

ECHODIDAKTIKA

Základní echokardiografické vyšetření hemodynamiky

Balík Martin

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. LF UK a VFN Praha

*Anest. intenziv. Med., 24, 2013, č. 2, s. 111–115***NEINVAZIVNÍ VYŠETŘENÍ HEMODYNAMIKY**

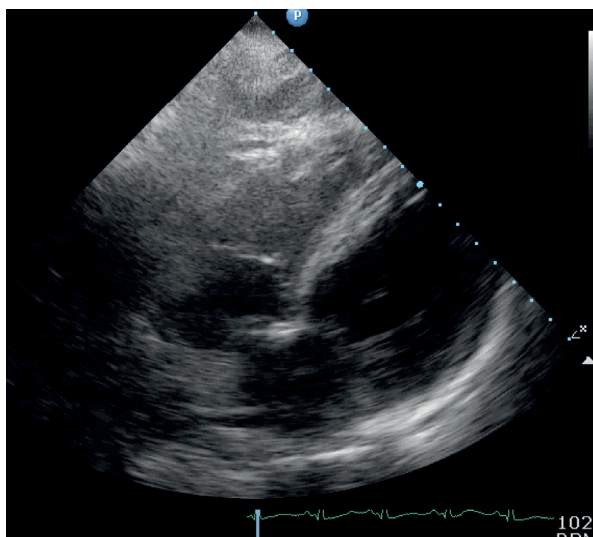
Rutinní aplikace echokardiografie v intenzivní medicíně významně rozšiřuje naše diagnostické možnosti u lůžka nemocného, zejména pak v identifikaci příčin oběhové nestability a/nebo poruchy perfuze orgánů a tkání [1, 2]. V rozhodování nad nestabilním pacientem hraje důležitou roli čas versus závažnost oběhové nestability. V rámci těžkého šokového stavu provádíme cílené (fokuseované) hemodynamické vyšetření (FATE – Focused Assessment with Transthoracic Echocardiography nebo RACE – Rapid Assessment Cardiac Echocardiography) zahrnující základní 4 roviny zobrazení plus vyšetření dolní duté žíly a hrudní sonografii na úrovni plicních bazí (tab. 1). V případě tzv. periresuscitačního echa (FEEL – Focused Echocardiographic Evaluation in Life Support) je to jen vyšetření ze subkostálního okna. Zde je vyšetření ještě více limitováno časem během kardiopulmonální resuscitace a po nahrání několikasekundové smyčky je pokračováno analýzou off-line při pokračujících externích kompresích hrudníku. Základní echokardiografie a protokol FATE (RACE) by se postupně měl stát mandatorní součástí vzdělávacího postgraduálního kurikula v intenzivní medicíně [3, 4, 5]. Toto základní vy-

šetření je z transtorakálního přístupu a zahrnuje jen 2D zobrazení a barevný doppler (CD).

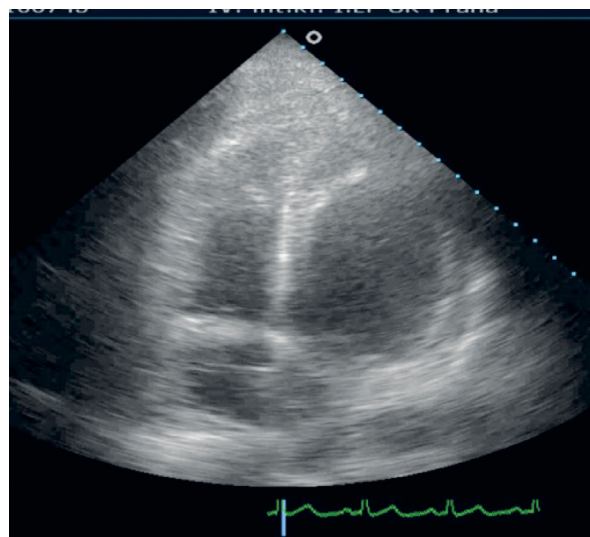
Pokud to čas a stav pacienta dovolí, je vhodné vyšetřit pacienta podle širšího systemizovaného protokolu (tab. 2), který by měl odpovědět na hlavní položky, které mohou mít kauzální vztah k oběhové nestabilitě (tab. 3). Po dosažení odbornosti je na intenzivistovi, zda se bude chtít zapojit do pokračujícího vzdělávacího programu a zvyšovat svoje vzdělání až na expertní úroveň, která by měla být v našich podmínkách garantována evropskými zkouškami a certifikáty. Expertní úroveň již nutně předpokládá protokolizované konzistentně prováděné transtorakální (TTE), ale i transezofageální (TEE) vyšetření, a zahrnuje všechny známé ultrazvukové modalitty včetně spektrálního a tkáňového dopplerovského vyšetření. Vedle standardního TEE se začíná v posledních letech prosazovat i základní kontinuální hTEE pomocí 5 mm silné sondy umožňující biplanární 2D a CD zobrazení. Sonda má garantovanou výdrž 72 hodin a je určena pro jednorázové použití. Charakterem vyšetření se její použití blíží FATE protokolu, zde z transezofageálního přístupu [6].

