

RELATIVNĚ NÍZKÝ GRADIENT PŘI NORMÁLNÍ EJEKČNÍ FRAKCI LEVÉ KOMORY NEVYLUCUJE ZÁVAŽNOU AORTÁLNÍ STENÓZU

Jaroslav Kajzr, Jiří Endrys

I. interní klinika FN v Hradci Králové

Hemodynamická závažnost u aortální stenózy je kromě symptomatologie často posuzována na základě hodnocení ejekční frakce a gradientu aortální chlopně při ultrazvukovém vyšetření. Autoři popisují případ nemocného, u kterého byla echograficky a ventrikulograficky zjištěna ejekční frakce levé komory 60% a relativně nízký střední gradient (37 a 33 mmHg). Katetrizace však prokázala významnou aortální stenózu s indexovanou plochou ústí 0,4 cm²/m² vysvětlující symptomatologii nemocného. Autoři rozebírají možné chyby v hodnocení této vady a katetrizační techniku vyvinutou na pracovišti.

Klíčová slova: aortální stenóza, gradient, plocha ústí, srdeční výdej.

RELATIVELY LOW GRADIENT AND NORMAL LEFT VENTRICLE EJECTION FRACTION DOES NOT EXCLUDE HAEMODYNAMICALLY SIGNIFICANT AORTIC STENOSIS

Haemodynamic significance of aortic stenosis along with symptomatology is often assessed according to left ventricle ejection fraction and aortic valve gradient. The authors present a case report of a patient with ejection fraction 60% and relatively low mean aortic gradient were measured by ultrasound (37 mmHg) and catheterization (33 mmHg). Severe aortic stenosis with aortic valve area index 0,4 cm²/m² was discovered by cardiac catheterization. Possible errors and pitfalls in aortic stenosis evaluation are presented. Catheterization technique developed at our department is discussed.

Key words: aortic stenosis, gradient, valve area, cardiac output.

Interv Akut Kardiol 2004;3:207–209

Úvod

Závažná aortální stenóza je život ohrožující, ale přitom chirurgicky dobře řešitelnou chorobou^(1, 2). Úlohou kardiologa je vadu rozpoznat, zhodnotit její závažnost a včas indikovat chirurgickou léčbu⁽³⁾.

Závažnost vady je posuzována podle symptomatologie (anginózní syndrom, levokomorová insuficience, presynkopy/synkopy) a podle hemodynamických parametrů⁽⁴⁾. Vzhledem ke své dostupnosti, neinvazivitě a reproduciibilitě je echografie základní pomocnou metodou k zhodnocení závažnosti vady, umožňující také stanovení plochy ústí. U části nemocných však nepřináší dostatečně přesnou kvantifikaci⁽⁴⁾, například z důvodu habitu nemocného (obezita, plicní emfyzém, nemožnost získat adekvátní rovinu řezu) a z morfologických změn chlopně (kalcifikace v anulu a cípech chlopně). Je také zatížena interindividuální chybou. Neinvazivní zhodnocení je často zjednodušeno na hodnocení ejekční frakce levé komory (EF) a stanovení gradientu aortální chlopně. Podle amerických doporučení pro diagnostiku a léčbu chlopních vad je střední gradient u závažné aortální stenózy a normálním minutovém výdeji >50 mmHg⁽⁴⁾. Stenózy s nižším gradientem při normální EF jsou hodnoceny jako málo, či středně významné⁽⁵⁾. Jak vyplývá z níže uvedeného vzorce, gradient je kvadratickou funkcí průtoku. V rozsahu normálních hodnot minutového

výdeje může dojít mezi minimální a maximální normální hodnotou CO až ke zdvojnásobení hodnoty gradientu. Malé snížení průtoku vede k velkému snížení gradientu a naopak. Normální EF však nevylučuje snížený tepový objem (TO). Fyziologická EF při relativně nízkém středním gradientu tedy nevylučuje závažnou aortální stenózu. Odložení operačního řešení v takovém případě může být fatálním rozhodnutím.

