

Echokardiografie v rukou anesteziologa

MUDr. Michael Stern

Key words:

Transesophageal echocardiography – morphology – hemodynamic – preload – afterload

Úvod:

Echokardiografie prodělala v posledních letech prudký vývoj, jak už v oblasti technologie, tak v počtu vyšetření a v neposlední řadě i v šíři indikaci vyšetření. Je možné získávat stále dokonalejší a přesnější obraz anatomických struktur a přesněji hodnotit funkci kardiovaskulárního systému.

Již v roce 1976 uskutečnil Franzin první vyšetření srdce v průběhu kardiochirurgické operace, tj. perioperační jícnovou echokardiografií¹. Od 80. let se stává toto vyšetření stále častější a rutinně vyžadované. Ukázalo se, že vyšetření probíhající v různých fázích operace může ovlivnit celkový úspěch operace, může dokonce změnit indikaci nebo operační strategii. Poměrně rychlý časový faktor (rychlost změny stavu hemodynamiky na operačním sále, náhlé změny chirurgického postupu), je hlavní výhodou echokardiografického vyšetření. V případě, že je přítomen anesteziolog erudovaný v jícnové echokardiografii (TEE), diagnostický závěr je dílem okamžiku.

Z dosavadních zkušeností z USA, kde je echokardiografie a ultrazvuková diagnostika běžnou rutinní vyšetřovací metodou pro intenzivisty a anesteziology, a ze zkušeností ze zemí Evropské Unie vyplývá, že v současné době nelze provozovat intenzivní a resuscitační péči bez dostupnosti echokardiografického přístroje. Na každé větší jednotce intenzivní péče je dostupnost echokardiografického vyšetření základní podmínkou existence jednotky samotné. Není pochyb o tom, že echokardiografie je jedním z prvních vyšetření u kardiopulmonálního selhání, nejasných bezvědomí a u všech resuscitovaných nemocných.

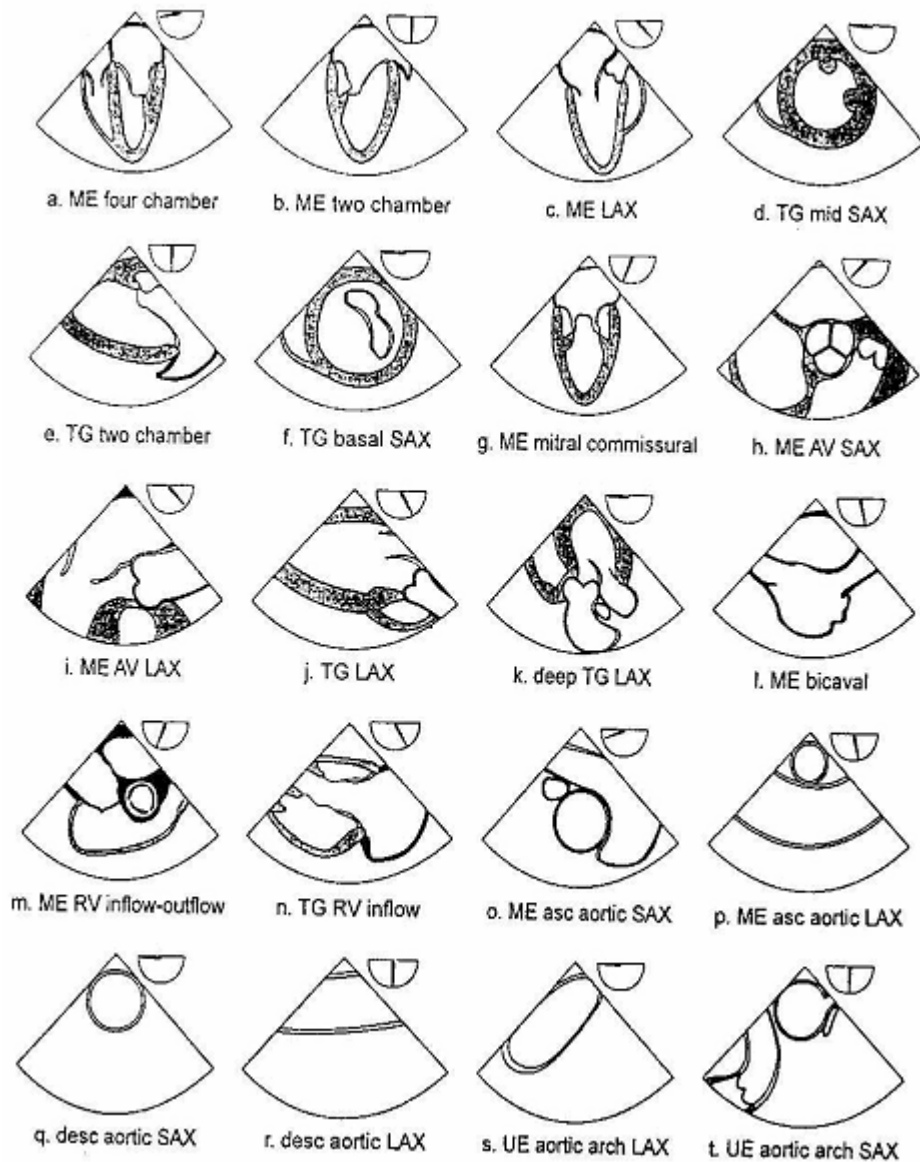
Je zcela zřejmé, že naprostou většinu diagnóz u hemodynamicky nestabilních pacientů lze určit pomocí echokardiografie a až dle dalšího vývoje a typu postižení indikovat rozšíření monitoringu např. o plicnicový katetr (PAC). Domníváme se, že echokardiografický přístroj může být v rukou anesteziologa-intenzivisty optimálně využívanou pomůckou, jejíž využití bude zcela jistě stoupat nejenom na našich odděleních. Potřeba efektivního využívání přístrojové techniky a finanční návratnosti investic volá po nutnosti komplexního zvládnutí echokardiografického monitoringu v intenzivní péči a po využití multimodálních ultrazvukových přístrojů intenzivisty nejenom pro echokardiografii. Při potřebě zvládnutí komplexního echokardiografického vyšetření je však spolupráce s kardiologem - specialistou na echokardiografii nutná a nezastupitelná.

