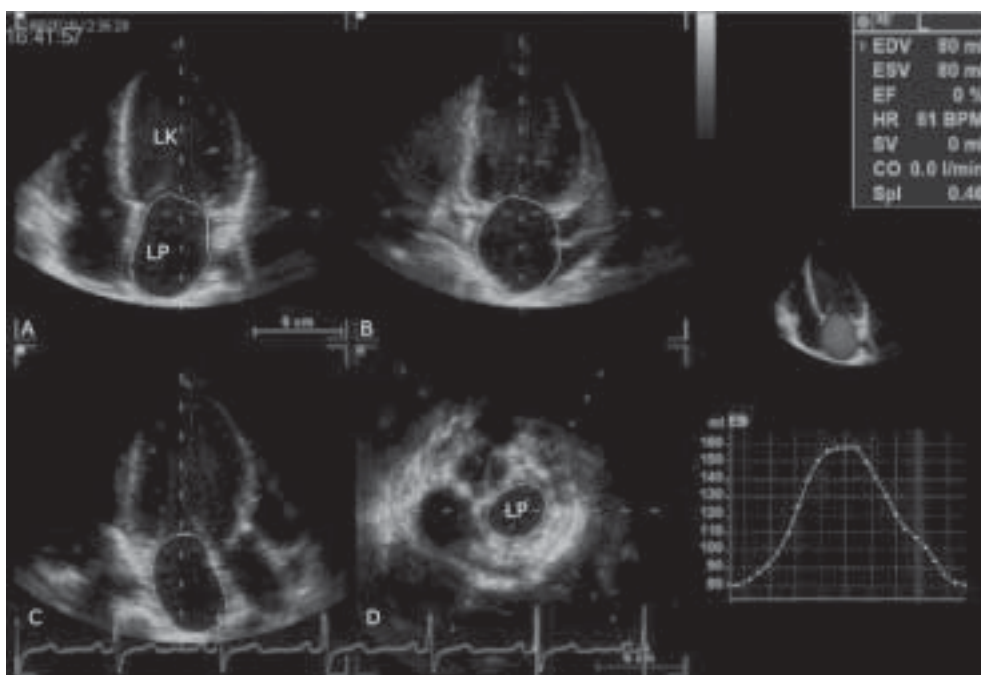
czułością (90%) i swoistością (80%) w ocenie LAVI i jego frakcji wyrzutowej.

Echokardiografia 3D i inne metody obrazowe

Zastosowanie echokardiografii trójwymiarowej w czasie rzeczywistym (3DE, *3-dimensional echocardiography*; RT3D, *real time*) wydaje się metodą z wyboru do oceny wielkości i funkcji LA (ryc. 2). Wykazano, że automatyczna ocena objętości LA w RT3D jest porównywalna z obecną metodą referencyjną obrazowania za pomocą rezonansu magnetycznego (MRI). Maceira i wsp. [23] ocenili w obrazowaniu MRI wielkość LA u 120 zdrowych osób (w tym 60 mężczyzn i 60 kobiet w wieku 20–80 lat) w projekcji koniuszkowej 4- i 3-jamowej. Wymiary i LAVI różniły się zależnie od wielkości powierzchni ciała (BSA). Płeć i wiek pacjentów w mniejszym stopniu korelowały z wielkością LA. Trójwymiarowa echokardiografia jest praktyczną alternatywą uzyskiwania pomiarów objętości w krótkim czasie. Artang i wsp. [24] porównali dokładność pomiaru LAVI metodą ALM z 3DE i MRI u 27 kolejnych osób w wieku 54 ± 13 lat (63% mężczyzn). Stwierdzono istotną korelację skurczowej i rozkurczowej objętości LA oraz LAEF w 3DE i MRI ($r = 0,86$ dla skurczu; $r = 0,76$ dla rozkurczu; $r = 0,88$ dla frakcji wyrzutowej; $p < 0,0001$). Wykazano również istotną korelację między metodami 3DE i ALM (2DE) w ocenie objętości rozkurczowej LA ($r = 0,77$; $p < 0,0001$). Czas niezbędny do pomiaru LAVI był istotnie krótszy z zastosowaniem 3DE niż ALM (56 ± 8 vs. 135 ± 55 s; $p < 0,0001$).

