



**REDAKTOR DZIAŁU**  
prof. dr hab. n. med.  
Zbigniew Gąsior  
Katedra i Klinika  
Kardiologii  
Śląskiego Uniwersytetu  
Medycznego  
w Katowicach

Szanowni Państwo, Koleżanki i Koledzy!

Jestem przekonany, że każdy z nas spotkał się niejednokrotnie z przypadkiem chorego z wadą serca, w którym wyniki diagnostyki nieinwazyjnej wady nie korelowały z objawami. Zdarza się bowiem, że mimo krytycznie ciasnego zwężenia zastawki lub jej ciężkiej niedomykalności chory ma niewiele symptomów choroby. Przypadki takie stanowią ważny problem, ponieważ aktualne standardy postępowania z chorymi z wadą zastawkową serca uwzględniają także wskazania do leczenia operacyjnego określonych chorych bez objawów. Standardy europejskie oraz amerykańskie zalecają u większości takich osób wykonanie testu czynnościowego elektrokardiograficznego lub echokardiograficznego.

Praktyka kardiologiczna dostarcza nam także innych zagadnień diagnostycznych, np. kiedy u chorego ze znacznym ograniczeniem wydolności fizycznej z towarzyszącymi objawami oceniany stopień zaawansowania wady jest niewielki lub umiarkowany. Jak postępować w sytuacjach upośledzonej hemodynamiki lewej komory, która jest przyczyną zaniżonych parametrów zwężenia lub niedomykalności zastawki?

Obciążeniowe próby czynnościowe, stosowane zgodnie z wytycznymi i z uwzględnieniem przeciwwskazań, są bezpiecznym i wartościowym elementem diagnostyki wad serca, przydatnym w kwalifikacji chorych do leczenia zabiegowego.

Zapraszam do przeczytania artykułu dr. hab. Andrzeja Gackowskiego z Krakowa, doświadczonego kardiologa i echokardiografisty, który przedstawia miejsce prób czynnościowych w obecnej praktyce klinicznej w zastawkowych wadach serca.

*Zbigniew Gąsior*

## Kiedy zastosować test obciążeniowy u chorego z wadą serca?

ANDRZEJ GACKOWSKI

Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Klinika Choroby Wieńcowej, Krakowski Szpital Specjalistyczny im. Jana Pawła II

Adres do korespondencji: Klinika Choroby Wieńcowej, UJ CM, KSS im. Jana Pawła II  
ul. Prądnicka 80, 31-202 Kraków

Kardiologia po Dyplomie 2011; 10 (9): 66-70

**K**lasycznym wskazaniem do echokardiograficznego badania obciążeniowego (stress echo) jest diagnostyka choroby wieńcowej, ale w ostatnich latach coraz częściej wykorzystuje się możliwość oceny czynnościowej u pacjentów z wadami serca. Jest wiele sytuacji, w których nawet bardzo szczegółowa ocena spoczynkowa nie pozwala ustalić znaczenia klinicznego wady. Ma to duże znaczenie u pacjentów na pograniczu wskazań do leczenia operacyjnego wad zastawek aortalnej i mitralnej. Wskazania i zasady

wykorzystania echokardiograficznych badań obciążeniowych u chorych z wadami zastawkowymi podsumowuje tabela.

### Zwężenie zastawki aortalnej

Zwężenie zastawki aortalnej (aortic stenosis, AS) jest wadą o coraz większym znaczeniu. Obecnie w Europie zdecydowanie przeważa zwężenie zastawki na tle degeneracyjnym, o patomechanizmie podobnym do miażdżycy.