Oblasti využití TEE v anesteziologii

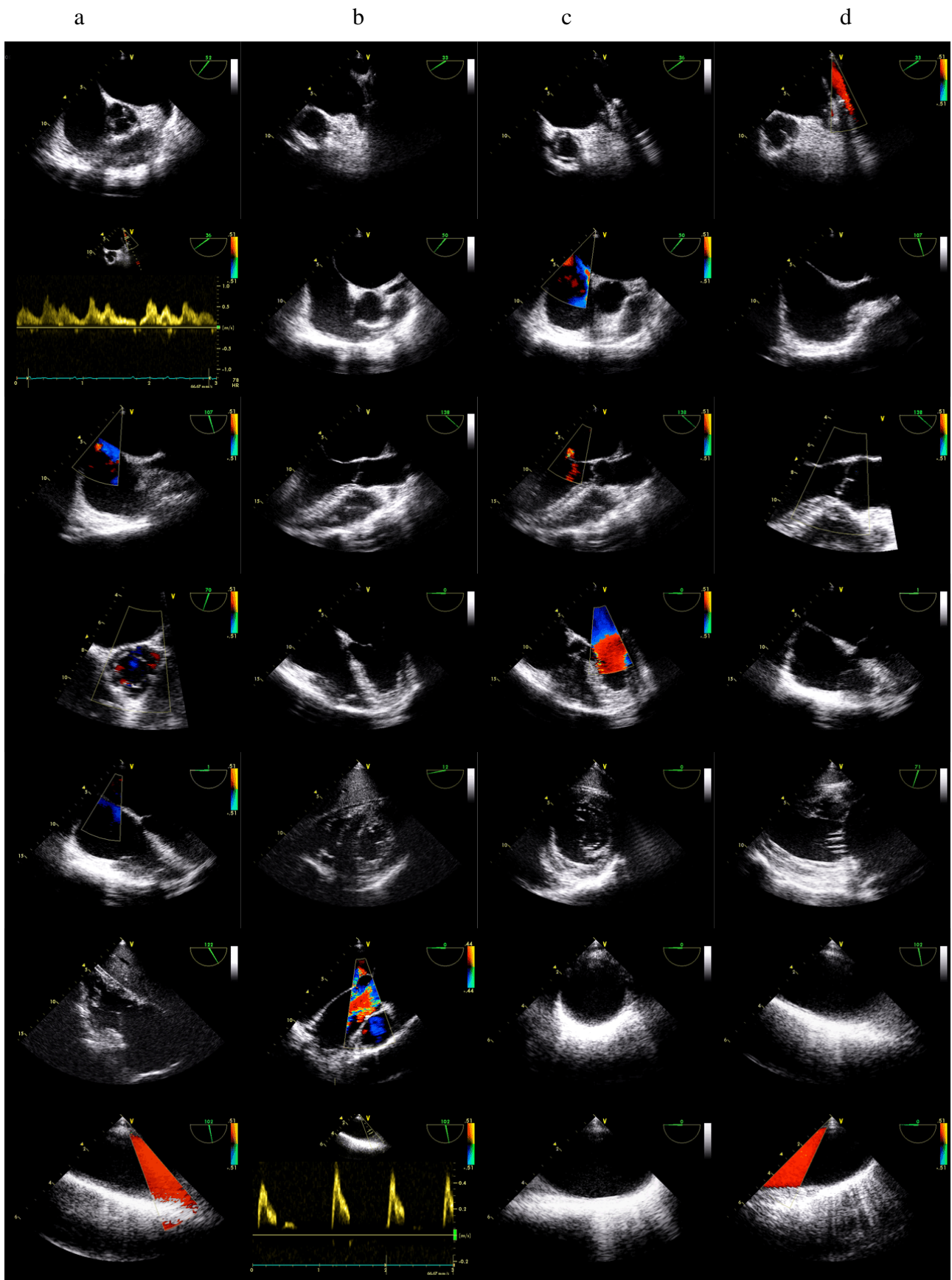
1. Kardiochirurgie
2. Intenzivní péče
3. Nekardiochirurgická operativa