Z kolei Hof i wsp. [25] ocenili LAEF u pacjentów przed ablacją i po ablacji z powodu AF metodą ALM (2DE) z manualną korekcją oraz automatyczną (MSM, *multiple slice method*) u 40 osób (75% mężczyzn, w średnim wieku 57 lat). U pacjentów po konwersji do rytmu zatokowego objętość końcoworozkurczowa (EDV) i końcowoskurczowa (ESV) LA obliczone metodą ALM były znacznie niższe niż MSM (102 ml i 49 ml vs. 111 ml i 65 ml; $p < 0,001$) z większą różnicą średnich wartości dla ESV niż EDV (16 ml vs. 9 ml). Spowodowało to zawyżenie LAEF w ALM średnio o 11% (54% ALM i 42% MSM, $p < 0,001$). Wydaje się, że metoda geometryczna ALM zaniża wielkość LA i przeszacowuje jego frakcję. Wen i wsp. [26], posługując się wyłącznie metodą tomografii komputerowej (DSCT, *dual-source computed tomography*) i 3D MRI ocenili objętość LA i składowe jego funkcji u 49 pacjentów zakwalifikowanych do nieinwazyjnej oceny naczyń wieńcowych. Oznaczone objętości LA w DSCT dobrze korelowały ($r > 0,75$) z 3DE. Pomiaru uzyskane w DSCT nieznacznie zawyżały indeksowane wartości LA w porównaniu z MRI. Obecnie uważa się, że metoda tomografii komputerowej pozwala na wiarygodne i powtarzalne pomiary wielkości przedsiionka oraz składowych jego funkcji (tab. 3).

Z doświadczeń klinicznych wynika, że ocena objętości LA przy zastosowaniu echokardiografii 2D jest oparta na założeniach geometrycznych i obciążona istotnym ryzykiem



Rycina 2A–D. Przekłatkowe badanie echokardiograficzne w obrazowaniu 3D; LP — jama lewego przedsionka; LK — jama lewej komory (we współpracy z GE Polska)

Tabela 3. Wartość diagnostyczna poszczególnych metod. Zmodyfikowano na podstawie [42]

Parametry oceny wielkości i funkcji lewego przedsionka								
	Wymiar	Wskaźnik	Pole	Objętość	Wskaźnik	Pomiary	Obrazowanie	RT3DE
	AP	wymiaru	powierzchni	LA [ml]	objętości	odkształcenia	wektorów	(LAV, LAEF)
	LA [cm]	LA/BSA	LA [cm ²]	w 2DE	LA [ml/m ²]	LA (strain)	prędkości	
		[cm/m ²]				z zastosowaniem STE	LA	
Zalety	Szybki pomiar	Szybki pomiar	Szybki pomiar	Większy potencjał diagnostyczny niż pole powierzchni czy wymiar jamy	Porównywalny z oceną wielkości LA w badaniu angiograficznym, dobra korelacja z wentrykulografią, MSCT, MRI	Niezależność prędkości badanego fragmentu mięśnia od funkcji otaczającego miokardium	Duża czułość i swoistość oraz powtarzalność pomiarów	Jakość porównywalna z obrazowaniem metodą MRI
Wady	Obarczone błędem pomiaru	Obarczone błędem pomiaru	Metoda oparta na założeniach geometrycznych obarczona istotnym ryzykiem błędu	Niedoszacowanie objętości	Niedoszacowanie objętości	Czasochłonność pomiarów, ograniczona dostępność	Ograniczona dostępność	Ograniczona dostępność

LA — lewy przedsionek; BSA — powierzchnia ciała; LAV — objętość przedsionka; LAEF — frakcja wyrzutowa lewego przedsionka; STE — śledzenie markerów akustycznych; MRI — rezonans magnetyczny; RT3DE — echokardiografia trójwymiarowa w czasie rzeczywistym; MSCT — wielorzędowa tomografia komputerowa

błędu [27]. Ilościowa ocena funkcji przedsionka z zastosowaniem oprogramowania śledzenia wektorów prędkości umożliwia dokładne pomiary deformacji i wielkości LA niezależnie od napływu mitralnego i prędkości pierścienia, co wykazali Wierzbowska-Drabik i wsp. [28]. Zastosowanie echokardiografii 3D pozwala, poza pomiarem wielkości i funkcji LA, ocenić dodatkowe echa w jamie przedsionka, w tym skrzeplin, w większości umiejscowionych w uszku LA. Lokalizacja ta uniemożliwia wykrycie ich w echokardiograficznym badaniu przekłatkowym [9], a nierzadko stają się one źródłem zatorów płucnych i systemowych. Zatem echokardiografia 3D wydaje się najbardziej odpowiednia w ocenie przedsionka, której wadą pozostaje nadal jej ograniczona dostępność.

