

# Zátěžová echokardiografie v diagnostice chlopenních vad

Hana Línková, Michaela Rýzlová, Tomáš Indruch, Robert Petr, Jiří Karásek

III. interní-kardiologická klinika, Kardiocentrum, Fakultní nemocnice Královské Vinohrady a 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha, Česká republika

Línková H, Rýzlová M, Indruch T, et al. **Zátěžová echokardiografie v diagnostice chlopenních vad.** *Cor Vasa* 2010;52(Suppl 1):37–42.

V přehledovém článku je shrnut současný pohled na uplatnění zátěžové echokardiografie v diagnostice chlopenních vad, zvláště u tzv. asymptomatických, hemodynamicky již významných chlopenních vad, u nichž mohou tyto testy pomoci k rozhodnutí o dalším postupu v terapii a včasném operačním řešení.

Cílem článku je poukázat na možnosti využití zátěžových testů u jednotlivých typů nejčastějších chlopenních vad v dospělosti.

**Klíčová slova:** Zátěžové testy – Zátěžová echokardiografie – Mitrální stenóza – Mitrální regurgitace – Aortální stenóza – Aortální regurgitace – Chlopenní náhrady

Línková H, Rýzlová M, Indruch T, et al. **Exercise echocardiography in the diagnosis of heart valve disease.** *Cor Vasa* 2010;52 (Suppl 1):37–42.

This review article summarizes current perspectives regarding the use of exercise echocardiography in diagnosing heart valve disease, particularly in asymptomatic, already hemodynamically significant heart valve disease where these tests may help to make a decision regarding future therapeutic options and timely surgical management.

The paper examines the potential uses of exercise testing in individual, most frequent types of heart valve disease in adult age.

**Key words:** Exercise testing – Stress echocardiography – Mitral stenosis – Mitral regurgitation – Aortic stenosis – Aortic regurgitation – Prosthetic valves

**Adresa:** MUDr. Hana Línková, III. interní-kardiologická klinika, Kardiocentrum, FNKV a 3. LF UK, Ruská 87, 100 00 Praha 10, Česká republika, e-mail: linkova@fnkv.cz

Zátěžové echokardiografické vyšetření představuje spojení echokardiografie s různými formami zátěže. Zátěžové echokardiografické testy jsou v současné době uznávanou metodou v kardiologii, především v diagnostice ischemické choroby srdeční. Své opodstatnění však mají i v diagnostice chronických chlopenních vad, kde mohou napomoci k rozhodnutí o dalším terapeutickém postupu, a tedy o správném načasování indikace k chirurgickému řešení.<sup>1–3</sup>

Nejčastější a nejvýznamnější indikací k chirurgickému řešení u pacientů s chlopenní vadou je rozvoj symptomů. U pacientů s chronickými srdečními vadami se však mohou tyto obtíže rozvíjet pomalu a nenápadně. Někteří pacienti pak nejsou schopni rozvoj obtíží včas rozpoznat a správně je charakterizovat. V těchto případech může provedení zátěžových testů pomoci symptomy odhalit a zhodnotit klinický stav pacienta i jeho zátěžovou kapacitu.<sup>4</sup>

Zátěžové testy navíc umožňují posoudit funkci levé komory a přítomnost plicní hypertenze.

## Způsoby zátěže

V diagnostice chlopenních vad používáme jak dynamickou zátěž, tak farmakologické testy.<sup>5–7</sup>

### Dynamická zátěž

K vyšetření chlopenních vad preferujeme provedení dynamických zátěžových testů, neboť dynamická zátěž je pokládána za nejfyziologičtější. Zátěžové testy je možno provádět pomocí bicyklové ergometrie anebo běhátka. V diagnostice chlopenních vad upřednostňujeme bicyklovou ergometrii před zátěží na běhátku, protože v průběhu tohoto testu lze provádět echokardiografické vyšetření včetně dopplerovského měření průběžně během zvyšování zátěže, na rozdíl od testu na běhátku, kde lze pacienta vyšetřit až po ukončení zátěže.<sup>6</sup> Na našem pracovišti provádíme bicyklovou ergometrii vleže, na sklopném ergometru (se sklonem cca 45°), který během vyšetření umožňuje kontinuální monitoraci krevního tlaku, EKG i provedení echokardiografického vyšetření (obrázek 1).