**TABELA.** Podsumowanie wskazań i zasad wykonywania echokardiograficznych badań obciążeniowych u pacjentów z wadami zastawkowymi serca

Rodzaj wady	Wskazania	Rodzaj obciążenia	Podstawowe mierzone parametry	Interpretacja
Zwężenie zastawki aortalnej	Pacjenci z prawidłową kurczliwością lewej komory, bez objawów klinicznych, z AVA <1,0 cm <sup>2</sup> , AVAI <0,6 cm <sup>2</sup> , P <sub>sr</sub> >40 mm Hg	Dobutamina do 40 μg/kg/min lub wysiłek	P <sub>max</sub> P <sub>sr</sub> AVA	Wystąpienie objawów klinicznych lub znaczne zwiększenie gradientu (wzrost P <sub>sr</sub> >20 mm Hg)
	Pacjenci z uszkodzoną lewą komorą, z EF <40%, P <sub>sr</sub> <30-40 mm Hg, AVA <1,0 cm <sup>2</sup>	Dobutamina do 20 μg/kg/min	VTI <sub>LVOT</sub> EF P <sub>max</sub> P <sub>sr</sub> AVA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wzrost VTI<sub>LVOT</sub> (także EF, spadek WMSI) o ponad 20% w porównaniu ze stanem wyjściowym oznacza zachowaną rezerwę kurczliwości lewej komory</li> <li>2. Przy zachowanej rezerwie kurczliwości: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Wzrost AVA &gt;1,0 cm<sup>2</sup> i nienarastanie gradientów świadczy o zwężeniu podatnym</li> <li>b. Narastanie P<sub>sr</sub> &gt;40 mm Hg i/lub brak wzrostu AVA &gt;1,0 cm<sup>2</sup> oznacza zwężenie niepodatne – wskazana operacja o dość dobrym rokowaniu</li> </ol> </li> <li>3. Brak rezerwy kurczliwości niekorzystnie rokuje, decyzja o zabiegu zależy od wnikliwej oceny korzyści i ryzyka</li> </ol>
Niedomykalność zastawki mitralnej	Niedomykalność niedokrwienna 1. Pacjenci z nasilonymi objawami, w tym nawracającymi obrzękami płuc mimo umiarkowanego nasilenia niedomykalności w badaniu spoczynkowym 2. Pacjenci z umiarkowaną niedomykalnością kierowani do CABG	Wysiłek	EF VTI <sub>LVOT</sub> FSV Talia fali Promień PISA ERO RVSP	Zwiększenie talii fali, promienia PISA, ERO, narastanie RVSP >60 mm Hg i brak wzrostu FSV podczas wysiłku rokują gorzej, przemawiają za zabiegiem operacyjnym zastawki mitralnej
	Ciężka niedomykalność inna niż niedokrwienna u pacjentów z zachowaną EF i bez objawów klinicznych wady	Wysiłek	EF VTI <sub>LVOT</sub> FSV Global strain Talia fali Promień PISA ERO RVSP	Zmniejszenie talii fali, promienia PISA, ERO, nienarastanie RVSP i wzrost FSV podczas wysiłku przemawia za lepszym rokowaniem, kwalifikacja do operacji wątpliwa  Inne parametry przemawiające za operacją to zwiększanie się talii fali, promienia PISA, ERO, narastanie RVSP >60 mm Hg
Zwężenie zastawki mitralnej	Echokardiograficzne cechy istotnego zwężenia (MVA <1,5 cm <sup>2</sup> ) bez objawów klinicznych	Wysiłek	P <sub>sr</sub> MVA RVSP	Wystąpienie objawów wady podczas wysiłku, wzrost RVSP >60 mm Hg oraz znaczne narastanie P <sub>sr</sub> przemawiają za zabiegiem (preferowana przezskórna plastyka balonowa w zależności od morfologii zastawki)
	Obecne objawy wady mitralnej u pacjentów z cechami umiarkowanego wężenia zastawki (MVA 1,5-2,0 cm <sup>2</sup> )	Wysiłek	P <sub>sr</sub> MVA RVSP	Brak wzrostu RVSP >60 mm Hg i narastania P <sub>sr</sub> przemawiają za leczeniem zachowawczym

AVA – pole powierzchni zastawki aortalnej, AVAI – wskaźnik pola powierzchni zastawki aortalnej, P<sub>max</sub> – maksymalny gradient przez zastawkę, P<sub>sr</sub> – średni gradient przez zastawkę, EF – frakcja wyrzutowa, VTI<sub>LVOT</sub> – całka prędkości przepływu w czasie w drodze odpływu lewej komory, WMSI – wskaźnik zaburzeń kurczliwości, FSV – objętość wyrzutowa, PISA – pole konwergencji przepływu, ERO – efektywne pole niedomykalności, RVSP – ciśnienie skurczowe w prawej komorze, MVA – pole powierzchni zastawki mitralnej.