Přínosem vyšetření pomocí TEE je v první řadě zhodnocení morfologie a velikosti srdečních oddílů, jejich kinetiky a vyšetření kompetence chlopní. V neposlední řadě je to pak zhodnocení hemodynamiky (ejekční frakce, srdečního výdeje a tlaků v srdečních oddílech). V roce 1999 byli uveřejněny americkou echokardiografickou společností doporučení pro provádění perioperační jícnové echokardiografie², kde bylo definováno základní názvosloví (poloha sondy a manipulace se sondou), sjednoceny standardní projekce (viz obr.1) doporučené k vyšetření srdce pomocí TEE a definována základní anatomie srdečních oddílů a anatomie chlopní.

Obr.1. Základních 20 projekcí pro perioperační TEE (dle ASE/SCE guidelines)



Obr. 2. Základní TEE projekce (normální TEE nález, vyšetřitelnost běžná 5/10)



Základní TEE vyšetření

U TEE vyšetření je použito dvou zobrazovacích „oken“ pro zobrazení srdce a velkých cév – transesophageálního a transgastrického. Jícnové projekce využívají fakt, že srdce je dobře viditelné přes levou síň naléhající na střední část jícnu, a dále aortu naléhající na horní část jícnu. Mezi těmito echokardiografickými „okny“ je výpadek obrazu, protože zde křížuje jícen levý bronchus, který nedovolí úplně vyšetřit horní část ascendentní aorty a začátek aortálního oblouku.

Pro zavádění TEE sondy do jícnu doporučujeme nastavení vyšetřovací roviny multiplanární sondy do polohy 0° (příčná orientace vyšetřovací roviny vzhledem k sondě).

1. Po zavedení TEE sondy do střední části jícnu a lehké deviaci konce sondy dopředu (předklon) tak aby došlo ke kontaktu čidla sondy se stěnou jícnu, se objeví první ze základních TEE projekcí - projekce na krátkou osu srdeční (**ME SAX**, viz obr. 1a). V této projekci je viditelná morfologie a průtoky *aortální chlopně*, velikost a útvary v *levé síni*, *síňové septum* a velikost a útvary v *pravé síni*.

Mírnou rotací sondy doleva (proti směru hodinových ručiček) zobrazíme lépe *ouško levé síně* (obr. 1b) a lehkým povytažením sondy a rotací doleva zobrazíme ústí levé horní *plicní žíly* (obr.1c). K optimálnímu umístění kurzoru pulzního dopplera do ústí plicní žíly nám pomůže CFM mód (obr. 1d), na obrázku 2a je normální přítok z levé horní plicní žíly do síně (obr. 2a).

Rotací sondy v **ME SAX** doprava (ve směru hodinových ručiček) zobrazíme lépe *síňové septum* (obr. 2b), v CFM módu ověříme jeho celistvost (obr. 2c). Lehkým zastrčením sondy do jícnu zobrazíme *výtokový trakt pravé komory, plicnici* a její *chlopeň*.