K definitivní objektivizaci je potřeba vždy stanovit plochu stenotického ústí, kterou považujeme za nejstabilnější parametr v hodnocení závažnosti vady⁽⁶⁾. Katetrizace umožňuje její výpočet podle Gorlinů⁽⁷⁾:

$$AVA = \frac{CO}{44,3 \times \sqrt{SEP \times TF \times MAoG}}$$

kde AVA je plocha aortálního ústí, CO je minutový výdej srdeční, SEP je systolická ejekční perioda, MAoG je střední gradient.

Rovnice je považována za zlatý standard ve výpočtu plochy⁽⁷⁾. Abychom mohli hodnotu CO posuzovat u daného jedince, vztahujeme ji k jeho velikosti, vyjádřenou povrchem těla dle Duboise⁽⁸⁾ a tím získáme hodnotu srdečního indexu (CI). Ze stejného důvodu provádíme na našem pracovišti indexaci plochy chlopně (AVAI). Vypočítáme jí podílem absolutní plochy ústí a tělesného povrchu, nebo dosa-

zením CI do vzorce pro výpočet plochy místo CO. V případě současné regurgitace je nutno hodnotu CO korigovat o regurgitační objem, o který se skutečný průtok přes chlopně zvětší. Proto u všech nemocných vyšetřovaných pro aortální stenózu provádíme také aortografii. Hodnocení regurgitace je na našem pracovišti semikvantitativní. Aortální regurgitace lehkého stupně (I/IV) představuje regurgitační volem do 20% TO, středního stupně (II/IV) 20–40% TO, závažná (III/IV) 40–60% TO a extrémní (IV/IV) nad 60% TO. Uvedené hodnoty byly zjištěny srovnáním aortografických náleží s hodnotami regurgitačního objemu měřeními barevnou dilucí. Výpočet regurgitačního objemu provádíme podle vzorce:

$$R = \frac{\% \text{ reg}}{(100 - \% \text{ reg})} \times CO$$

kde R je velikost regurgitace v litrech, %reg je procento regurgitace stanovené z aortografie, CO je srdeční výdej.

Hodnota R se připočítá k hodnotě CO, čímž vzniká hodnota valvulárního průtoku v době systolické ejekční periody a dosadí do vzorce dle Gorlinů (Endrys J: nepublikovaná data).

Popis případu

Třiasedmdesátiletý obézní diabetik, hypertonik, kuřák se syndromem námahové anginy

pectoris, byl přijat pro progredující námahovou dušnost a fibrilaci síní s rychlou odpovědí komor nejasného trvání. Při přijetí byl slyšitelný systolický šelest 2–3/6 na hrotě bez jednoznačné propagace, dýchání čisté, sklípkové. Nebyly přítomny známky systémového městnání. Po podání β -blokátoru došlo druhý den po přijetí k verzi na sinusový rytmus.

Na rentgenovém snímku byly známky redistribuce krevního toku do horních plicních polí. Srdeční stín, mediastinum a plicní hily byly normální velikosti.

EKG při přijetí: fibrilace síní s odpovědí komor kolem 150/min. Po navození sinusového rytmu 58/min., fyziologické převodní intervaly, hypertrofie a zatížení levé komory srdeční.

UZ vyšetření srdce: normální velikost levé komory a ostatních srdečních oddílů (end-diastolický rozměr levé komory 56 mm; end-systolický rozměr levé komory 32 mm, EF 60%, septum 12 mm, levá síň 41 mm). Maximální a střední gradient aortální chlopně byl 58 a 37 mmHg, maximální a střední rychlosti toku 382 cm/s a 290 cm/s. Byly zjištěny kalcifikace a snížená pohyblivost aortální chlopně. Nebyly známky plicní hypertenze. Vyšetřitelnost byla limitovaná kalcifikacemi v chlopni a habitem nemocného. Nález byl zhodnocen jako středně významná aortální stenóza.