ZAAWANSOWANA OCENA FUNKCJI PRZEDSIONKA — ASPEKTY KLINICZNE

Zawał serca

Chorzy po MI różnią się w zależności od stopnia uszkodzenia mięśnia sercowego, a tym samym mają różne rokowanie. Oceniono wartość prognostyczną powiększenia LA i stopnia dysfunkcji rozkurczowej LV u 60 chorych po MI (w tym 44 mężczyzn, średni wiek 60 ± 11 lat), dokonując pomiarów echokardiograficznych metodą standartową i z zastosowaniem doplera tkankowego w 18-miesięcznej i 3-letniej obserwacji [2]. Grupa chorych z powiększoną LV i obniżoną frakcją wyrzutową była obciążona najgorszym rokowaniem (RR = 5,0). Powiększony LA (wymiar przednio-tylny w projekcji przymostkowej w osi długiej > 44 mm) był niezależnym czynnikiem rokowniczym zgonu sercowego lub złożonego punktu końcowego (zgon i zaostrzenie HF). Po 18 miesiącach wystąpiło 11 zgonów, a 20 osób hospitalizowano z powodu zaostrzenia HF. W analizie ROC (AUC 0,785) powiększony LA współwystępował z obniżoną LVEF ($< 34\%$). Restrykcyjny lub pseudonormalny profil napływu mitralnego był związany z 2-krotnie większym ryzykiem złożonego punktu końcowego. Wszyscy pacjenci, którzy mieli skrócony czas deceleracji fali E (DT ≤ 130 ms) doświadczyli zaostrzenia HF lub wystąpił u ich zgon w ciągu 18-miesięcznej obserwacji. Pomiar objętości LA po MI może być przydatny do monitorowania przewlekłej dysfunkcji rozkurczowej LV. Remodeling pozawałowy oznacza m.in. powiększenie LA, które zaobserwowali Boyd i wsp. [30]. U pacjentów (64% grupy badanej) po przebytych MI bez uniesienia odcinka ST, po 12 miesiącach od incydentu, objętość przedsionka była istotnie większa (LAVI $27,6 \pm 7,4$ vs. $30,2 \pm 8,9$ ml/m²; $p = 0,002$).

Niewydolność serca

Liczne prace ukazują wpływ dysfunkcji rozkurczowej LV na przebudowę przedsionka. Otani i wsp. [31] wykazali istotną korelację między spadkiem prędkości fali A i zmniejszonym aktywnym opróżnianiem przedsionka ($r = 0,31$; $p < 0,01$). Zaawansowana dysfunkcja rozkurczowa LV charakteryzuje

się pseudonormalnym lub restrykcyjnym napływem mitralnym i jest silnym predyktorem złego rokowania [32]. Profil napływu mitralnego zależy od stopnia obciążenia wstępnego komory i zmienia się podczas próby Valsalvy, przez co może być pomocny w różnicowaniu napływu prawidłowego od pseudonormalnego [33, 34]. W najnowszych zaleceniach ASE (2009) podkreśla się znaczenie odruchu Valsalvy w ocenie ciśnienia napełniania LV [35]. Pomiar globalnego odkształcenia przedsionka (PALS, *peak atrial longitudinal strain*) może wykazać wysoką wartość diagnostyczną w ocenie ciśnienia napełniania LV. Udowodnili to w swojej pracy Cameli i wsp. [36], dokonując pomiaru PALS u pacjentów z HF trwającą powyżej 6 miesięcy, u chorych klinicznie w III i IV klasie wg NYHA, z frakcją wyrzutową $\leq 35\%$ i zachowanym rytmem zatokowym.

