

ECHODIDAKTIKA

Echokardiografické zhodnocení aortální chlopně u nestabilního pacienta – základní vyšetření

Šachl R., Dobiáš M., Kunstýř J.

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny 1. LF UK a Všeobecná fakultní nemocnice, Praha

Anest. intenziv. Med., 26, 2015, č. 6, s. 350–354

SOUHRN

Vyšetření aortální chlopně je součástí komplexního echokardiografického vyšetření jak stabilního, tak především hemodynamicky nestabilního pacienta. V takových situacích je třeba vyloučit či potvrdit dekompenzovanou významnou stenózu, regurgitaci, bakteriální endokarditidu či jinou patologii na nativní či protetické chlopni. Patologie aortální chlopně je často důvodem selhávání srdce jako pumpy a časná echokardiologická diagnostika umožňuje rychle a dobře se u nestabilního pacienta orientovat. Autoři textu seznamují anesteziology a intenzivisty se základními metodami vyšetření aortální chlopně, především v podmínkách intenzivní péče.

KLÍČOVÁ SLOVA

echokardiografie – aortální stenóza – aortální regurgitace – kontinuální doppler – barevný doppler – M-mode

ABSTRACT

Šachl R., Dobiáš M., Kunstýř J.: Echocardiographic evaluation of the aortic valve in the unstable patient – basic considerations

The aortic valve assessment is a part of complex echocardiographic examination for a compensated patient however especially for a haemodynamically unstable patient. In these conditions we need to rule out or confirm decompensated severe aortic stenosis, aortic regurgitation, infective endocarditis or other pathology of native or prosthetic valve. The pathology of aortic valve is a common cause of heart failure and therefore early echocardiographic assessment allows fast and correct decision in a care of an unstable patient.

Authors of the paper get to know the anesthesiologists and intensivists the fundamental principles of assessment of the aortic valve especially in condition of intensive care.

KEYWORDS

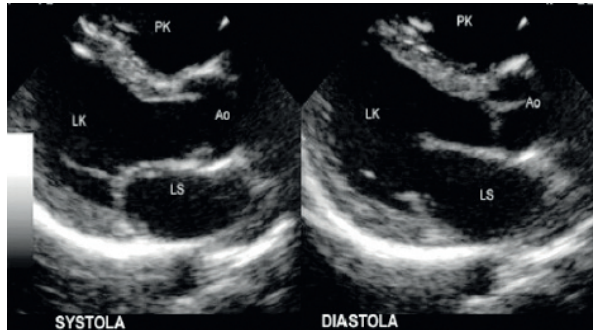
echocardiography – aortic stenosis – aortic regurgitation – continuous wave doppler – colour flow doppler – M-mode

ANATOMIE

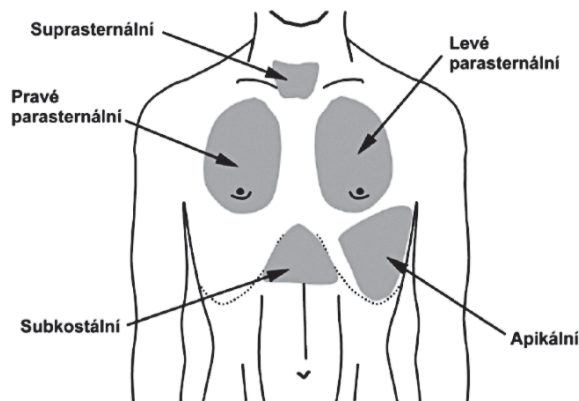
Aortální chlopeň (AV) je semilunární chlopeň se třemi cípy podobné velikosti. Cípy jsou pojmenovány po koronárních arteriích, které z nich odstupují. Popisujeme tedy pravý koronární cíp (RCC), levý (LCC) a nekoronární (NCC) – cíp bez odstupu jakékoliv arterie. AV je spojnici mezi výtokovým traktem levé komory (LVOT) a kořenem aorty. AV je také součástí kořene aorty, poslední struktury srdce, kterou zde míjí obíhající krev.