Według European Heart Survey zmiany sklerotyczne na zastawce aortalnej dotyczą ponad 40% osób po 70 roku życia, a istotne hemodynamicznie zwężenie zastawki występuje u ok. 4% osób po 80 roku życia. Według aktualnych wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego wskazania do leczenia zabiegowego AS mają pacjenci z ciasnym zwężeniem zastawki (pole otwarcia zastawki aortalnej AVA  $<1\text{ cm}^2$  lub wskaźnik pola AVAI  $<0,6\text{ cm}^2$ ), u których występują objawy kliniczne wady lub upośledzona kurczliwość lewej komory (EF  $<50\%$ ). Bardzo często zwężeniu zastawki aortalnej towarzyszy zaawansowana miażdżycza, a u znacznej części tych pacjentów występuje przewlekła pozawałowa dysfunkcja lewej komory, na którą nakłada się AS. Powoduje to trudności w ocenie znaczenia wady. Bóle wieńcowe, duszność i ograniczona tolerancja wysiłku mogą wynikać zarówno z choroby wieńcowej, jak i z wady aortalnej. Obniżona objętość wyrzutowa lewej komory powoduje trudności w ocenie znaczenia AS. Zmniejszony przepływ przez zastawkę powoduje zniżenie gradientu ciśnienia, co może fałszywie sugerować, że wada nie ma istotnego znaczenia hemodynamicznego. Pole otwarcia zastawki można zmierzyć metodą planimetryczną lub za pomocą równania ciągłości, analizując przepływ w zastawce i drodze odpływu lewej komory oraz mierząc średnicę drogi odpływu. U większości pacjentów pole otwarcia da się dostatecznie dokładnie ustalić, ale w niektórych sytuacjach jest to utrudnione, a wyniki pomiarów rozbieżne lub mało powtarzalne. Problemy mogą występować na przykład w związku ze złą wizualizacją zwapniałej zastawki lub eliptycznym zamiast okrągłym kształtem drogi odpływu lewej komory (występuje dość często u osób starszych z przerostem lewej komory). Obecnie nawet u 1/3 chorych ze zwężeniem zastawki aortalnej może z różnych względów występować dysproporcja między zmierzonym polem otwarcia zastawki a gradientem ciśnienia, co powoduje wątpliwości przy podejmowaniu decyzji o leczeniu zabiegowym lub zachowawczym.

Zwężenie zastawki aortalnej jest zwykle postrzegane jako stały element zwiększający obciążenie następcze lewej komory, zwłaszcza podczas wysiłku. U części chorych występuje jednak zależność pola otwarcia od przepływu przez zastawkę. Jest to częstsze w przypadku degeneracyjnej stenozы aortalnej, w której dominuje uwapnienie podstaw płatków, a nie zrośnięcie spoidel typowe dla stenozы poreumatycznej. Z powodu małej objętości przepływu płatki mogą tylko częściowo się rozchyłać, w wyniku czego spoczynkowa AVA będzie mała, ale podczas wysiłku istotnie się zwiększy i mimo wzrostu przepływu gradient ciśnienia nie wzrośnie istotnie. Poza samym zwężeniem zastawki istotne znaczenie dla całkowitego obciążenia następczego lewej komory ma podatność układu tętniczego (zmniejszona u osób starszych) oraz wartość ciśnienia tętniczego w chwili badania. Mówi się w związku z tym o całkowitej impedancji

zastawkowo-tętnicznej ( $Z_{VA}$ ), w której zwężenie zastawki stanowi jeden z elementów.

Echokardiografia obciążeniowa pozwala ocenić jednocześnie rezerwę kurczliwości lewej komory i bliżej poznać hemodynamikę stenozы aortalnej u danego pacjenta. W tym celu wykonuje się dwa rodzaje testów: farmakologiczny z dobutaminą lub wysiłkowy. Testy mają zastosowanie u chorych z uszkodzoną lewą komorą i małym gradientem przezastawkowym (low flow/low gradient AS) oraz u chorych bez objawów lub z niewielkimi objawami i ciężką AS.