Obrázek 1 Sklopný ergometr používaný při zátěžovém echokardiografickém vyšetřování

V našem protokolu zvyšujeme zátěž o 25 wattů každé tři minuty až do dosažení maximální tepové frekvence, která je stanovena na začátku vyšetření výpočtem, či do doby vyčerpání či do výskytu klinických symptomů u pacienta. Echokardiografické vyšetření provádíme před zahájením zátěže, poté na jejím vrcholu, bezprostředně po skončení zátěže a poslední vyšetření s odstupem tří minut od skončení zátěže. Echokardiografický obraz může být v průběhu testu méně kvalitní a vyžaduje tedy dostatečnou zkušenost vyšetřujícího.

#### Farmakologická zátěž

Další možností při provádění zátěžových echokardiografických vyšetření jsou farmakologické zátěžové testy, z kterých se při vyšetřování pacientů s chlopenními srdečními vadami používá především dobutaminová zátěžová echokardiografie.

Dobutamin se podává kontinuální infuzí stupňovitě se vzestupnou koncentrací podaného léku. Doba trvání jednotlivého stupně se pohybuje od tří do pěti minut.<sup>5,6</sup>

Farmakologické zátěžové testy u chlopenních vad používáme především k diagnostice a posouzení významnosti aortální stenózy u pacientů s těžkou dysfunkcí levé komory a správné stratifikaci léčby u těchto pacientů. Při provádění tohoto testu je ale nutné si uvědomit, že se u pacientů s těžkou dysfunkcí levé komory při plné dávce dobutaminu mohou objevit jako nežádoucí účinky poruchy rytmu. Ty se mohou projevit jak ve formě tachyarytmie (ať již v souvislosti se vznikem ischemie, nebo na ischemii nezávislého arytmogenního účinku dobutaminu v důsledku adrenergní stimulace), tak ve formě bradykardie, jež je způsobena vasodepresorickým reflexem spouštěným stimulací mechanoreceptorů levé komory.

Oba typy arytmie se častěji objevují u hypertrofické levé komory.<sup>4</sup>

Z těchto důvodů používáme protokol s nízkou dávkou dobutaminu (do 20  $\mu\text{g/kg/min}$ ) a preferujeme delší trvání jednotlivých stupňů zátěže (po pěti až osmi minutách).

Další možností využití farmakologického testu je stanovení kontraktility rezervy u pacientů s významnou srdeční vadou a dysfunkcí levé komory srdeční, i zde s výhodou používáme nižší dávky dobutaminu.

## Mitrální vady

### Mitrální stenóza

U pacientů s významnou symptomatickou mitrální stenózou, kteří jsou indikováni k mitrální balonkové valvuloplastice či náhradě mitrální chlopně, stačí k rozhodnutí o dalším postupu obvykle klidové transthorakální echokardiografické vyšetření. Stejně tak u pacientů s méně či maximálně středně významnou asymptomatickou mitrální stenózou je klidové transthorakální vyšetření postačující. Problém v rozhodnutí o dalším terapeutickém postupu může nastat u asymptomatických pacientů s již významnou mitrální stenózou anebo u pacientů se symptomy, kteří ovšem při klidovém echokardiografickém vyšetření mají popsanou pouze méně či středně významnou mitrální vadu. V těchto situacích nám v rozhodovacím procesu pomáhá právě provedení zátěžového testu.<sup>1,2,8,9</sup>

Při hodnocení závažnosti vady je ale nutné si uvědomit, že transmitrální gradient je též závislý na aktuální srdeční frekvenci, výši krevního tlaku a dalších aktuálních hemodynamických parametrech.

Práce Reise a spol.<sup>10</sup> popisuje horší prognózu pacientů s mitrální stenózou, kteří měli na vrcholu zátěžového testu střední gradient na mitrální chlopni  $\geq 18$  mm Hg, než u těch, kteří měli na vrcholu zátěže střední gradient na mitrální chlopni  $\leq 18$  mm Hg.