Cípy za normálních okolností (absence nízkého srdečního výdeje, obstrukce LVOT či strukturálních změn chlopně) separují minimálně na 15 mm, což je dobře vidět během systoly v parasternální dlouhé ose (PLAX) v M-modu s kurzorem kolmo k dlouhé ose LVOT a otevřeným cípům AV. Zde je v horní části obrazu chlopně LCC nebo NCC a v dolní části vždy RCC (obr. 1). V parasternální krátké ose (PSAX) se AV během diastoly zobrazí jako znak výrobce automobilů Mercedes. Zde je RCC nahoře, LCC vpravo a vlevo je NCC. Chlopeň je na obraze

obklopena odspodu a ve směru chodu hodinových ručiček levou síní (LA), pravou síní (RA), pravou komorou (RV) a kmenem plicnice. Cípy chlopně se otevírají v ústí s plochou okolo 35 mm². Aortální anulus (AA) je místo měřeného průměru chlopně v odstupu jejích cípů během systoly. Normální hodnoty AA šířky jsou v PLAX do 26 mm. Barevné dopplerovské měření (CFD) v tomto místě dobře kvantifikuje aortální regurgitaci (AR).



Obr. 1 Parasternální dlouhá osa, PLAX
PK – pravá komora, LK – levá komora, LS – levá síň, Ao – aorta
Se svolením převzato od prof. Linhart, II. IK 1. LF UK a VFN
Praha.



Obr. 2 Echokardiografická okna
Se svolením převzato od prof. Linhart, II. IK 1. LF UK a VFN
Praha.

ZOBRAZENÍ

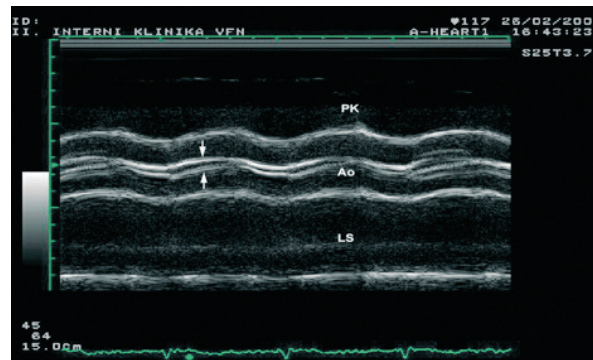
Ideální polohou pro vyšetření AV je levý bok (obr. 2). Tu ale pacient v intenzivní péči velmi často nemůže zaujmout.

Parasternální projekce

• dlouhá osa, PLAX

Sondu umístíme parasternálně vlevo ve 3. mezižebří. Zobrazovací rovina protíná pravé rameno a levou kyčel s kurzorem směřujícím kranálně. Je zde shora vidět RV, mezikomorové septum (IVS)

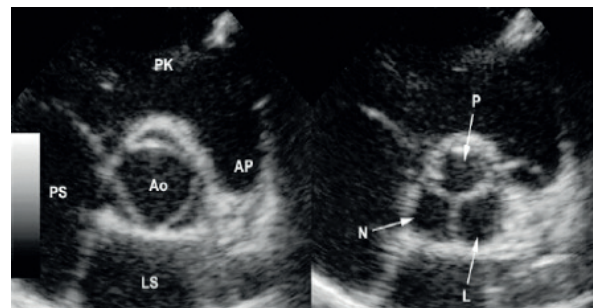
s nasedajícím LVOT a kořenem aorty, levá komora (LV) v dlouhé ose a její zadní stěna (viz obr. 1). V horní části PLAX vlastní chlopně identifikujeme RCC a v dolní části nejčastěji NCC nebo LCC. Detailní analýzu pohybu cípů v čase zde umožňuje zobrazení v M-modu (obr. 3). V M-modu během diastoly vidíme symetrickou centrální linii odpovídající zavření cípů. Patologií bývá snížená separace cípů během systoly u aortální stenózy (AS) a perzistující separace i během diastoly u regurgitace (AR). CFD v PSAX řezu umožní klasifikovat AR.



Obr. 3 Aortální stenóza v parasternální projekci M-modu, AS MM
PK – pravá komora, Ao – aorta, LS – levá síň, šipky v místě otevření cípů chlopně.
Se svolením převzato od prof. Linhart, II. IK 1. LF UK a VFN
Praha.

• krátká osa, PSAX

Pootočením sondy z předchozí pozice o 90° ve směru chodu hodinových ručiček zobrazíme AV uprostřed jako trojčípou hvězdu (obr. 4). Zevně od chlopně je v dolní část obrazu LA, vlevo pak RA s trikuspidální chlopní (TV) a výtokovým traktem RV (RVOT), po směru toku krve je pak pulmonální chlopně (PV). CFD zde opět umožní hodnotit regurgitační jet.