Kardiomiopatie

U pacjentów z DCM LA wykazuje słabszą funkcję skurczową niż u osób z uszkodzeniem LA w przebiegu niedokrwienia. Proces degeneracji mięśnia LA, który ma miejsce w obu stanach, jest bardziej nasilony w idiopatycznej DCM, mimo podobnego przeciążenia w obu przypadkach. D'Andrea i wsp. [37] ocenili chorych z DCM i 154 pacjentów z dysfunkcją skurczową LV w przebiegu niedokrwienia. Obie grupy były porównywalne pod względem większości zmiennych klinicznych: wielkości LV, LVEF, objętości wyrzutowej i wielkości fali zwrotnej mitralnej. Posługując się metodą STE, oceniono odkształcenie LA we wszystkich segmentach. Istotnie niższe wartości ϵ *peak* stwierdzono u pacjentów w idiopatycznej DCM ($p < 0,0001$), szczególnie w obrębie segmentów ściany bocznej przedsionka.

Przerost lewej komory, nadciśnienie tętnicze

Przebudowa LV w przebiegu przeciążenia ciśnieniowego w stanach chorobowych, takich jak nadciśnienie tętnicze, HCM czy zwężenie zastawki aortalnej predysponują do dysfunkcji rozkurczowej LV i wtórnie przebudowy LA. Eshoo i wsp. [38] wskazali na zróżnicowanie odkształcenia LA u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym i HCM. Zakwalifikowano 37 osób z HCM i porównano z 44 pacjentami z nadciśnieniem oraz 65 osobami zdrowymi jako grupą kontrolną. *Strain* i SR miały istotnie mniejsze wartości u osób z HCM niż z nadciśnieniem tętniczym. Maksymalna objętość LA była istotnie większa u pacjentów z HCM w porównaniu z osobami z nadciśnieniem i grupą kontrolną. Natomiast wczesnorozkurczowy SR był istotnie mniejszy w grupie z nadciśnieniem w porównaniu z grupą kontrolną. Interesujący jest fakt, że w grupie z HCM tempo odkształcenia LA było mniejsze niż w grupie z nadciśnieniem tętniczym, nawet po uwzględnieniu wskaźnika masy LV. Masa LV oraz dopplerowskie parametry funkcji rozkurczowej, jak wartość E/E' w analizie regresji pozostawały niezależnym czynnikiem warunkującym wartość późnorozkurczowego odkształcenia.

Tabela 4. Ocena lewego przedsionka (LA) w różnych stanach chorobowych

Stan chorobowy	Ocena i przebudowa LA
Zawał serca	Powiększenie LA, niezależny czynnik rokowniczy zgonu sercowego lub złożonego punktu końcowego (zgon i zaostrenie niewydolności serca)
Niewydolność serca	Wysoka wartość diagnostyczna LA w ocenie ciśnienia napełniania lewej komory
Kardiomiopatia rozstrzeniowa	Istotnie niższe wartości odkształcenia LA, słabsza funkcja skurczowa przedsionka
Kardiomiopatia przerostowa	Większa maksymalna objętość LA, istotnie niższe wartości odkształcenia przedsionka
Nadciśnienie tętnicze	Powiększenie LA
Otyłość	Powiększenie LA w większym stopieniu niż w nadciśnieniu tętniczym
Zwężenie ujścia aortalnego (stenoza aortalna)	Znacząco zredukowane skurczowe i późnorozkurczowe odkształcenie LA
Napadowe vs. przetrwałe migotanie przedsionków	Większy stopień zwłóknienia ścian przedsionka, niższa wartość odkształcenia LA

Podsumowując, powiększenie LA i ograniczenie jego funkcji znajduje odzwierciedlenie w redukcji rozkurczowego SR i zmniejszonym globalnym i segmentarnym odkształceniu LA. Zaburzenia funkcji przedsionka są silnie wyrażone w grupie pacjentów z HCM niż u chorych z nadciśnieniem tętniczym. Stritzke i wsp. [1] ocenili prospektywnie, w obserwacji 10-letniej, zależność między objętością LA a otyłością i nadciśnieniem tętniczym. Przebadano 1212 mężczyzn i kobiet w wieku 25–74 lat. Oznaczono wielkość LA i indeksowano jego objętość do BSA oraz wzrostu badanych. W grupie osób zdrowych bez wywiadu nadciśnienia i otyłości BMI był równy średnio 27,3 kg/m². Wielkość LA mierzona w M-mode wynosiła średnio 34 ± 4 mm u kobiet i 37 ± 5 mm u mężczyzn. Objętość LA wynosiła średnio 39 ± 10 ml u kobiet i 43 ± 14 ml u mężczyzn. Wskaźnik objętości LA do BSA wyniósł 22 ± 5 ml/m² u kobiet i 23 ± 7 ml/m² u mężczyzn, natomiast do wzrostu 23 ± 6 ml/m u kobiet i 26 ± 8 ml/m u mężczyzn. Powiększenie LA zostało definiowane jako wskaźnik LA > 35,7 ml/m u mężczyzn i > 33,7 ml/m u kobiet. Zarówno otyłość (BMI u kobiet ≥ 33,7 kg/m², u mężczyzn ≥ 35,7 kg/m²), jak i nadciśnienie były niezależnymi czynnikami predysponującymi do powiększenia LA. W analizie regresji logistycznej otyłość (OR 2,4, 95% CI 1,6–3,7; p < 0,001) była silniejszym czynnikiem przebudowy LA niż nadciśnienie tętnicze. Średnie wartości wskaźnika LA były istotnie niższe u osób z prawidłową masą ciała i nadciśnieniem tętniczym, u których stwierdzono najwyższe wartości wskaźnika LA (30,0 ml/m; p < 0,001). Otyłość wydaje się jednym z ważniejszych czynników ryzyka powiększenia LA.