V dalších pracích je pak popisován význam stanovení pulmonálního arteriálního tlaku v průběhu zátěže (ten se odvozuje od změřeného regurgitačního gradientu na trikuspidální chlopni). Jeho hodnota však může být do jisté míry ovlivněna i atrioventrikulární poddajností (při snížené atrioventrikulární compliance je větší tendence k nárůstu pulmonálního arteriálního tlaku v průběhu zátěže).<sup>11</sup>

Kdy tedy provádět zátěžový test u pacientů s mitrální stenózou?

Dle doporučení ACC/AHA a ESC<sup>1,2</sup> u těch, kteří mají diskrepanci mezi závažností vady a symptomy. K intervenci (ať již jde o balonkovou valvuloplastiku, či náhradu mitrální chlopně) by pak měli být doporučeni ti, kteří měli v průběhu zátěžového testu střední gradient na mitrální chlopni  $> 15$  mm Hg anebo se u nich rozvinula plicní hypertenze s plicním arteriálním tlakem  $> 60$  mm Hg.

### Mitrální regurgitace

Klinické symptomy se u pacientů s chronickou mitrální regurgitací rozvíjejí pomalu. Navíc je mitrální regurgitace z hlediska etiologie velmi různorodé onemocnění, které může být způsobeno řadou patologických procesů.<sup>9,12,13</sup>

Správné načasování chirurgického řešení mitrální regurgitace působí v klinické kardiologii časté problémy, protože i u hemodynamicky významné vady mohou být symptomy poměrně malé. To je způsobeno adaptací levé komory a levé síně anebo i adaptací pacienta na toto onemocnění.

Organické a ischemické poškození mitrální chlopně jsou dvě odlišné jednotky, které vyžadují odlišný přístup k indikaci a správnému načasování chirurgického řešení.

Pro zhodnocení závažnosti mitrální regurgitace při klidovém vyšetření má význam dopplerovská echokardiografie, jejíž senzitivita je velmi vysoká, ale přesná kvantifikace může být obtížná, a proto je nutné uplatňovat při kvantifikaci vady několik metod. Mezi nejčastěji používané metody patří kvantifikace závažnosti vady v barevném dopplerovském mapování (CFM), kdy měříme šířku jetu (vena contracta), plochu jetu a stanovujeme poměr (plocha jetu : plocha levé síně) a především určujeme nejčastěji pomocí metody PISA plochu efektivního regurgitačního ústí (ERO) a regurgitační objem (RV).

I závažnost regurgitačních vad je ovlivněna aktuálními hemodynamickými parametry – tj. hodnotou krevního tlaku, tepovou frekvencí a zejména preloadem, což v klinické praxi může vést např. k podhodnocení závažnosti vady při vyšetření prováděném při hypotenzi, dehydrataci či tachykardii.

Organická (degenerativní) mitrální regurgitace

Je-li efektivní regurgitační ústí (ERO) u organické mitrální vady  $> 35 \text{ mm}^2$  a regurgitační objem (RV)  $> 60 \text{ ml}$ , hovoříme o těžké mitrální regurgitaci. Měření může být limitováno obtížnou vyšetřitelností pacienta, excentrickými jety nebo nevhodným nastavením přístroje.<sup>14</sup>

U pacientů s významnou degenerativní mitrální regurgitací pak často řešíme otázku, kteří pacienti s významnou asymptomatickou mitrální regurgitací by měli podstoupit mitrální valvuloplastiku. I zde zátěžové testy napomohou ke správnému rozhodnutí.

Supino a spol. ve své práci, kde byli pomocí zátěžového testu vyšetřováni asymptomatictí pacienti s významnou degenerativní mitrální regurgitací, poukazují na to, že sama zátěžová kapacita je prediktorem další prognózy těchto pacientů, tj. rozvoje dysfunkce levé komory srdeční anebo symptomů.<sup>15</sup>

Další skupinu pacientů, kteří by měli být indikováni k provedení zátěžové echokardiografie, tvoří ti, kteří mají v klidu pouze středně významnou mitrální regurgitaci, ale jsou klinicky symptomatictí.