Katetrizace byla provedena cestou pravostranných femorálních cév. Na koronárním řečišti byl normální nález s výjimkou stenózy ramus posterolateralis dexter (RPLD) do 50%. Aortální gradient byl zjištěn simultánním měřením tlaků v ascendentní aortě a levé komoře koaxiální metodou podle Endryse a kol⁽⁹⁾. Pravostranná katetrizace včetně termodiluce byla provedena Swan-Ganzovým katétre. Mitrální gradient byl vyloučen současným měřením zaklíněného tlaku a tlaku v levé komoře (LK). Hemodynamické nálezy jsou uvedeny v tabulce 1.

Levokomorová ventrikulografie: rozsáhlé kalcifikace aortální chlopně, normální kontraktilita LK, hypertrofie papilárních svalů. Mitrální regurgitace není přítomna.

Aortografie vyloučila aortální regurgitaci.

Interpretace nálezu

Závažná degenerativní aortální stenóza s rozsáhlými kalcifikacemi chlopně a selháním LK.

Hemodynamicky nevýznamná stenóza RPLD.

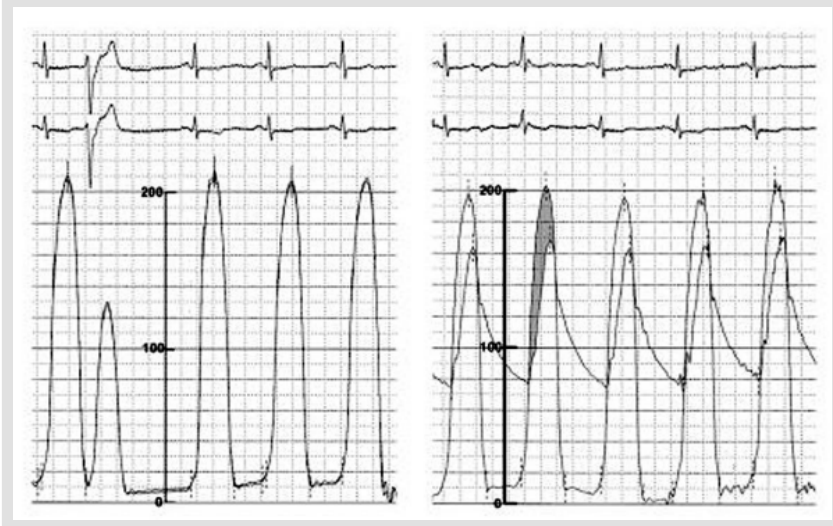
Diskuze

Pokud by vyšetření bylo omezeno na hodnocení EF a gradientu, byl by podle orientačních kritérií pravděpodobně nález interpretován jako středně významná aortální stenóza nesplňující indikační kritéria k operaci^(4, 10). Stanovení plochy ústí použi-

Tabulka 1.		
ejekční frakce	60	%
pravá síň	10/7/4	mmHg
pravá komora	27/10	mmHg
plicní tepna	29/10/15	mmHg
zaklíněná plicní tepna	15/13/11	mmHg
levá komora	210/22	mmHg
aorta	166/75/109	mmHg
minutový objem	4,07	l/min
srdeční index	2	l/min/m ²
plicní vaskulární rezistence	0,98	W.j.
vrcholový gradient na aortální chlopni	34	mmHg
střední gradient na aortální chlopni	33	mmHg
absolutní plocha aortálního ústí	0,8	cm ²
indexovaná plocha aortálního ústí	0,4	cm/m ²
váha	88	kg
výška	170	cm
tělesný povrch	1,99	m ²

Obrázek 1. Měření gradientu aortální chlopně koaxiální metodou: vlevo: simultánní měření tlaků pigtailem a dlouhým zavaděčem, které byly retrográdně koaxiální metodou zavedeny do levé komory. Vpravo: Měření gradientu aortální chlopně mezi levou komorou a ascendentní aortou.