Zwężenie ujścia aortalnego

Wspomniane wcześniej przeciążenie LV w przebiegu stenozы aortalnej (AS) wpływa na stan LA. Upośledzona funkcja LA jako zbiornika krwi wiąże się ze wzrostem ciśnienia napełniania LV, natomiast rola przedsionka jako kanału zależy od zaburzeń relaksacji komory. O'Connor i wsp. [39] przebadali łącznie 52 chorych z ciężką AS (AVA < 1 cm²) i 20 zdro-

wych osób dobranych pod względem płci, częstotliwości rytmu serca, BSA i wartości ciśnienia tętniczego. Skurczowe i późnorozkurczowe odkształcenie LA były znacząco zredukowane u chorych ze AS w porównaniu z grupą kontrolną.

Migotanie przedsionków

Jak wiadomo AF jest stanem hemodynamicznym wpływającym na przebudowę przedsionka niezależnie od tego, czy jest ono napadowe czy przetrwałe. Zarówno u pacjentów z napadowym, jak i z przetrwałym AF dochodzi do stopniowego zwłóknienia ścian przedsionka i zaburzeń odkształcenia [40]. Pacjenci z przetrwałym AF w porównaniu z napadowym wykazują większy stopień zwłóknienia ścian (22 ± 17% vs. 14 ± 9%, p = 0.04) i niższą wartość odkształcenia, szczególnie segmentów środkowych przegrody i ściany bocznej LA. Z kolei Shin i wsp. [41] ocenili retrospektywnie ryzyko zdarzeń sercowo-naczyniowych w grupie pacjentów z AF i niewydolnością LV z zachowaną frakcją wyrzutową. Na częstość zdarzeń klinicznych istotnie wpływały wiek pacjenta, LVEF, wielkość LA oraz wartości S' i E' pierścienia mitralnego. Analiza wieloczynnikowa wykazała, że starszy wiek, powiększenie LA oraz niższe wartości S' i E' były niezależnymi czynnikami złego rokowania (tab. 4).

PODSUMOWANIE

W ciągu ostatnich lat sukcesywnie wzrasta zainteresowanie LA, który jest znaczącym czynnikiem predykcyjnym wielu chorób sercowo-naczyniowych. Wymiar przedsionka jest uważany za wiarygodny wskaźnik czasu trwania i nasilenia dysfunkcji rozkurczowej LV [13]. W związku z powszechnością stosowania coraz to bardziej zaawansowanych metod obrazowania do pomiaru wielkości LA dołączyła się ocena jego funkcji, co zwiększyło czułość i swoistość przewidywania niekorzystnych zdarzeń klinicznych. Indeksowanie wielkości LA do masy ciała, płci i wieku w odniesieniu do populacji referencyjnej potwierdza związek LAVI z chorobami układu sercowo-naczyniowego [12]. Coraz częściej stosuje się

zaawansowane metody echokardiograficzne w celu oceny ilościowej LA. Wartości odkształcenia przedsionka korelują z wielkością i czynnością LA w różnych jego stanach hemodynamicznych [24]. Automatyczna ocena przedsionka w 3DE pozwala na wiarygodne i powtarzalne pomiary składowych jego funkcji, w porównaniu z obrazowaniem za pomocą MRI, który dotychczas uważano za metodę referencyjną w diagnostyce obrazowej.