Dojde-li v průběhu vyšetření ke zhoršení mitrální regurgitace, k rozvoji plicní hypertenze, zhoršení zátěžové kapacity a rozvoji symptomů, měla by být těmto pacientům věnována zvýšená pozornost. Je-li v průběhu zátěžového testu hodnota systolického tlaku v plicnici  $> 60 \text{ mm Hg}$ ,

měli by být i tito pacienti indikováni ke kardiochirurgickému výkonu.<sup>1,2,4</sup>

Podmínkou časně indikace k chirurgickému výkonu je v obou skupinách možnost provedení plastiky mitrální chlopně v centrech s dostatečnou zkušeností chirurgického týmu.

#### Ischemická mitrální regurgitace

U pacientů po akutním infarktu myokardu nebo s chronickou formou ICHS dochází nejčastěji k rozvoji mitrální insuficience v souvislosti s remodelací levé komory srdeční, při které dochází ke změně anatomických poměrů v oblasti papilárních svalů (tzv. displacement papilárních svalů). Jejich přemístění pak vede k poruše koaptace obou cípů mitrální chlopně a tentingu předního cípu. Pacienti s významnou regurgitací mají horší prognózu bez ohledu na ejekční frakci levé komory.<sup>16,17</sup> U mitrální regurgitace ischemické etiologie jsou kritéria ke stanovení závažnosti vady podstatně přísnější a o významné mitrální regurgitaci hovoříme, je-li ERO  $\geq 20 \text{ mm}^2$  a RV  $\geq 30 \text{ ml}$ .<sup>1-3,12</sup>

Vhodnou metodou používanou ke strategii terapeutického přístupu u ischemické mitrální regurgitace je dobutaminová echokardiografie s nízkými dávkami dobutaminu (do  $10 \mu\text{g/kg/min}$ ), pomocí které můžeme ozřejmit rozsah dysfunkčního, ale hibernovaného, viabilního myokardu. Vyšetření viability tak stanoví kontraktilní rezervu myokardu a pravděpodobnost zlepšení kinetiky myokardu po revaskularizaci, současně ozřejmí i redukci či progresi mitrální regurgitace během vyšetření.<sup>16</sup>

Ischemická mitrální regurgitace je navíc dynamická vada, která může být při klidovém vyšetření podhodnocena, a proto práce Lancellottiho a spol.<sup>18,19</sup> poukazují na význam zátěžových vyšetření u pacientů se středně významnou mitrální regurgitací či u pacientů s chronickou dysfunkcí levé komory srdeční a projevy levostranné insuficience bez objasněné příčiny. Na druhé straně byla pozorována redukce ischemické mitrální regurgitace v souvislosti s regionálním zlepšením kinetiky v oblasti segmentů přiléhajících k zadnímu papilárnímu svalu.<sup>20</sup>

Při hraničních nálezech u ischemické mitrální regurgitace, zvláště u pacientů se středně významnou mitrální regurgitací (2+/4) by měly být použity zátěžové testy, při nichž sledujeme vzestup či pokles významnosti mitrální regurgitace a především změnu velikosti ERO.<sup>18</sup>

Navíc stanovení významnosti mitrální regurgitace dopplerovským vyšetřením v klidu nemusí odpovídat rozvoji velikosti vady v průběhu zátěže. U těchto pacientů vyvstává otázka provedení plastiky mitrální chlopně.<sup>21</sup> Zde se názory na léčbu (kombinovaný výkon, či pouhá revaskularizace) často rozcházejí. Zátěžové testy tak mohou demaskovat hemodynamicky významnou vadu u pacientů s ischemickou systolickou dysfunkcí levé komory srdeční. Napomáhají stanovit prognózu pacientů s mitrální regurgitací pomocí velikosti vzestupu ERO při zátěži (v pracích Lancellottiho a spol. byla zjištěna vyšší mortalita, byl-li vzestup ERO při zátěži  $> 13 \text{ mm}^2$ ).