Tab. 1 FATE

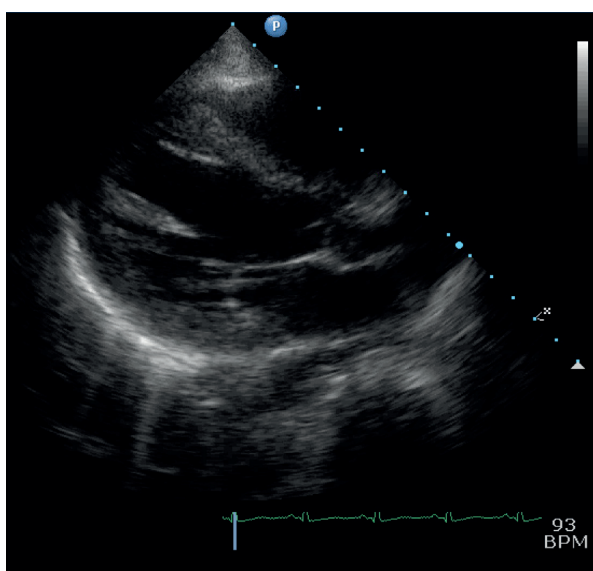
FATE (Focused Assessment with Transthoracic Echocardiography)		
Rovina zobrazení	Hemodynamické položky	Rychlá diagnóza
Subkostální 4C	kontraktilita	obstruktivní šok (tamponáda perikardu nebo hrudníku)
Apikální 4C	preload	hypovolémie
PLAX	perikard	těžké LV selhání
Midpapilární PSAX	pleura	selhání RV (PE)
Bazální UZ hrudníku		



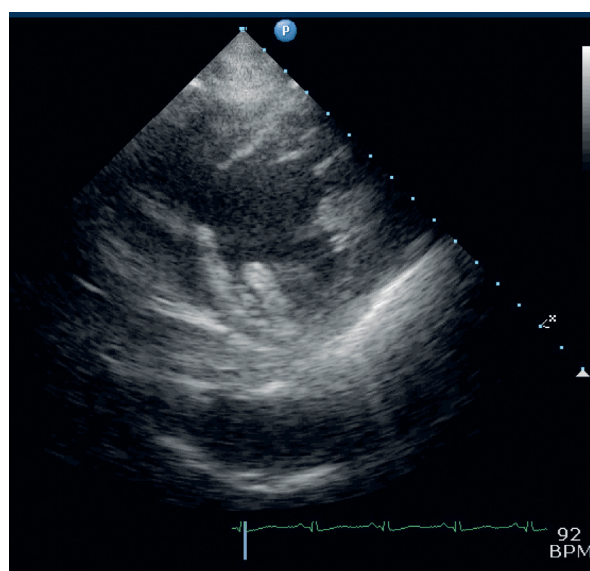
Obr. 1 Subkostální čtyřdutinová (4C) projekce



Obr. 2 Apikální čtyřdutinová (A4C) projekce



Obr. 3 Parasternální vyšetření v dlouhé ose (PLAX)