Konflikt interesów: nie zgłoszono

Piśmiennictwo

- Stritzke J, Markus MR, Duderstadt S et al. MONICA/KORA Investigators. The aging process of the heart: obesity is the main risk factor for left atrial enlargement during aging the MONICA/KORA (monitoring of trends and determinations in cardiovascular disease/cooperative research in the region of Augsburg) study. *J Am Coll Cardiol*, 2009; 54: 1982–1989.
- Wierzbowska-Drabik K, Krzemińska-Pakula M, Drozd J et al. Enlarged left atrium is a simple and strong predictor of poor prognosis in patients after myocardial infarction. *Echocardiography*, 2008; 25: 27–35.
- Eshoo S, Semsarian C, Ross DL et al. Comparison of left atrial phasic function in hypertrophic cardiomyopathy versus systemic hypertension using strain rate imaging. *Am J Cardiol*, 2011; 107: 290–296.
- O'Connor K, Magne J, Rosca M et al. Impact of aortic valve stenosis on left atrial phasic function. *Am J Cardiol*, 2010; 106: 1157–1162.
- Pritchett AM, Jacobsen SJ, Mahoney DW et al. Left atrial volume as an index of left atrial size: a population-based study. *J Am Coll Cardiol*, 2003; 41: 1036–1043.
- Tsang TS, Barnes ME, Gersh BJ et al. Left atrial volume as a morphophysiological expression of left ventricular diastolic dysfunction and relation to cardiovascular risk burden. *Am J Cardiol*, 2002; 90: 1284–1289.
- Stefanadis C, Dernellis J, Toutouzias P. Evaluation of the left atrial performance using acoustic quantification. *Echocardiography*, 1999; 16: 117–125.
- Kagawa K, Arakawa M, Miwa H et al. Left atrial function during left ventricular diastole evaluated by left atrial angiography and left ventriculography. *J Cardiol*, 1994; 24: 317–325.
- Lang RM, Bierig M, Devereux RB et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr*, 2005; 18: 1440–1463.
- Anwar AM, Geleijnse ML, Soliman OI et al. Left atrial Frank-Starling law assessed by real-time, three-dimensional echocardiographic left atrial volume changes. *Heart*, 2007; 93: 1393–1397.
- Pritchett AM, Jacobsen SJ, Mahoney DW et al. Left atrial volume as an index of left atrial size: a population-based study. *J Am Coll Cardiol*, 2003; 41: 1036–1043.
- Zapolski T, Wysokiński A. Czynność lewego przedsionka u chorych z cukrzycą typu 2. *Pol Przegl Kardiol*, 2008; 10: 115–121.
- Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: a comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circulation*, 2000; 102: 1788–1794.
- Palecek T, Lubanda JC, Trckova R et al. Left atrial flow propagation velocity: a new approach for assessment of left atrial reservoir function. *Int J Cardiovasc Imag*, 2011; 27: 75–82.
- Motoki H, Koyama J, Tomita T et al. Transient pseudorestrictive pattern of transmitral flow velocity curve in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Echocardiography*, 2011; 28: 289–297.
- Hesse B, Schuele SU, Thamilarasan M et al. A rapid method to quantify left atrial contractile function: Doppler tissue imaging of the mitral annulus during atrial systole. *Eur J Echocardiogr*, 2004; 5: 86–92.
- Vianna-Pinton R, Moreno CA, Baxter CM et al. Two-dimensional speckle-tracking echocardiography of the left atrium: feasibility and regional contraction and relaxation differences in normal subjects. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009; 22: 299–305.
- Saraiva RM, Demirkol S, Buakhamsri A et al. Left atrial strain measured by two-dimensional speckle tracking represents a new tool to evaluate left atrial function. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010; 23: 172–180.
- Ayer JG, Almafragy HS, Patel AA et al. Body mass index is an independent determinant of left atrial size. *Heart Lung Circ*, 2008; 17: 19–24.
- Kim H, Shin HW, Son J et al. Two-dimensional strain or strain rate findings in mild to moderate diastolic dysfunction with preserved ejection fraction. *Heart Vessels*, 2011; 26: 39–45.
- Okamoto K, Takeuchi M, Nakai H et al. Effects of aging on left atrial function assessed by two-dimensional speckle tracking echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009; 22: 70–75.