2. Rotací zobrazovací roviny multiplanární TEE sondy asi do polohy 90-110° přejdeme do projekcí v dlouhé ose (**ME LAX**, event. **ME 2-chamber**, event. **ME 2D**). Touto rotací „skenujeme“ *síňové septum* a opět ověřujeme jeho celistvost v CFM módu (obr. 3a). Při této podélné projekci (a zachovalé rotaci TEE sondy doprava) zobrazíme současně ústí *horní i dolní duté žíly* do pravé síně (obr. 2d).

Rotací TEE sondy doleva zobrazíme dlouhou osu levé komory (LK), *výtokový trakt LK*, podélně *aortální chlopeň* a začátek ascendentní aorty (obr. 3b). Dále je dobře viditelná morfologie *mitrální chlopně*, její průtoky a proudy v levé síni (obr. 3c).

Detailní zobrazení jednotlivých struktur (např. *aortální chlopeň* – obr. 3d) na většině přístrojů umožňuje ZOOM mód (high resolution zoom). Otočením roviny multiplanární TEE sondy o asi 90° detailně zobrazíme příčně *aortální chlopeň* (MO SAX ZOOM – obr. 4a).

3. Rotací roviny multiplanární TEE sondy zpět do příčné roviny (0°) a zasunutím TEE sondy hlouběji do jícnu (ale ne ještě do žaludku) zobrazíme srdce v tzv. **4-dutinové projekci** (ME 4-chamber, event. ME 4CH, event. ME 4D). V této projekci (obr. 4b) hodnotíme velikosti a kinetiku komor, morfologii *mitrální a trikuspidální chlopně*, jejich průtoky (obr. 4c). Při lehkém povytažení TEE sondy se zobrazuje i *výtokový trakt levé komory, aortální chlopeň* a *bulbus aorty* (obr. 4c). Deviací TEE sondy lehce dozadu (záklon) se lépe zobrazí *síňové septum* (obr. 4d), kde můžeme opět vyšetřit jeho celistvost v CFM módu (obr. 5a).

4. Do **transgastrických projekcí** se dostaneme zavedením TEE do žaludku. Nejdříve srovnáme konec TEE sondy do roviny (tj. zrušíme všechny deviace) a meandrovitým rotačním pohybem za současného lehkého dopředného tlaku překonáme přirozené zúžení při průchodu jícnu přes bránici. Při proniknutí sondy pod bránici se objeví v TEE obraze *jaterní lalok*. Poté předkloníme konec TEE sondy do té míry, až se nám objeví příčná projekce na levou i pravou komoru (**TG SAX**). V této projekci hodnotíme kinetiku a velikosti obou komor a celistvost *komorového septa* (obr. 5b).

Povytažením TEE sondy zobrazíme *mitrální chlopeň* v příčné projekci (obr. 5c). V této projekci jsou viditelné oba cípy *mitrální chlopně* a jejich *komisury*. Rotací roviny TEE sondy podélně (obr. 5d) zobrazíme i *subvalvulární aparát, přední* (zde dole) a *spodní* (zde nahoře) *stěnu levé komory* (**TG LAX**).

Rotací TEE sondy doprava zobrazíme podélně pravostranné srdeční oddíly, trikuspidální chlopeň a její subvalvulární aparát (obr. 6a).

V hluboké transgastrické projekci je viditelné srdce z hrotu, nicméně tato projekce je obtížná při rotovaných a příčně uložených srdcích, kdy srdeční hrot nenaléhá na spodní stěnu bránice. V tom případě vidíme srdeční oddíly přes pravou komoru nebo pravou síň (obr. 6b).

5. Vyšetřením hrudní aorty pokračujeme rotací a povytažením TEE sondy tak, aby se nám zobrazila příčná projekce na descendentní aortu (obr. 6c). Postupným vytahováním TEE sondy prohlížíme celou descendentní aortu. Rotací roviny multiplanární TEE sondy asi do 90° získáme podélný řez descendentní aortou (obr. 6d). Orientaci aorty v této podélné projekci můžeme ověřit v CFM módu (obr. 7a, kde vpravo je červeně zobrazený proud z aortálního oblouku směrem k sondě). Průtoky můžeme měřit pulzním dopplerem (obr. 7b). Při dalším vytahování TEE sondy do horní části jícnu se při příčné pozici vyšetřovací roviny multiplanární TEE sondy zobrazí aortální oblouk (obr. 7c). Rotací sondy doprava zobrazíme dále horní část ascendentní aorty, přítok můžeme ověřit v CFM módu (obr. 7d).