U chorych z uszkodzoną lewą komorą i małym gradientem przezastawkowym ( $P_{sr} <30-40\text{ mm Hg}$ ) wykonuje się test z małą dawką dobutaminy według standardowego protokołu: wlew dożylny pompą infuzyjną z prędkością 5, 10 i 20  $\mu\text{g/kg/min}$  po 3 minuty dla każdej dawki lub do czasu przyśpieszenia częstości rytmu serca o 10-20/min lub powyżej 100/min. Przyjmuje się, że obecna jest istotna rezerwa kurczliwości lewej komory, gdy w stosunku do wartości spoczynkowej nastąpi poprawa o 20% w zakresie frakcji wyrzutowej (ejection fraction, EF), objętości wyrzutowej (stroke volume, SV) lub wskaźnika zaburzeń kurczliwości (wall motion score index, WMSI). W praktyce najbardziej miarodajne jest stwierdzenie ponad 20% wzrostu VTI (velocity time integral) w drodze odpływu lewej komory. Dla oceny zaawansowania zwężenia zastawki aortalnej test obejmuje także ocenę średniego przezastawkowego gradientu ciśnienia i pola ujścia zastawki aortalnej przed rozpoczęciem wlewu dobutaminy i na szczycie obciążenia (optymalnie przy zmianie każdej dawki). Przy zachowanej rezerwie kurczliwości wzrost średniego gradientu powyżej 40 mm Hg i brak zwiększenia się AVA powyżej 1  $\text{cm}^2$  wskazuje na ciężką AS. Brak wzrostu gradientu i zwiększenie AVA powyżej 1  $\text{cm}^2$  wskazuje natomiast, że wada nie ma istotnego znaczenia hemodynamicznego.

Jeśli nie stwierdza się istotnej rezerwy kurczliwości lewej komory, powyższe wnioskowanie co do istotności zwężenia nie ma zastosowania. Test wskazuje na duże ryzyko u danego pacjenta zarówno przy leczeniu zachowawczym, jak i zabiegowym. Nie oznacza to automatycznie dyskwalifikacji z leczenia operacyjnego, ponieważ w wybranych przypadkach zabieg poprawia rokowanie, ale decyzje w tej grupie chorych są bardzo trudne.

Chorzy bez objawów lub z niewielkimi objawami z ciężką AS (AVA  $<1\text{ cm}^2$ , AVAI  $<0,6\text{ cm}^2$ , gradient średni  $>50\text{ mm Hg}$ ) i bez dysfunkcji lewej komory powinni mieć wykonany klasyczny elektrokardiograficzny test wysiłkowy w celu obiektywnej oceny objawów klinicznych i tolerancji wysiłku. Pełniejszą ocenę umożliwia dodanie do tego testu oceny echokardiograficznej. Możliwe jest zastosowanie zwykłego testu na cykloergometrze lub bieżni ruchomej według standardowych protokołów, jednak ocena echokardiograficzna na szczycie obciążenia musi być wykonana bardzo sprawnie,

aby z powodu opóźnienia związanego z koniecznością położenia pacjenta i znalezienia odpowiednich projekcji nie przeoczyć maksymalnych wartości mierzonych parametrów. Dlatego zalecany jest test na cykloergometrze półleżącym umożliwiającym ciągłe pomiary. Alternatywą może być test dobutaminowy z pełną dawką dobutaminy (5, 10, 20, 30, 40  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  po 3 minutach dla każdej dawki). Test uznaje się za dodatni, gdy wystąpią objawy wady, czyli duszność, zasłabnięcie, zawroty głowy, bóle zamostkowe, hipotonia objawowa ( $>20$  mm Hg). Dodatkowo wzrost gradientu średniego o ponad 20 mm Hg w porównaniu z wartością spoczynkową przemawia za leczeniem zabiegowym.