Vlevo je simultánní záznam 2 tlakových levokomorových křivek. Zapsané křivky jsou prakticky identické, což dokazuje vyloučení technické chyby v jejich záznamu. V pravé polovině záznamu je měření gradientu aortální chlopně po vytažení zavaděče do aorty. Průměrná hodnota středního gradientu je stanovena katetrizačním počítačem Cathcor Siemens z měření všech komplexů v průběhu 10vteřinového vzorku. Plocha gradientu je znázorněna šedou barvou. Průměrný tlak v levé komoře byl 201/22 mmHg, tlak v ascendentní aortě 166/75/109 mmHg. Vrcholový gradient 35 mmHg a střední gradient 33 mmHg. Kolísání systolického tlaku zdůrazňuje potřebu simultánního měření v levé komoře a aortě. Posun záznamu je 25 mm/vteřinu



tím rovnice kontinuity při UZ vyšetření nebylo provedeno vzhledem k nálezu aortálních kalcifikací, které omezují aplikace rovnice kontinuity⁽¹¹⁾.

Vyšetřovaný byl obézní diabetik (BMI = 29,5), kuřák a dlouholetý hypertonik. Anamnéza dušnosti by mohla být vysvětlena kuřáckou bronchitidou a obezitou, případně fibrilací síní s rychlou odpovědí komor. Anginózní symptomy by mohly být vysvětleny nálezem stenózy RPLD, postižením malých

cév u diabetika, či rychlou tepovou frekvencí před přijetím do nemocnice.

Katetrizace umožnila přesnou kvantifikaci vady. Jde o závažnou aortální stenózu (AVAI = 0,4 cm/m²) s nízkým CI (2 l/min/m²) a zvýšeným plicním tlakem levé komory (22 mmHg). Tento nález vysvětluje symptomatologii vyšetřovaného. Pro degenerativní proces svědčí věk nemocného a nález kalcifikací v aortální chlopni. Hypertrofie papilárních svalů je reakcí na tlakové přetížení.

Hodnota CO = 4 l/min. se sice udává jako fyziologická, avšak hodnota CI = 2 l/min/m² je zřetelně pod rozmezím normálních hodnot (2,7–3,7 l/min/m²), což demonstruje význam používání indexovaných parametrů. Hodnota CI společně se zvýšením plicního tlaku na 22 mmHg svědčí pro selhání LK. TO vypočítaný dělením CO tepovou frekvencí činil 64 ml, tedy na dolní hranici normy⁽¹²⁾. Vzhledem k povrchu těla 1,99 m² jde již o hodnotu sníženou, která vysvětluje relativně nízký gradient při normální EF.

Volumetrické stanovení objemů na našem pracovišti neprovádíme. V praxi může být použito pouze za předpokladu, že se ověří shoda hodnot TO získaných z volumetrie s hodnotami získanými termodilucí, případně barvivovou dilucí podle Fickova principu.

Diskrepance v hodnotách plicního tlaku LK, tlaku v plicních kapilárách a plicní tepně v tabulce 1 jsou dány nesimultánním měřením.

Technika katetrizace

Po provedení selektivní koronarografie zavedeme Swan-Ganzův katétr do plicní tepny. Tím jej připravíme k okamžitému měření CO po stanovení gradientu aortální chlopně. Poté provedeme zavedením 4F pigtailu a dlouhého 6F zavaděče retrogradní katetrizaci LK koaxiální metodou⁽⁶⁾ (obrázek 1 – levá část). Vždy ověříme identitu křivek napojením pigtailu a zavaděče na měřicí systém. Naměřený gradient po vytažení zavaděče je pak bezchybný (obrázek 1 – pravá část). Pomalým vytahování zavaděče z LK do aorty podél pigtailu v LK za skiaskopické kontroly a při současném hodnocení obou tlakových křivek vyloučíme případnou subvalvulární stenózu. Pak měříme simultánně gradient LK – aorta. Bezprostředně poté stanovíme CO termodilucí. Tento způsob zaručuje správné stanovení plochy stenotického ústí. Dále měříme zaklíněný tlak v plicní tepně a současně v LK k vyloučení mitrální stenózy. Provedeme měření tlaků v plicní

tepně, pravé komoře a pravé síni. Následuje levokomorová ventrikulografie přes pigtail. Po vytažení pigtailu provedeme aortografii přes dlouhý zavaděč. Ten musí být umístěn 3 cm nad chlopní pro ideální zobrazení ascendentní aorty. Tento postup zaručuje získání všech parametrů k optimální kvantifikaci vady.