V následující tabulce jsou u jednotlivých projekcí popsány viditelné anatomické struktury a jejich patologie:

Tab. 1. Charakteristika standardních TEE projekcí (dle ASE/SCE guidelines)

Projekce	Zobrazované struktury	Zobrazované patologie
a. ME 4-chamber, „čtyřdutina“	levá síň	kinetika a velikost srdce
	levá komora	defekt septa síní
	mitrální chlopeň	Poruchy mitrální chlopně
	trikuspidální chlopeň (maximální velikost anulu)	Poruchy trikuspidální chlopně Detekce intrakardiálního vzduchu
b. ME 2-chamber, „dvojdutina“	ouško levé síně	Trombus v oušku levé síně
	Mitrální chlopeň	Přítomnost trombu / nádoru
	Hrot levé komory (maximální délka levé komory)	Patologie hrotu levé komory Patologie systolické funkce levé komory
c. ME LAX (long axis), dlouhá osa levé komory	Levá komora	Patologie mitrální chlopně
	Mitrální chlopeň (anulus)	Patologie výtokového traktu levé komory
	Výtokový trakt levé komory	
d. TG Mid SAX (short axis), transgastická krátká osa v úrovni papilárních svalů	Dutina levé komory	Hemodynamická nestabilita
	Svalovina levé komory	Zvětšení levé komory
	Papilární svaly	Hypertrofie levé komory
		Systolická dysfunkce levé komory Hodnocení preloadu levé komory

e. TG 2-chamber, transgastrická dvoj dutina	Mitrální chlopeň Závěsný aparát mitrální chlopně Kinetika levé komory	Systolická dysfunkce levé komory (zadní a přední stěny)
f. TG basal short axis – transgastrická krátká osa basální	Mitrální chlopeň Závěsný aparát mitrální chlopně Levá komora (basální segment)	Dysfunkce levé komory (basální segmenty) Patologie mitrální chlopně
g. ME mitral commissural – jícnová projekce na komisury mitrální chlopně	Mitrální chlopeň (P1,P3,A2) Papilární svály a závěsný aparát Levá síň Levá komora	Lokalizace mitrální patologie
h. ME aortic valve short axis – krátká osa na úrovni aortální chlopně	Funkce a struktura aortální chlopně	Patologie morfologie aortální chlopně Aortální stenóza
i. ME aortic valve long axis – dlouhá osa na úrovni aortální chlopně	Výtokový trakt levé komory Funkce aortální chlopně Ascendentní aorta	Patologie aortální chlopně Patologie kořene a ascendentní aorty Patologie výtokového traktu levé komory
j. TG LAX – transgastrická „dlouhá osa“	Cípy mitrální chlopně Závěsný aparát mitrální chlopně Kinetika levé komory (anteroseptální a zadní stěny)	Dysfunkce levé komory (anteroseptální a zadní stěny – v bazálních segmentech)
k. deep TG LAX, hluboká transgastrická „dlouhá osa“	Levá komora Aortální chlopeň Aorta	Patologie aortální chlopně Patologie výtokového traktu levé komory
l. ME bicaval, jícnový pohled na obě duté žíly	Pravá síň Ústí dolní a horní duté žíly Mezisiňové septum	Defekt septa síní Přítomnost tumoru Přítomnost kanyl v pravém srdci
m. ME RV inflow-outflow – pohled na plnění a výtokový trakt levé komory	Plicnicová chlopeň Trikuspidální chlopeň Kmen a. pulmonalis Výtokový trakt pravé komory	Patologie plicnicové chlopně Patologie a. pulmonaris (embolus) Patologie výtokového traktu pravé komory

n. TG RV inflow – transgastrický pohled na plnění pravé komory	Cípy trikuspidální chlopně Závěsný aparát trikuspidální chlopně Pravá komora	Dysfunkce pravé komory Patologie trikuspidální chlopně
o. ME Asc Aortic SAX – „krátká osa“ na ascendentní aortu	Aorta v krátké ose Arteria pulmonalis (kmen a pravé hlavní větvení)	Ateroskleróza aorty Disekce aorty Patologie plicní artérie (embolus, dilatace)
p. ME Asc Aortic LAX – „dlouhá osa“ na ascendentní aortu	Ascendentní aorta v dlouhé ose Pravá plicní artérie v krátké ose	Ateroskleróza aorty Disekce aorty
q. Desc Aortic SAX – „krátká osa“ na descendentní aortu	Descendentní aorta v krátké ose	Ateroskleróza aorty Disekce aorty
r. Desc Aortic LAX – „dlouhá osa“ na descendentní aortu	Descendentní aorta v dlouhé ose	Ateroskleróza aorty Disekce aorty
s. UE Aortic Arch LAX – „dlouhá osa“ na aortální oblouk	Aortální oblouk (distální část)	Ateroskleróza aorty Disekce aorty Vizualizace místa kanylace aorty
t. UE Aortic Arch SAX – „krátká osa“ na aortální oblouk	Aortální oblouk v krátké ose Kmen plicní artérie (často špatně vidět)	Ateroskleróza aorty Disekce aorty