Obr. 4 Aortální chlopně v transverzálním řezu, AV PSAX
PK – pravá komora, PS – pravá síň, LS – levá síň, Ao – aorta, AP – arterie pulmonalis, N – nekoronární cíp, P – pravý koronární cíp, L – levý koronární cíp.
Se svolením převzato od prof. Linhart, II. IK 1. LF UK a VFN
Praha.

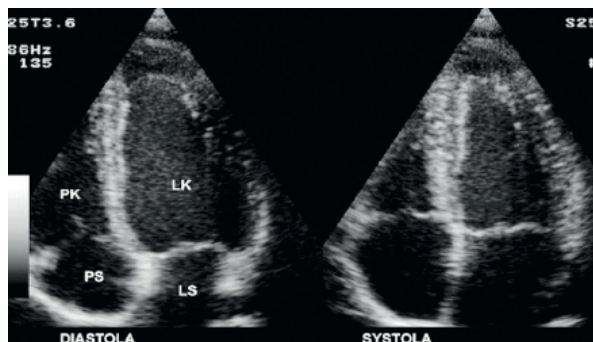
POSTGRADUÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Apikální projekce

Sonda je v medioklavikulární čáře vlevo v 5. mezižebří, rovina řezu přibližně protíná pravou kyčel a levé rameno, s kurzorem orientovaným laterálně.

- 4dutinové okno, A4C

Vpravo na obrazovce zobrazíme levé srdce, vlevo pravé srdce. Je to výchozí pozice pro 3dutinové okno a zobrazuje 4 hlavní srdeční oddíly (obr. 5). AV vidět není.



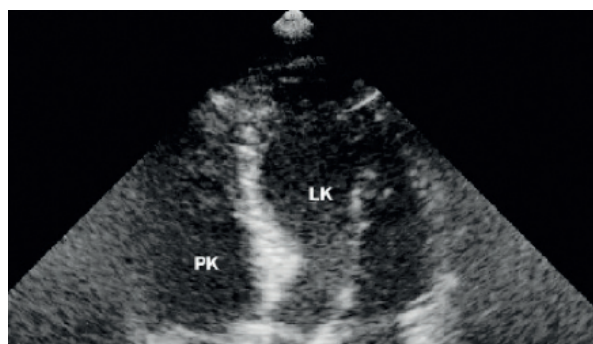
Obr. 5 Čtyřdutinová projekce, A4C

LK – levá komora, PK – pravá komora, LS – levá síň, PS – pravá síň.
Se svolením převzato od prof. Linharta, II. IK 1. LF UK a VFN Praha.

- 5dutinové okno, A5C

Z předchozí projekce sklopíme sondu směrem k páteři a pootočíme o 20 ° po směru chodu hodinových ručiček.

Ve 2D se zobrazí struktury jako v A4C spolu s AV a LVOT (obr. 6). Dostáváme zde dobré podmínky pro vyšetření dopplerem. CFD doplňuje informace o charakteru a propagaci jetu AR.



Obr. 6 Pětídutinová projekce, A5C

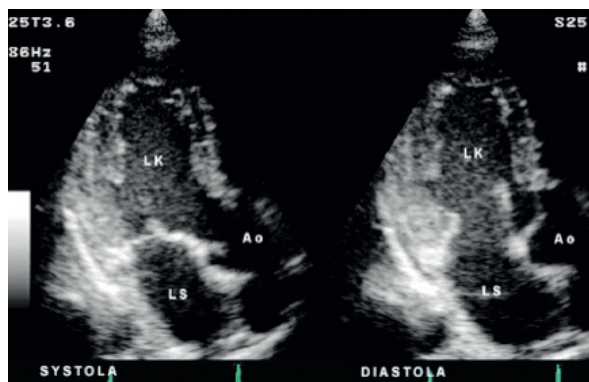
LK – levá komora, PK – pravá komora, LS – levá síň, PS – pravá síň, Ao – aorta.
Se svolením převzato od prof. Linharta, II. IK 1. LF UK a VFN Praha.

- 2dutinové okno, A2C

Vycházíme ze A4C projekce a rotujeme sondu o 60 ° proti směru chodu hodinových ručiček. Zobrazíme oddíly levého srdce.