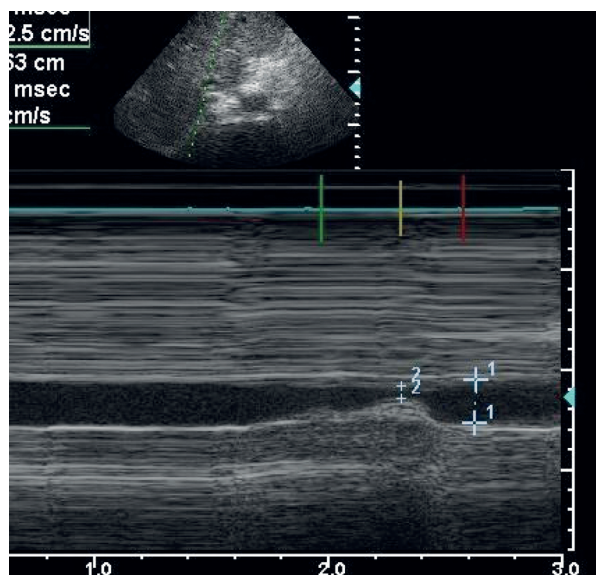


Obr. 4 Parasternální vyšetření v krátké ose na úrovni papilárních svalů (Midpapilární PSAX)

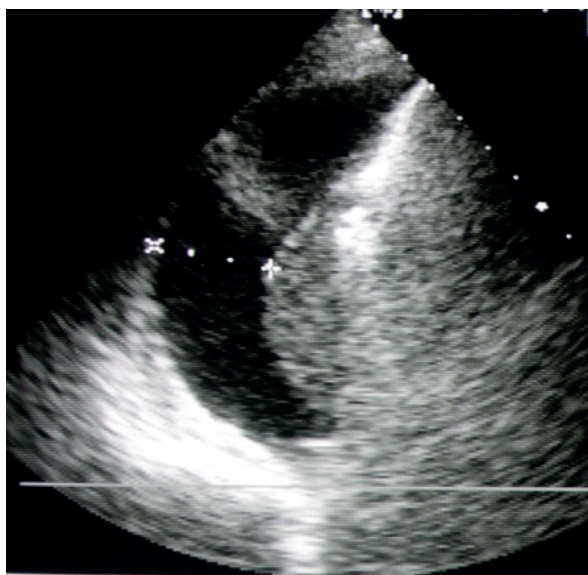
ZÁKLADNÍ FATE (RACE) PROTOKOL JAKO SOUČÁST PŘÍPRAVY K ATESTACI

U velmi nestabilního pacienta je rutinou vyšetření 4 základních projekcí, projekce na dolní dutou žílu a základní hrudní ultrazvuk (FATE, RACE, viz tab. 1). Jde o rychlé TTE vyšetření v emergentní situaci zahrnující jen základní 2D zobrazení rozšířené o barevný doppler.

Objemy srdečních komor lze odhadnout pomocí planárních měření v 2D zobrazení (rozměry, plocha) nebo pomocí volumetrických metod u prostorového zobrazení (3D echo). Volumetrické metody pro posouzení tzv. předtížení (preload) a srdečního výdeje mohou být dostatečné pro sledování trendů, ale měření absolutních hodnot je zatíženo významnou chybou zvláště při derivaci volumetrických dat



Obr. 5 Vyšetření kolapsibility dolní duté žíly (IVC)
Vydatně kolabující IVC implikující pozitivní odpověď na volumexpanzi.



Obr. 6 Vyšetření plicní baze – pro názornost výpotek
jako hypodenzní separace pleurálních listů

Tab. 2 Přehled základních projekcí aplikovaných v rutinním transtorakálním echokardiografickém vyšetření kriticky nemocného