Kinetiku hodnotíme spolu s monitorací EKG na echo přístroji, kdy nám pomůže přesně rozlišit jednotlivé fáze srdečního cyklu.

Druhou částí informací, které nám přináší vyšetření pomocí echokardiografu je hodnocení hemodynamických parametrů.

Kardiovaskulární hemodynamika

Mezi základní hemodynamické ukazatele patří

1. preload
2. kontraktilita
3. afterload

Obecně je hodnota srdečního výdeje (CO, cardiac output) násobkem srdečního tepového objemu (SV, stroke volume, množství krve vypuzené během jednoho srdečního stahu) a srdeční frekvence (TF), tj.:

srdeční výdej (CO) = tepový objem (SV) x srdeční frekvence (TF)

Pro lepší hodnocení srdečního výdeje s ohledem na tělesnou konstituci můžeme vypočítat srdeční index - cardiac index (CI), kdy srdeční výdej vydělíme povrchem těla – body surface area (BSA).

$$CI = CO/BSA$$

Povrch těla můžeme jistě změřit, jednoduší je to vypočítat pomocí roztomilé rovnice dle pana Du Boise (1916) $BSA = H^{0,425} \times V^{0,725} \times 71,84$ a vůbec nejjednoduší je když nám to vypočítá přístroj sám ze zadané hmotnosti a výšky. Klíčové zůstává určení tepového objemu (SV). Máme více možností k jeho určení.

1. stanovení SV pomocí EDV a ESV

Hodnoty EDV a ESV vypočteme ze Simpsonovy rovnice, která předpokládá tzv. bullet shaped (tvar hyperboloidu neboli náboje) tvar levé komory. V projekcích ME 2D nebo ME 4D manuálně zakreslíme konturu endokardu levé komory (vynecháme papilární svaly) a přístroj sám vypočte end diastolic volume (EDV) a end systolic volume (ESV). End-systolu a end-diastolu stanovíme buď podle EKG nebo manuálně podle subjektivního hodnocení náplně levé komory. Tepový objem se pak rovná odečtením ESV od EDV.

$$SV = EDV - ESV$$

Pomocí EDV a ESV můžeme vypočítat ejekční frakci (EF), která představuje samotnou kontrakční schopnost myokardu

$$EF = EDV-ESV / EDV \times 100$$

$$EF = SV / EDV \times 100$$

Normální hodnoty EF jsou $66 \pm 8\%$.

2. stanovení SV měřením průtoku v LVOT

Tepový objem získáme vynásobením příčné plochy průtokového ústí – cross section area (CSA) s integrálem průtokové křivky v LVOT – velocity time integral (VTI).

$$SV = CSA \times VTI$$

Příčnou plochu výtokového ústí (CSA) můžeme měřit v ME SAX projekci planimetrocky nebo změřením průměru výtokového traktu levé komory (LVOT) a následným výpočtem. Měření integrálu průtokové křivky (VTI) pak například TG LAX, kdy do výtokového traktu levé komory umístíme kurzor pulzního dopplera (PW). Zde je nejčastější problém v měření, dopplerovský paprsek musí být co nejvíc paralelní s proudem krve, aby skreslení bylo minimální.

Srdeční výdej je ale výsledkem funkce celé kardiovaskulárního systému, tj.

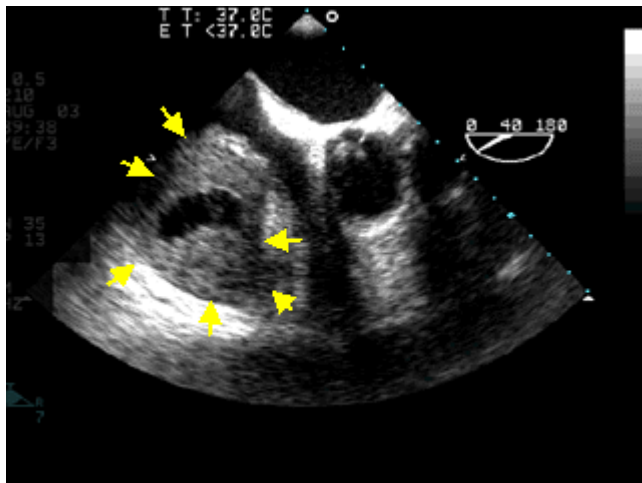
- A. celkovou náplní cévního řečiště
- B. velikostí žilního návratu
- C. funkcí pravého srdce
- D. plicní cirkulací (plicní vaskulární rezistence)
- E. funkcí levého srdce (mimo jiné i kontraktilitou) a jeho plnění (preload)
- F. periferní vaskulární rezistencí (afterload)