Zátěžové testy by měly být také provedeny u pacientů s chronickou dysfunkcí levé komory srdeční, u kterých došlo k rozvoji dušnosti či plicního edému bez jasné příčiny.<sup>22</sup>

## Aortální vady

### Aortální stenóza

Hemodynamicky významná asymptomatická aortální stenóza

Rozvoj symptomů u pacientů s hemodynamicky významnou aortální stenózou je jasnou indikací k operaci a zátěžové testy jsou při jasných symptomech či vysokém podezření na ně kontraindikovány.<sup>1-3,9</sup>

Je ale nutné mít na paměti, že někteří tzv. asymptomatictí pacienti (zvláště starší) nemusejí rozpoznat mírné známky symptomů a neumějí je při vyšetření dostatečně jasně popsat. Navíc se někteří pacienti mohou podvědomě vyhýbat zátěži, při které by se obtíže projevíly. A právě u těchto pacientů by měly být zátěžové testy provedeny.<sup>9</sup> Mnohé práce popisují, že zátěžové testy lze u pacientů s významnou aortální stenózou při pečlivém monitorování v průběhu vyšetření zkušeným vyšetřujícím bezpečně provádět. Na druhé straně byl v těchto pracích popsán rozvoj symptomů, pokles TK či vznik arytmií. Pokud dojde v průběhu vyšetření k rozvoji takovýchto symptomů, musí být test okamžitě přerušeno.<sup>4,23,24</sup>

U asymptomatických pacientů mohou tedy zátěžové testy sloužit ke stanovení zátěžové kapacity, eventuálního objasnění neurčitých či nejasných symptomů, detekci koexistující koronární nemoci a posouzení hemodynamických změn v průběhu vyšetření.

Lancellotti<sup>24</sup> ve své práci publikoval výsledky u souboru 69 asymptomatických pacientů s hemodynamicky významnou aortální stenózou, u kterých vzestup středního tlakového gradientu na aortální chlopni  $\geq 18 \text{ mm Hg}$  byl nezávislým ukazatelem rozvoje symptomů v průběhu následujících 15 měsíců, kterými byly plocha aortálního ústí  $< 0,75 \text{ cm}^2$ , vznik symptomů, rozvoj depresí úseku ST či pokles TK v průběhu zátěžových vyšetření. Další práce upozorňuje na význam funkce levé komory a její odpovědi na zátěž.<sup>25</sup> Pacienti s nedostatečným zvýšením ejekční frakce, tj. s nedostatečnou funkční kontraktilní rezervou při zátěži, měli vyšší riziko nežádoucích příhod. Výše uvedené změny (zvýšení středního tlakového gradientu na aortální chlopni anebo nedostatečná funkční rezerva levé komory srdeční) by nás měly vést k časnému doporučení těchto pacientů k chirurgickému řešení.

Jasnou indikací k operaci je pak rozvoj symptomů během zátěžového vyšetření, vývoj horizontálních či descendentních depresí úseku ST na současně snímaném EKG  $> 2 \text{ mm}$ , vznik maligní arytmie, pokles systolického tlaku či jeho vzestup  $< 20 \text{ mm Hg}$ , a nedosáhne-li pacient alespoň 80% predikované zátěže podle věku a pohlaví či u něj dojde k rozvoji dysfunkce levé komory srdeční.<sup>1-3</sup>



Dalším důvodem k provedení zátěžového testu u pacientů s asymptomatickou aortální stenózou je stanovení zátěžové kapacity a nastavení bezpečného individuálního programu možné zátěže při rekreačních aktivitách.<sup>9</sup>

Aortální stenóza s nízkým gradientem a dysfunkcí levé komory srdeční

Nezastupitelné místo má zátěžová echokardiografie u pacientů s těžkou dysfunkcí levé komory srdeční, nízkým srdečním výdejem a aortální stenózou.<sup>26–28</sup> Pacienti s anatomicky významnou aortální stenózou (patrnou v 2D echokardiografickém vyšetření) a systolickou dysfunkcí levé komory srdeční (ejekční frakce < 40 %) mají často relativně nízký tlakový gradient na aortální chlopni, střední gradient mezi 30–40 mm Hg či méně. U této skupiny pacientů je někdy těžké rozhodnout, jde-li o pacienty s primární diagnózou kardiomyopatie a současně degenerativně změněnou chlopní s hemodynamicky nevýznamnou či středně významnou vadou, kdy je nedostatečné otevírání aortální chlopně způsobeno nízkým tepovým objemem při těžké dysfunkci levé komory srdeční, či o pacienty s významnou aortální stenózou a těžkou dysfunkcí levé komory srdeční, která vznikla v důsledku vysokého afterloadu.