- 3dutinové okno, A3C

Vyjdeme z předchozí projekce a otočíme sondu o dalších 60 ° stejným směrem (obr. 7). Dostáváme výhodné podmínky k proložení kurzoru pro dopplerovské měření.



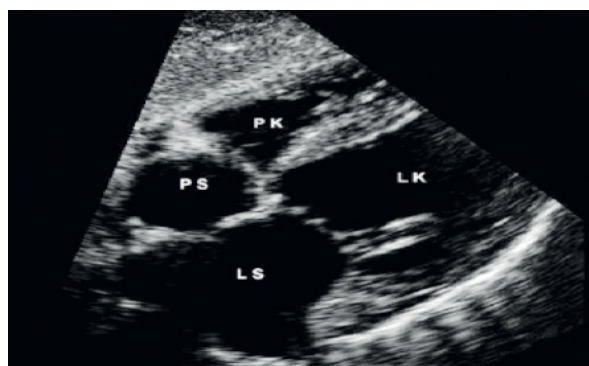
Obr. 7 Třídutinová projekce, A3C

LK – levá komora, LS – levá síň, Ao – aorta.
Se svolením převzato od prof. Linharta, II. IK 1. LF UK a VFN Praha.

Subkostální projekce

- 4dutinová projekce

Sondu přiložíme pod mečíkem, orientovanou k levému rameni s kurzorem směřujícím laterálně vlevo a dostaneme zobrazení podobné A4C (obr. 8). Toto okno je nejvíce využíváno u pacientů v intenzivní péči.



Obr. 8 Subxifoidální projekce, S4C

LK – levá komora, PK – pravá komora, LS – levá síň, PS – pravá síň.
Se svolením převzato od prof. Linharta, II. IK 1. LF UK a VFN Praha.

Subkostální projekce krátké osy

Z předchozí projekce sondu otočíme o 90 ° proti směru chodu hodinových ručiček, kurzor směřuje kraniálně a mírně doprava. Zobrazíme tak projekci podobnou PSAX.

Suprasternální projekce

Sondu přiložíme v jugulární jamce směrem k levému kyčelnímu kloubu. Zobrazí se oblouk aorty s jeho větvemi a část descendentní aorty.

PATOLOGIE

Aortální stenóza

Aortální stenóza (AS) postihuje západní populaci často, je rizikovým faktorem ICHS i náhlé smrti. Původ AS je nejčastěji degenerativní. Cípy jsou při ní deformovány a jejich separace je omezena. Porevmatické postižení je typické fúzí a zesílením okrajů cípů. Nejčastější příčinou vrozené AS je přítomnost bikuspidální AV, méně často vidáme chlopeň unikuspidální. Prognóza neoperovaných pacientů se symptomatickou AS je špatná.

Míru kalcifikačního zesílení cípů dobře hodnotíme v PSAX i PSLAX. Planimetricky měříme plochu ústí v rovině AA.

Anatomicky dělíme AS na valvulární, subvalvulární a supravalvulární. Odlišení těžké AS od nevýznamné je možné při kontrolované zátěži.

Závažnost AS určuje plocha ústí, vrcholová rychlost proudění a střední tlakový gradient. Planimetrické měření plochy v PSAX nebývá vždy nejpresnější. Upřednostňujeme proto měření dopplerovské, u kterého je však velmi důležité získat zobrazení paralelní s průtokem přes AV. K tomu často může pomoci CFD. Vztah gradientu a rychlosti průtoku přes AV je dán Bernoulliho rovnicí:

Tlakový gradient (PG) = $4 \cdot v^2$ nebo $(2 \cdot v)^2$, kde v = rychlost.

Tyto tlaky lze měřit i přímo. Přímé měření gradientů jsou nižší než ty získané dopplerovským měřením.

Při dané ploše ústí se mění tlakový gradient a rychlost průtoku přes AV v závislosti na velikosti srdečního výdeje (CO). Rovnice kontinuity je odvozena z hydraulického zákona (průtok = plocha · rychlost) a slouží k výpočtu plochy AV:

$$AVA = A_{LVOT} \cdot V_{LVOT} / V_{AV}$$

kde AVA = plocha AV, A_{LVOT} = plocha LVOT, V_{AV} = rychlost v AV a V_{LVOT} = rychlost v LVOT.