## Niedomykalność zastawki mitralnej

Niedomykalność zastawki mitralnej (mitral regurgitation, MR) to druga co do częstości wada zastawkowa serca. Cechuje ją duża dynamika wynikająca ze ściślejszej zależności funkcjonowania aparatu mitralnego od geometrii i czynności lewej komory. Dotyczy to zwłaszcza niedokrwiennej MR, której przyczyną jest restrykcja płatków mitralnych (typ IIIb wg Carpentiera) będąca następstwem regionalnej lub globalnej przebudowy lewej komory w przebiegu jej pozawałowego uszkodzenia. Celem testu obciążeniowego u chorych z MR jest obiektywna ocena tolerancji wysiłku, ocena rezerwy kurczliwości lewej komory i zmienności MR podczas wysiłku. Test farmakologiczny jako нефизиологичны z punktu widzenia zachowania lewej komory nie jest tu zalecany. Test wysiłkowy przeprowadza się wg standardowego protokołu. Możliwe są dwa typy odpowiedzi na wysiłek fizyczny. U pacjentów ze znacznym uszkodzeniem lub wysiłkowym niedokrwieniem lewej komory dochodzi do nasilenia niedomykalności mitralnej (zwiększenie się efektywnego pola niedomykalności; effective regurgitant orifice, ERO) i spadku objętości wyrzutowej (forward stroke volume, FSV). U chorych z zachowaną rezerwą kurczliwości dochodzi do zwiększenia FSV, zmniejszenia niedomykalności mitralnej (zmniejszenia ERO). Badanie wysiłkowe należy rozważyć u chorych z dusznością wysiłkową nieproporcjonalną do stopnia dysfunkcji lewej komory i zaawansowania MR, u pacjentów z epizodami ostrego obrzęku płuc o niejasnej etiologii, u chorych ze średnią niedomykalnością mitralną przed planowaną operacją CABG, w celu określenia indywidualnego ryzyka zgonu lub wystąpienia epizodu dekompensacji niewydolności serca.

Organiczna niedomykalność mitralna wynika głównie ze zmian zwyrodnieniowych lub pozapalnych w obrębie płatków i strun ścięgnistych, które powodują wypadanie segmentu lub całego płatka albo ograniczenie ruchomości skutkujące zwężeniem i niedomykalnością zastawki. Czynność skurczowa oceniana jako frakcja wyrzutowa lewej komory (EF) u takich pacjentów przez długi czas jest prawidłowa lub nawet

większa niż normalna, ze względu na to, że lewa komora w tej wadzie pracuje w odciążeniu (z niskim obciążeniem następczym). Wynika to z cofania się krwi do lewego przedsionka – jamy, w której panuje ciśnienie znacznie niższe ciśnienie niż w aorcie. Obciążenie wysiłkiem pacjentów bez objawów z ciężką MR może pomóc w rozpoznaniu utajonej dysfunkcji lewej komory i wyodrębnieniu osób wymagających wcześniejszego leczenia operacyjnego w celu uniknięcia pooperacyjnej dysfunkcji komory. Za dysfunkcją lewej komory przemawiają: brak przyrostu EF, FSV i globalnego odkształcenia (strain) po wysiłku.

## Zwężenie zastawki mitralnej

Zwężenie zastawki mitralnej (mitral stenosis, MS) jest obecnie rzadką wadą serca, jednak może utrudniać podejmowanie decyzji o leczeniu zabiegowym, gdy występuje istotna rozbieżność między objawami a wynikami badań diagnostycznych, w tym echokardiografii spoczynkowej. Wówczas pomocna może się okazać echokardiograficzna próba wysiłkowa (testy farmakologiczne nie są zalecane w przypadku wady mitralnej). Należy ją wykonać u chorych z echokardiograficznymi parametrami ciężkiej MS, bez uchwytnych objawów klinicznych. Próba zalecana jest także u pacjentów z objawami klinicznymi i z echokardiograficznymi cechami łagodnej lub umiarkowanej MS.