Ke správné kvantifikaci vady používáme vyšetření dobutaminovým zátěžovým testem vzestupnou dávkou dobutaminu od 5 do 20 µg/kg/min se zvýšením dávky každých pět minut.

Zvýšení tepového objemu měříme pomocí sledování průtoku ve výtokovém traktu levé komory (LVOT) s následným možným výpočtem srdečního výdeje. U pacientů s těžkou aortální stenózou dochází k proporcionálnímu zvýšení rychlosti průtoku v LVOT a přes chlopeň a tento poměr se výrazněji nemění. Maximální rychlost transaortálního průtoku je obvykle aspoň čtyřnásobná oproti rychlosti průtoku v LVOT. Stejný výsledek pak získáme při měření plochy aortálního ústí dle rovnice kontinuity. U těch, kteří mají „pseudotěžkou“ stenózu na aortální chlopni (tj. méně významnou), a mají tedy nižší poměr rychlostí než 4 na aortální chlopni a v LVOT, dochází ke zvětšení plochy aortálního ústí o > 0,2 cm<sup>2</sup> a poklesu chlopní rezistence (tabulka 1). Jde o skupinu pacientů, u níž dominuje onemocnění myokardu.

**Tabulka 1 Algoritmus postupu při použití dobutaminového zátěžového testu u pacientů s těžkou dysfunkcí levé komory a stenózou aortální chlopně**

PG <sub>mean</sub>	< 30 mm Hg	< 30 mm Hg	> 40 mm Hg
CO	Nemění se	Normalizace	Normalizace
Diagnóza	Nevýznamná AS, bez kontraktilní rezervy	Nevýznamná AS, přetrvává kontraktilní rezerva	Těžká AS, indikována náhrada
Prognóza	Časná mortalita 80 %, 0 přežívání ½–2 roky		Operační mortalita 7 %, tříleté přežívání 67 %

AS – aortální stenóza, CO – srdeční výdej, EF – ejekční frakce, PG<sub>mean</sub> – střední tlakový gradient na aortální chlopni

Velmi rizikovou skupinou pacientů jsou ti, u kterých nezjistíme při dobutaminovém zátěžovém testu kontraktilní rezervu, přičemž kontraktilní rezerva je definována jako zvýšení tepového objemu o ≥ 20 %.

Pacienti, kteří mají kontraktilní rezervu, jsou indikováni k náhradě aortální chlopně, neboť mají při chirurgické léčbě lepší prognózu než při medikamentózní terapii. Ti, kteří mají prokázanou významnou aortální stenózu a nemají kontraktilní rezervu, by měli být taktéž indikováni k operaci s vědomím vyššího operačního rizika a horší dlouhodobé prognózy. V těchto případech je ovšem rozhodnutí o dalším postupu přísně individuální.<sup>29</sup>

## Aortální regurgitace

Rozvoj symptomů u aortální regurgitace je jasnou indikací k náhradě aortální chlopně. Závažnost předoperačních symptomů je rozhodující pro pooperační prognózu pacientů. Někteří z tzv. asymptomatických pacientů ale mohou postupně a nenápadně redukovat svoji fyzickou aktivitu, která vede k sedavému životnímu stylu. U nich pak zátěžové testy mohou napomoci odhalit symptomy anebo určit funkční kapacitu. Určité studie popisují, že při zátěži indukovaný pokles ejekční frakce levé komory předpovídá horší prognózu u pacientů, a proto by měli být indikováni k náhradě aortální chlopně.<sup>30–33</sup> Na druhé straně je nutné si uvědomit, že v těchto studiích byli zahrnuti i pacienti, kteří již měli symptomy, dilataci levé komory anebo sníženou ejekční frakci i při klidovém vyšetření.