- Valocik G, Družbacká L, Valocikova I et al. Velocity vector imaging to quantify left atrial function. *Int J Cardiovasc Imag*, 2010; 26: 641–649.
- Maceira AM, Cosin-Sales J, Roughton M et al. Reference left atrial dimensions and volumes by steady state free precession cardiovascular magnetic resonance. *Europace J Cardiovasc Magn Reson*, 2010; 12: 65.
- Artang R, Migrino RQ, Harmann L et al. Cardiovasc ultrasound. Left atrial volume measurement with automated border detection by 3-dimensional echocardiography: comparison with magnetic resonance imaging. *Cardiovasc Ultrasound*, 2009; 31: 7–16.
- Hof IE, Velthuis BK, Van Driel VJ et al. Left atrial volume and function assessment by magnetic resonance imaging. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2010; 21: 1247–1250.
- Wen Z, Zhang Z, Yu W et al. Assessing the left atrial phasic volume and function with dual-source CT: comparison with 3T MRI. *Int J Cardiovasc Imag*, 2010; 26 (suppl. 1): 83–92.
- Mor-Avi V, Sugeng L, Lang RM. Real-time 3-dimensional echocardiography: an integral component of the routine echocardiographic examination in adult patients? *Circulation*, 2009; 119: 314–329.
- Wierzbowska-Drabik K, Chrzanowski L, Lipiec P et al. Assessment of left atrial function using velocity vector imaging in patients with coronary artery disease and healthy subjects- relationship with mitral inflow and mitral annular velocities. *Pol Przegl Kardiol*, [in press].
- Wierzbowska-Drabik K, Marszał-Marciniak M, Możdżan M et al. A huge left atrial thrombus in patient with severe mitral stenosis. *Pol Przegl Kardiol*, [in press].
- Boyd AC, Ng AC, Tran da T et al. Left atrial enlargement and phasic function in patients following non-ST elevation myocardial infarction. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010; 23: 1251–1258.
- Otani K, Takeuchi M, Kaku K et al. Impact of diastolic dysfunction grade on left atrial mechanics assessed by two-dimensional speckle tracking echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010; 23: 961–967.
- Ereminiene E, Vaskelyte J, Benetis R et al. Ischemic mitral valve repair: predictive significance of restrictive left ventricular diastolic filling. *Echocardiography*, 2005; 22: 217–224.
- Poerner T, Goebel B, Unglaub P et al. Detection of pseudonormal mitral inflow pattern: An echocardiographic and tissue Doppler study. *Echocardiography*, 2003; 20: 345–356.
- Wierzbowska-Drabik K, Drożdż J, Plewka M et al. Assessment of mitral inflow during standardized Valsalva maneuver in stratification of diastolic function. *Echocardiography*, 2007; 24: 464–471.
- Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009; 22: 107–133.
- Cameli M, Lisi M, Mondillo S et al. Left atrial longitudinal strain by speckle tracking echocardiography correlates well with left ventricular filling pressures in patients with heart failure. *Cardiovascular Ultrasound*, 2010; 8: 14.
- D'Andrea A, Caso P, Romano S et al. Association between left atrial myocardial function and exercise capacity in patients with either idiopathic or ischemic dilated cardiomyopathy: a two-dimensional speckle strain study. *Int J Cardiol*, 2009; 132: 354–363.
- Eshoo S, Semsarian C, Ross DL et al. Comparison of left atrial phasic function in hypertrophic cardiomyopathy versus systemic hypertension using strain rate imaging. *Am J Cardiol*, 2011; 107: 290–296.
- O'Connor K, Magne J, Rosca M et al. Impact of aortic valve stenosis on left atrial phasic function. *Am J Cardiol*, 2010; 106: 1157–1162.
- Kuppahally SS, Akoum N, Burgon NS et al. Left atrial strain and strain rate in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation: relationship to left atrial structural remodeling detected by delayed-enhancement MRI. *Circ Cardiovasc Imag*, 2010; 3: 231–239.
- Shin HW, Kim H, Son J et al. Tissue Doppler imaging as a prognostic marker for cardiovascular events in heart failure with preserved ejection fraction and atrial fibrillation. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010; 23: 755–761.
- Wierzbowska-Drabik K, Kasprzak JD. Morfologia i funkcja przedsionków. In: Płońska-Gościński E ed. *Kompedium echo*. Medical Tribune Polska, 2011: 129–137.