U chorych bez objawów z polem otwarcia zastawki mitralnej (MVA) mniejszym niż  $1,5 \text{ cm}^2$  obciążenie może wyzwolić duszność, osłabienie lub napad migotania przedsionków, które na co dzień nie występują, ponieważ chorzy świadomie lub podświadomie unikają wykonywania odpowiednio dużych wysiłków. Podczas echokardiograficznego testu wysiłkowego należy rejestrować prędkość fali zwrotnej przez zastawkę trójdzielną. Wyliczone na tej podstawie ciśnienie skurczowe w prawej komorze przekraczające 60 mm Hg według aktualnych wytycznych jest wskazaniem do leczenia zabiegowego. Pomiar średniego gradientu podczas obciążenia może wykazać jego znaczny wzrost, co dodatkowo zwraca uwagę na istotność wady. Jeżeli echokardiograficzny test wysiłkowy nie wykaże istotnego upośledzenia tolerancji wysiłku ani wymienionych parametrów echokardiograficznych, można przyjąć postawę wyczekującą i zalecić kolejne badania kontrolne.

Z kolei u chorych z objawami, ale bez cech istotnej stenozы mitralnej w badaniu spoczynkowym (MVA  $>1,5 \text{ cm}^2$ ) stopniowane obciążenie może spowodować zwiększenie średniego gradientu przez zastawkę  $>15$  mm Hg i ciśnienia skurczowego w prawej komorze  $>60$  mm Hg. Upoważnia to do ewentualnej kwalifikacji chorego ze zmianami anatomicznymi aparatu mitralnego umożliwiającymi wykonanie przezskórnej plastyki balonowej do tego zabiegu (klasa IIb rekomendacji). Brak narastania wartości tych parametrów podczas testu

skłania do poszukiwania innych niż stenoza mitralna przyczyn pogorszenia stanu chorego.

## Podsumowanie

Echokardiograficzne badania obciążeniowe u pacjentów z wadami serca są testami bezpiecznymi, istotne powikłania zdarzają się bardzo rzadko, podobnie jak w diagnostyce chorych bez wad serca. Konieczne jest jednak zachowanie podstawowych zasad bezpieczeństwa. Do przeprowadzenia badania konieczne są dwie osoby: lekarz z odpowiednim doświadczeniem w badaniach obciążeniowych i pielęgniarka obsługująca bieżnię lub pompę infuzyjną oraz monitorowanie ciśnienia tętniczego i EKG. Oprócz echokardiografu najlepiej z opcją stress echo i odpowiednio dla danego testu: pompy infuzyjnej, cykloergometru lub bieżni, konieczne są zawsze ciśnieniomierz, elektrokardiograf, defibrylator, zestaw reanimacyjny.

Wykonanie echokardiograficznego badania obciążeniowego u pacjenta z wadą zastawkową serca nie jest trudnym zadaniem dla doświadczonego echokardiografisty, potrafiącego sprawnie uzyskiwać odpowiednie

projekcje i wykonywać poszczególne pomiary. Badanie ma ugruntowaną pozycję w kardiologii klinicznej. Biorąc pod uwagę korzyści diagnostyczne, powinno ono być coraz częściej stosowane, zwłaszcza u pacjentów, u których decyzja o dalszym leczeniu budzi wątpliwości.

## Zalecane piśmiennictwo

1. Sicari R, Nihoyannopoulos P, Evangelista A, et al. Stress Echocardiography Expert Consensus Statement – Executive Summary. *Eur Heart J* 2009; 30: 278-289.
2. Douglas PS, Garcia MJ, Heines DE, et al. ACCF/ASE/AHA/ASNC/HFSA/HRS Appropriate Use Criteria for Echocardiography/. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24: 229-267.
3. Pellikka PA, Nagueh SF, Elhendy AA, et al. American Society of Echocardiography Recommendations for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2007; 20: 1021-1041.
4. Wijns W, Kolh P, Danchin N, et al. Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2010; 31: 2501-255.
5. Rekomendacje 2011 Sekcji Echokardiografii Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. *Kardiol Pol* 2011; 69, 6: 642-648.
6. Picano E, Pibarot P, Lancellotti P, et al. The Emerging Role of Exercise Testing and Stress Echocardiography In Valvular Heart Disease. *J Am Coll Cardiol* 2009; 54; 2251-2260.