Retrogradní katetrizace LK u nemocných s významnou aortální stenózou je spojena s rizikem systémové embolizace. V prospektivní práci Omrana a kol.⁽¹⁴⁾ byl výskyt zjevného neurologického deficitu po průniku přes stenotickou aortální chlopně 3 % a výskyt nálezu konzistentního s klinicky něnou embolizací do mozku při vyšetření magnetickou rezonancí dokonce 22 %. Pokud nelze retrogradně proniknout do LK do 10 minut, je možné katétr do LK zavést po transeptální punkci metodou podle Endryse a kol.⁽¹³⁾. Při správném provedení nebyla zaznamenána srdeční tamponáda ani systémová embolizace⁽¹³⁾.

Závěry

1. Gradient musí být hodnocen v kontextu s aortálním průtokem, nikoliv ejekční frakcí.
2. Závažnou chybou je posuzování závažnosti stenózy pouze podle gradientu. Střední gradient <50 mmHg může být spojen se závažnou, středně závažnou i nevýznamnou aortální stenózou⁽¹⁵⁾.
3. Normální ejekční frakce nevylučuje nízký srdeční výdej ani tepový objem. Snížení TO při normální EF můžeme očekávat u diuretiky léčených nemocných s koncentrickou hypertrofií LK.
4. Nejstabilnějším parametrem v hodnocení závažnosti stenózy je indexovaná plocha aortálního ústí⁽⁶⁾. Je-li získána katetrizačně za předpokladu dodržení popsaného postupu, je nezávislá na aktuálních změnách hemodynamiky a osobě vyšetřujícího.

Literatura

1. Rosenhek R, Binder T, Porenta G, et al. Predictors of Outcome in Severe, Asymptomatic Aortic Stenosis. *N Engl J Med* 2000; 343: 611–617.
2. Carabello BA. Evaluation and Management of Patients with Aortic Stenosis. *Circulation* 2002; 105: 1746–1750.
3. Braunwald E, Zipes DP, Libby P, et al. *Heart Disease*. 6th edition. Philadelphia W. B. Saunders Company 2001: 1671–1680.
4. Carabello B, deLeon A, Edmunds LH, et al. ACC/AHA Guidelines for Management of Patients with Valvular Heart Disease. *JACC*; 1998: 1486–1588.
5. Windecker S, Hess O M. Noninvasive Assessment of Valvular Function. In Crawford et al. *Cardiology*. Second edition. Mosby Edinburg 2004.
6. Endrys J, Yousof AM, Stránský P. Assessment of severity of aortic stenosis. Comparison of gradient and valve area. *Pediatr Cardiol* 1986; 6: 236.
7. Baim DS, Grossman W. *Grossman's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention*. Sixth edition. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins, 2000: 193–210.
8. Dubois D, Du Bois EF. Height – weight formula to estimate the surface area of man. *Proc Soc Exp Biol* 1916; 13: 7–78.
9. Endrys J, Varghese K, Thomas CS, Hayat N. New precise method for measurement and localization of pressure gradient in aortic stenosis using single arterial entry. *Cor Vasa* (abstr) 2000; 42: K 147.
10. Doporučené postupy pro diagnostiku a léčbu nemocných s chlopenní vadou v dospělosti. Úprava z roku 1999. <http://www.kardio-cz.cz/>
11. Oh T H, Seward J, Tajik Z S. *The Echo Manual*. 2nd Edition Mayo Foundation; 1999: 111.
12. Šimek J. *Fyziologické hodnoty u člověka*. 2. vydání; Avicenum Praha 1986: 52.
13. Endrys J, Hayat N, Uthaman B, Thomas Ch S, Varghese K. Transeptal catheterization made safe – free of cardiac tamponade. *Cor et Vasa* 2001; 43(4): 164–171.
14. Omran H, Schmidt H, Hackenroch M, et al. Silent and apparent cerebral embolism after retrograde catheterisation of the aortic valve in valvular stenosis: a prospective, randomised study. *Lancet* 2003; 361:1241–1246.
15. Rahimtoola SH. Severe aortic stenosis with low systolic gradient. The good and bad news. *Circulation* 2000; 101: 1892–1894.