Význam zátěžových testů u pacientů s aortální regurgitací není zcela jasný, neboť změny ejekční frakce v průběhu zátěže nesouvisí pouze s kontraktilní rezervou myokardu, ale jsou také závislé na hemodynamických parametrech, jako jsou zátěží indukované změny preloadu a periferní rezistence.<sup>4,9</sup>

Zátěžové testy tak nejsou rutinně doporučovány pro klinickou praxi a měly by být využívány při diskrepanci mezi klinickou prezentací a klidovým echokardiografickým vyšetřením anebo v případě hraniční indikace k operaci.<sup>9</sup>

## Náhrady chlopní

Zátěžové testy mohou pomoci v diagnostice dysfunkce chlopní náhrady. Při zátěži dochází ke zvýšení transvalvulárního průtoku, a tudíž i ke zvýšení transvalvulárního tlakového gradientu na náhradě i u pacientů s normální funkcí náhrady. Aortální gradient se tak může zvýšit o 70 % (z 15 na 20 až 25 mm Hg) a mitrální gradient o 100 % (ze 4 na 8 mm Hg). Pokud při zátěži dojde ke zvýšení hodnot gradientů nad výše uvedené (někteří autoři uvádějí pro aortální náhradu zvýšení o > 20 mm Hg a pro mitrální náhradu hodnotu > 12 mm Hg) anebo k abnormálnímu zvýšení tlaku v plicnici, měli bychom pátrat po možné dysfunkci náhrady.<sup>4,9</sup>

## Závěr

I když nejsou rutinně používány a v doporučeních kardiologických společností (americké, evropské i české) jsou

uváděny v důkazní třídě II a–c, mají zátěžové testy v diagnostice chlopenních vad jistě své opodstatněné místo.

Jejich použití je vhodné v případě diskrepance mezi klinickými obtížemi pacienta a klidovým echokardiografickým nálezem, u tzv. klinicky asymptomatických pacientů k objektivizaci eventuálních symptomů, u hraničních nálezů k rozhodnutí mezi dalším konzervativním či chirurgickým řešením vady, ke stanovení funkční rezervy myokardu u regurgitačních vad a v neposlední řadě k objasnění závažnosti aortální stenózy u pacientů s dysfunkcí levé komory srdeční. Současně mohou pomoci k odhalení suspektní ischemické choroby srdeční. Napomáhají tak nejen ke klinickému rozhodnutí, ale podávají též prognostické informace. Jde o neinvazivní a při dodržení daných kautel bezpečné vyšetření se širokou možností použití. Jsou ale poměrně technicky náročné a patří do rukou zkušeného kardiologa.