Funkce pravého srdce.

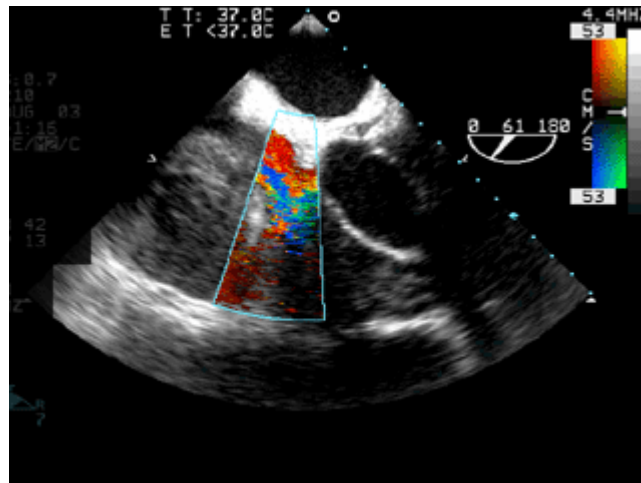
Vzhledem k tomu, že plnění levé komory závisí na funkci pravého srdce, nejdříve probereme funkci pravostranných srdečních oddílů.

Plnění pravé komory přes trikuspidální ústí má podobný dvoufázový charakter jako plnění komory levé, tj. v diastole probíhá časné plnění (vlna E – early phase), poté fáze kontrakce síní (vlna A – atrial phase), která je za normálních okolností menší ($E < A$). Tlakový gradient na trikuspidálním ústí normálně nepřesahuje hodnoty 5/3 mmHg (tj. PG_{max}/PG_{mean}). Kardiochirurgický výkon může ovlivnit plnění pravé komory, např. tamponáda nebo výkon na trikuspidální chlopni.

Na obrázku 3a a 3b uvádím příklad nemocné 2. den po Bentalově operaci s hematodem v perikardu utlačujícím pravou síň a omezujícím plnění pravé komory (Obr. 1).



Obr. 3a. Hematom v perikardu s centrálním resorbci 2. den po Bentalově operaci utlačující pravou síň.



Obr.3b. Turbulentní průtok utlačenu pravou síní a trikuspidálním ústím při hematodu v perikardu.

Vzhledem k tomu, že v průběhu výkonu je nemocný uměle ventilován, žilní návrat a plnění pravé síně je ovlivněno více faktory.

U pravé komory hodnotíme jednak EF, jednak její velikost. Při **hypovolemii** je pravá komora malá, volná stěna může v diastole kolabovat. Při **hypervolemii** může pravá komora dilatovat, její volná stěna se může vyklenovat. U děletrvajících **dilatace pravé komory** je dilatován i anulus trikuspidální chlopně, který přesahuje rozměr 40 mm (nebo TVADI 21 mm/m²) měřený buď v 4-dutinové projekci, nebo v krátké ose na trikuspidální ústí.

Přesná kvantifikace **EF pravé komory** je vzhledem k jejímu tvaru obtížná, ale subjektivní hodnocení kinetiky je pro hrubý odhad EF dostačující.

Dalším důležitým parametrem je měření velikosti **plicní hypertenze**. V případě trikuspidální regurgitace je možné naměřit vrcholový tlakový gradient regurgitačního jetu, který odpovídá systolickému tlaku v plicnici. Měření je možné provést v projekci b2 nebo c4 na Obr. 2, ale problémem je často deviace směru kurzoru kontinuálního dopplera vzhledem ke směru regurgitačního jetu a tím podhodnocení plicní tenze. K hodnotě připočteme samozřejmě velikost centrálního žilního tlaku (CVP).