V praxi tak nejdříve vypočítáme tepový objem (SV):

$$SV = D^2 \cdot 0,785 \cdot VTI_{LVOT} \text{ nebo } SV = (D/2)^2 \cdot \pi \cdot VTI_{LVOT}$$

kde D = průměr LVOT, π = Ludolfovo číslo a VTI_{LVOT} = časově rychlostní integrál v LVOT změřený dopplerem.

A výpočet dokončíme po změření časově rychlostního integrálu proudění přes AV (VTI_{AV}):

$$AVA = (D/2)^2 \cdot \pi \cdot VTI_{LVOT} / VTI_{AV} = SV / VTI_{AV}$$

Plochu vztahujeme na tělesný povrch (BSA), index plochy ústí (AVA_i) vyjadřujeme v cm^2/m^2 .

Definice významné AS je u normální funkce LV:

- Maximální rychlost AV $\geq 4,5$ m/s
- Střední tlakový gradient ≥ 50 mm Hg
- AVA je < 1 cm^2 , AVA_i $< 0,5$ cm^2/m^2

V situaci nízkého SV jsou maximální průtoky a tlakový gradient průtoku přes AV nízké. Ovšem poměry rychlosti nebo VTI (v LVOT a AV) by měly být nezávislé na CO.

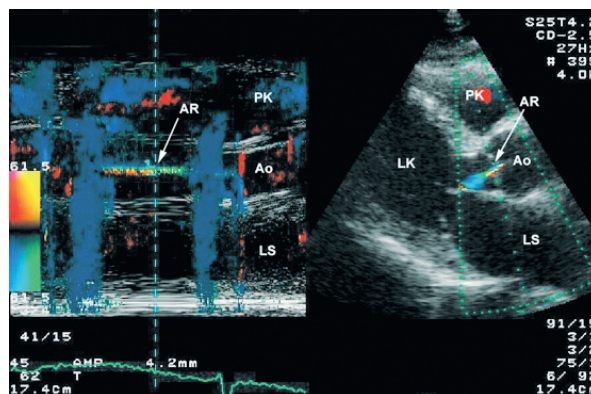
Aortální regurgitace

Akutní aortální regurgitace (AR) vzniká nejčastěji při disekci aorty nebo endokarditidě, která perforuje cípy chlopně či jinak destruuje kořen aorty. Chronická vada bývá spojena s hypertenzní chorobou. Dalšími důvody vzniku AR bývá kolagenóza, arteritida, kalcifikační degenerace, Marfanův syndrom, vrozené abnormality, amyloidóza či jiná strádavá onemocnění. Nejčastějším důvodem AR však bývá dilatace kořene aorty. Etiologicky se zde uplatňuje ateroskleróza, hypertenze nebo i syfilis.

Excentrický jet AR směřující k přednímu cípu MV může omezovat jeho pohyb během diastoly.

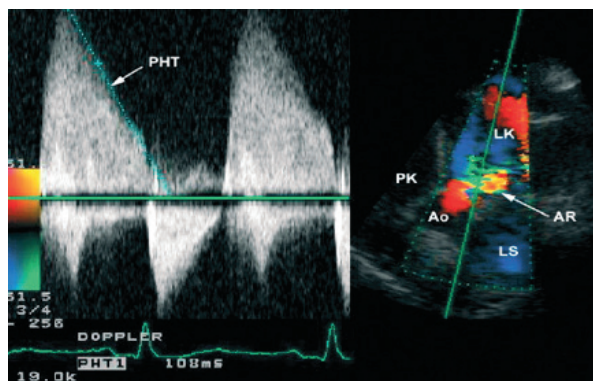
Diagnózu AR stanovíme z CFD, z doppler vyšetření regurgitačního jetu a reverzního průtoku krve v descendentní aortě. CFD je dobře vidět v PLAX a A5C, kde je dobře hodnotitelná propagace jetu.

Šířku regurgitačního jetu v místě jeho vzniku nazýváme Vena contracta (VC) a měří se obvykle v PLAX. Hodnotíme propagaci jetu do LVOT a dále do LV (obr. 9). Další diagnostickou možností je doppler. Významná AR snižuje rychle systémový diastolický tlak a aortální regurgitační signál má kratší decelerační čas, kratší PHT (preassure half time) (obr. 10).



Obr. 9 Aortální chlopeň v parasternální projekci v barevném doppleru (vpravo) a M-modu (vlevo), AR PLAX CFD+MM LK – levá komora, PK – pravá komora, LS – levá síň, AR – aortální regurgitace. Se svolením převzato od prof. Linhart, II. IK 1. LF UK a VFN Praha.

POSTGRADUÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 10 Pětitudinová projekce kontinuální doppler (vlevo), barevný doppler (vpravo), A5C CW+CFD
LK – levá komora, PK – pravá komora, LS – levá síň, Ao – aorta.
Se svolením převzato od prof. Linhart, II. IK 1. LF UK a VFN Praha.

Definice významné aortální regurgitace:

- Poměr šíře regurgitačního jetu a šíře LVOT > 60 % (PLAX)
 - Plocha jetu > 60 % plochy LVOT (PSAX)
 - Vena contracta > 6 mm
 - PHT aortální regurgitace < 250 ms
 - Reverzní průtok v descendentní aortě
- Nejčastěji je AR v rámci kombinované aortální vady. Akutní AR je často bez dilatace LV.

DALŠÍ PATOLOGIE

Cizí tělesa AV jsou dobře vidět v PSAX a PLAX. S přibývajícím věkem pozorujeme ztlustění cípů a uzlíky, které jsou benigní. Podobně se chovají chlopní vlákna či vlákna fibrinu do 5 mm.

Endokardiální vegetace bývají často fixovány k ventrikulární straně cípů a během srdeční činnosti putují skrz chlopeň, mihotají se v proudu. Jejich komplikací bývají deformace cípů či přímo i periferní embolizace. Nejhorší jejich komplikací bývají abscesy a komunikace s dutinami srdce.

LVOT

Povědomí o LVOT je součástí komplexního vyšetření AV. LVOT obstrukce bývá fixní nebo dynamická. Fixní je díky subaortickému zúžení nebo septální hypertrofii. Charakteristický je symetrický hrotnatý tvar křivky doppleru. Dynamická obstrukce vzniká menší vzdáleností mezi předním cípem MV a IVS při hypertrofii srdce či po operaci MV. Terapeuticky snižujeme katecholaminovou podporu v kombinaci s objemovou terapií.

Hemodynamická nestabilita

Hemodynamickým důsledkem AS je dilatace kořene aorty a hypertrofie LK, která progreduje k poruše její systolicko-diastolické funkce. Při nálezu bikuspidální chlopně je nutné vyloučit další přidružené anomálie, protože bývá spojena s patologií descendentní aorty, defektem mezikomorového septa, obstrukcí LVOT a dilatací kořene aorty. Přes hemodynamicky významnou AS je v doppleru zrychlený průtok. Zpomalený vzestup křivky svědčí o významnosti vady, ale její mírný vzestup značí stenózu nevýznamnou. Při podezření na infekční endokarditidu AV je dostačující 2D zobrazení.

Při chronické AR dochází postupně k dilataci LV. U neadaptované LV nastává při akutní AR prudké vyrovnání tlaků mezi LV a aortou. Akutní AR je často bez dilatace LK. Proto dochází k předčasnému uzavěru MV a ke vzniku diastolické mitrální regurgitace, zvyšují se plicní tlaky v LA a může vzniknout i plicní hypertenze s následnou trikuspidální regurgitací.

LITERATURA

1. Linhart, A., Paleček, T., Aschermann, M. *Echokardiografie pro praxi*. Audioscan, spol. s r.o., 2002.
2. Oh, J. K., Seward, J. B., Tajik, A. J. *The Echo Manual*. Third edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
3. Cor Vasa, 49 (6), K157-K171, 2007.
4. Sidebotham, D., Merry, A., Legget, M. *Practical Perioperative Transoesophageal Echocardiography*. Butterworth-Heinemann, 2008.
5. Harmon, D., Frizelle, H., Sandhu, N. S., Colreavy, F., Griffin, M. *Perioperative Diagnostic and Interventional Ultrasound*. Saunders Elsevier, 2008.
6. Böhmeke, T., Schmidt, A. *Echokardiografie*. Grada, 2009
7. Kaddoura, S. *Echo Made Easy*. Second edition, Churchill Livingstone Elsevier, 2009.
8. Feneck, R., Kneeshaw, J., Ranucci, M. *Core Topics in Transoesophageal Echocardiography*. Cambridge University Press, 2010.

Adresa pro korespondenci:

doc. MUDr. Jan Kunstýř, Ph.D.

KARIM 1. LF UK a VFN

U Nemocnice 2

128 08 Praha 2

e-mail: jan.kunstyr@vfn.cz