## Literatura

1. Bonow RO, Carabello BA, Chatterjee K, et al. ACC/AHA 2006 Guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 1998 Guidelines for the Management of Patient With Valvular Heart Disease). *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1–148.
2. Vahanian A, Baumgartner H, Bax J, et al.; and Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology. Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2007; 28:230–268.
3. Popelová J, Benešová M, Brtko M, et al. Doporučené postupy pro léčbu srdečních vad v dospělosti. *Cor Vasa* 2007;49:K195–K234.
4. Picano E, Pibarot P, Lancellotti P. The emerging role of exercise testing and stress echocardiography in valvular heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2009; 54:2251–2260.
5. Oh JK. The Echo Manual, third edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006:175–187.
6. Chaloupka V, Elb L. Zátěžová echokardiografie. Praha: Maxdorf, 1997.
7. Niederle P, et al. Echokardiografie. Praha: Triton, 2002:177–186.
8. Wu WC, Aziz GF, Sadaniantz A. The use of stress echocardiography in the assessment of mitral valvular disease. *Echocardiography* 2004;21:451–458.
9. Otto CM. Valvular heart disease, second edition, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2004.
10. Reis G, Motta MS, Barbora MM, et al. Dobutamine stress echocardiography for noninvasive assessment and risk stratification of patients with rheumatic mitral stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2004;34:393–401.
11. Schwammenthal E, Vered Z, Agranat O. Impact of atrioventricular compliance on pulmonary artery pressure in mitral stenosis: an exercise echocardiographic study. *Circulation* 2000;102:2378–2384.
12. Otto CM. Timing of surgery in mitral regurgitation. *Heart* 2003;89:100–105.
13. Otto CM. Evaluation and management of chronic mitral regurgitation. *N Engl J Med* 2001;345:740–746.
14. Enriquez-Sarano M, Miller FA Jr, Hayes SN, et al. Effective mitral regurgitant orifice area: clinical use and pitfalls of the proximal isovelocity surface area method. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:703.
15. Supino PG, Borer JS, Schuleri K, et al. Prognostic value of exercise tolerance testing in asymptomatic chronic nonischemic mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 2007;100:1274–1278.
16. Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Zehr K, et al. Ischemic mitral regurgitation: long-term outcome and prognostic implication with quantitative Doppler assessment. *Circulation* 2001;103:1759–1764.
17. Lamas GA, Mitchell GF, Flake, GC, et al. Clinical significance of mitral regurgitation after acute myocardial infarction. *Circulation* 1997;96:827–833.
18. Lancellotti P, Troisfontaines P, Toussaint AC, et al. Prognostic importance of exercise-induced changes in mitral regurgitation in patients with chronic ischemic left ventricular dysfunction. *Circulation* 2003;108:1713–1717.
19. Lancellotti P, Pierard LA. Chronic ischaemic mitral regurgitation: exercise testing reveals its dynamic component. *Eur Heart J* 2005;26:1816–1817.
20. Abe Y, Ymai T, Ohue K, et al. Relation between reduction in ischemic mitral regurgitation and improvement in regional left ventricular contractility during low dose dobutamine stress echocardiography. *Heart* 2005;91:1092–1093.
21. John L, Couper G, Kinchla N. Decreased operative risk of surgical treatment of mitral regurgitation with or without coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:1575–1578.
22. Giga V, Ostojic M, Vujisic-Tesic B, et al. Exercise-induced changes in mitral regurgitation in patients with prior myocardial infarction and left ventricular dysfunction: relation to mitral deformation and left ventricular function shape. *Eur Heart J* 2005;26:1860–1865.
23. Otto CM, Burwash IG, Legget ME, et al. Prospective study of asymptomatic aortic stenosis, clinical, echocardiographic, and exercise predictors of outcome. *Circulation* 1997;95:2262–2270.
24. Lancellotti P, Lebois F, Simon M, et al. Prognostic importance of quantitative exercise Doppler echocardiography in asymptomatic valvular heart stenosis. *Circulation* 2005;112(Suppl I):1377–1382.
25. Lancellotti P, Karsera D, Tumminello G, et al. Determinant of an abnormal response to exercise in patients with asymptomatic valvular aortic stenosis. *Eur J Echocardiogr* 2008;9:338–343.
26. Schwammenthal E, Vered Z, Moshkowitz Y, et al. Dobutamine echocardiography in patients with aortic stenosis and left ventricular dysfunction, predicting outcome as a function of management strategy. *Chest* 2001;119:1766–1777.
27. Monin JL, Monchi M, Gest V. Aortic stenosis with severe left ventricular dysfunction and low transvalvular pressure gradients: risk stratification by low dose dobutamine echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2001;37: 2101–2107.
28. Nishimura RA, Graham JA, Connolly HM, et al. Low-output, low gradient aortic stenosis in patients with depressed left ventricular systolic function: the clinical utility of the dobutamine challenge in the catheterization laboratory. *Circulation* 2002;106:809–813.
29. Quere JP, Monin JL, Levy F, et al. Influence of preoperative left ventricular contractile reserve on postoperative ejection fraction in low-gradient aortic stenosis. *Circulation* 2006;113:1738–1744.
30. Borer JS, Hochreiter C, Herrold EM, et al. Prediction of indications for valve replacement among asymptomatic or minimally symptomatic patients with chronic aortic regurgitation and normal left ventricular performance. *Circulation* 1998;97:525–534.
31. Lewis SM, Riba AL, Berger HJ, et al. Radionuclide angiographic exercise left ventricular performance in chronic aortic regurgitation: relationship to resting echocardiographic ventricular dimensions and systolic wall stress index. *Am Heart J* 1982;103:498–504.
32. Goldman ME, Packer M, Horowitz SF, et al. Relation between exercise-induced changes in ejection fraction and systolic loading conditions at rest in aortic regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1984;3: 924–929.
33. Greenberg B, Massie B, Thomas D, et al. Association between the exercise ejection fraction response and systolic wall stress in patients with chronic aortic insufficiency. *Circulation* 1985;71:458–465.