Při TEE nezapomeneme prohlédnout i a. pulmonalis a její větve. Dilatovaná plicnice s pomalými průtoky při plicní hypertenzi může být zdrojem trombů, nebo ve větvích je možné nalézt i plicní embolus. Navíc o stavu plicní cirkulace vypovídá i charakter průtokové křivky ve výtokovém traktu pravé komory (RVOT), kde měříme akcelerační čas (ACT), který při hodnotě menší 90 ms vypovídá o možnosti plicní hypertenze.

Funkci pravého srdce samozřejmě ovlivňuje **významná vada** trikuspidální chlopně nebo chlopně plicnice.

Tlakové a objemové přetížení pravé komory vidíme u komorových defektů, defektů síňového septa a ostatních zkratových vadách jako např. anomální návrat plicních žil nebo perforace aneuryzmatu Valsalvova sinu.

Preload a diastolická funkce levé komory

Plnění levé síně můžeme hodnotit v MESAX projekci pulsním dopplerem (PW) zaměřeným do levé horní plicní žíly (LUPV). Normálně nalézáme trifazickou křivku: plnění systolické (vlna S), přibližně stejně rychlé plnění diastolické (vlna D) a krátká reverzní vlna způsobená kontrakcí síní (vlna A) (Obr.2 a2). Tlak v levé síni významně ovlivňuje její systolické plnění, proto při tlaku LA > 15 mmHg může být vlna S < D. V případě významné mitrální insuficience je místo vlny S přítomen reverzní proud R. Vlna D odráží end-diastolický tlak v levé komoře (LVEDP), její nízké rychlosti nalézáme při vyšším LVEDP.

Plnění levé komory hodnotíme pomocí kurzoru pulzního doppleru umístěného do ústí mitrální chlopně nejčastěji v ME 2D nebo 4D projekci. Normální plnění levé komory je dvoufázové, vyšší vlna E (early phase) časného plnění a menší vlna A atriálního příspěvku (atrial phase).

Při poruše relaxace levé komory (např. její hypertrofie) dochází k obrácení poměru E a A (E<A), k **diastolické dysfunkci**. Hodnocení průtoku mitrální ústím musíme brát v kontextu s plněním levé síně.

Systolická funkce levé komory

Systolická funkce levé komory patří mezi hlavní ukazatele srdečního výdeje. Funkci levé komory si obvykle hodnotíme jako první. Ve všech projekcích hodnotíme globální EF i regionální kinetiku jednotlivých segmentů levé komory.

Echokardiografické měření afterloadu

Při absenci aortální stenózy nebo jiné obstrukce LVOT nám hodnotu afterloadu odráží střední arteriální krevní tlak. Jinak můžeme afterload stanovit pomocí tlakových gradientů v LVOT nejlépe z TEE transgastrické projekce měřením rychlosti průtoku (projekce Obr. 2 b6).

Zjednodušeně je pak tlakový gradient ΔP roven:
$$\Delta P = 4 \times V_2^2$$

kdy je V_2 maximální rychlost proudu v místě měření.

Závěr

Monitorace hemodynamiky a kinetiky srdečního svalu pomocí TEE je velmi přínosnou metodou v perioperačním managementu polymorbidních pacientů s onemocněním cév. Můžeme reagovat na náhlé změny hemodynamiky na operačním sále nebo na JIP, rychle je diagnostikovat a sledovat reakce na léčbu.

Literatura

1. Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S. ASE/SCE guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiographic examinations. *Anesth Analg* 1999, 89:4:870-884
2. Sidebotham D, Merry A, Legget M. *Practical perioperative transoesophageal echocardiography*. Elsevier Science 2003, ISBN 0-7506-5496-1
3. Stern M., Michálek P. Transezofageální echokardiografie při perioperační monitoraci hemodynamiky. In.: Zazula R.: Ročenka intenzivní medicíny 2004. Galén, Praha, 2004, s. 71-74.
4. Perrino AC, Reeves ST. *A practical approach to transesophageal echocardiography*. Lippincott Williams&Wilkins, Philadelphia, 2003
5. Willens HJ, Kessler KM. Transesophageal echocardiography in the diagnosis of diseases of the thoracic aorta. *Chest* 1999, 116:1172-1179
6. Swenson JD, Bull D, Stringham J. Subjective assessment of left ventricular preload using transesophageal echocardiography, coresponding pulmonary artery pressures. *J Cardioth. Vasc.Anesth.* 2001, 15,
17. Corda DM, Caruso LJ, Mangano DM. Myocardial ischemia detected by TEE in a patient undergoing peripheral vascular surgery. *J Clin Anesth* 2000, 12