Rovina vyšetření	Hlavní využití
Parasternální dlouhá osa	LK, IVC, zsLK, LS, LVOT, aortální sinus, kontraktilita (septum, zadní stěna), enddiastolická separace ALL-septum, aortální M-mode, aortální a mitrální kinetika a CD, perikard
Parasternální PK inflow	trikuspidální chlopeč, PK inflow, CW v trikuspidální chlopni (PAPs)
Parasternální krátká osa – úroveň aortální chlopně	aortální chlopeč, pulmonální chlopeč, pulmonální PW, trikuspidální chlopeč
Parasternální krátká osa – úroveň papilárních svalů	LK a PK kontraktilita, EDA, ESA, papilární svaly
Apikální 4dutinová	LK a PK kontraktilita (boční, septum), M-mode trikuspidální, mitrální prstenec, mitrální PW, trikuspidální CW, perikard
Apikální 5dutinová	aortální CD a CW doppler, LVOT PW doppler
Apikální 2dutinová	LK kontraktilita (spodní, přední, apex), mitrální chlopeč, perikard
Apikální dlouhá osa	LK kontraktilita (zadní, septum), aortální a mitrální doppler
Subkostální podélná	LK (boční, septum, apex), perikard, IA septum
Subkostální příčná	aorta, PK (inflow a outflow), plicnice včetně dopplera, kontraktilita LK, perikard
Projekce na IVC	kolapsibilita v rámci dechového cyklu
Pleurální dutiny	zadní axilární čára – výpotky, medioklavikulární čára – ventrální pneumotorax
Pro přehlednost jsou tučně a kurzívou zvýrazněny projekce protokolu FATE. (LK – levá komora, PK – pravá komora, IA – síňové septum, LS – levá síň, zsLK – zadní stěna levé komory, ALL – anterolaterální cíp mitrální chlopně, CD – barevný doppler, CW – kontinuální doppler, LV – levá komora, IVS – komorové septum, PK – pravá komora, PAPs – systolický tlak v plicnici, EDA – enddiastolická plocha levé komory, ESA – endsystolická plocha levé komory, PW – pulzní doppler, LVOT – trakt levé komory, IVC – dolní dutá žíla)	

POSTGRADUÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Tab. 3 Komplexní echokardiografické vyšetření u kriticky nemocného

Položky základního hemodynamického monitorování	Základní výstupy hemodynamického vyšetření
Preload	hypovolémie, volem
Kontraktilita globální a segmentální Srdeční výdej	primární systolické selhání – systolická funkce LK
Diastolická funkce	primární diastolické selhání – plicní tlaky sekundární diastolické selhání – systolická funkce a plicní tlaky
Afterload	odhad stupně vazodilatace
Pravé srdce a plicnice	selhání PK – systolická funkce, plicní tlaky a afterload
Chlopně	závažná chlopenní vada
Perikard	tamponáda, obstrukce
Aorta	výduť, disekce, trauma
Pleura	výpotky, pneumotorax, atelektázy

z planárních měření v 2D zobrazení. Dopplerovská měření jsou přesnější, nejsou však předmětem základního vyšetření. Jsou nejčastěji aplikována v měření plnění LK, tlaku v plicnici, variace tepového objemu a srdečního výdeje.

Preload, respektive enddiastolický objem, zjednodušeně charakterizuje enddiastolický rozměr levé komory. Enddiastolická plocha (EDA) v midpapilární transverzální parasternální projekci koreluje s intravaskulárním objemem, nikoliv však s okluzním tlakem v plicnici. Dynamické monitorování preload spočívá v monitoringu EDA během nálože tekutin (objemová rezerva v předtížení), cílem volumoterapie je odpověď v EDA a tepovém objemu. Vhodnější je sledování náplně žilního systému, nejlépe na dolní duté žíle jako rozšíření základních FATE projekcí. Kalibr a stupeň kolapsu v rámci dechového cyklu nás přibližně informuje o tlaku v pravé síni. Podobně pokles průsvitu dolní duté žíly (IVC) o více než 13 % v inspiriu může indikovat volumexpanzi u nestabilního pacienta.

Globální kontraktilita se obvykle odhaduje pomocí ventrikulární ejekční frakce, která je většinou kalkulována z frakční změny plochy, respektive objemu LK v diastole a systole v 2D zobrazení. Je možno použít Simpsonův biplanární výpočet, nicméně dostupné studie ukázaly na akceptovatelnou chybu při odhadování ejekční frakce při vyšetření 4–6 projekcí levé komory. Interpretace musí brát v potaz afterload, preload, raménkové blokády, kardiostimulaci nebo paradoxní pohyb septa u přetížení pravé komory srdeční. Výstupem základního vyšetření systolické funkce LK je škála „normální-lehce snížená-středně závažně snížená-těžce snížená“ systolická funkce.

Afterload je nejlépe odhadován pomocí kalkulovaného napětí komorové stěny v endsystole (ESWS – endsystolic wall stress). Vztah je založen na Laplaceově zákoně, a je více využíván v experimentu. Častěji jsou hodnoceny: plocha levé komory v endsystole (ESA), endsystolický průměr levé komory a endsystolická tloušťka stěny. Vazodilatace, např. při septickém šoku, je typicky doprovázena nízkým endsystolickým rozměrem LK, sníženou ESA a tím i zvýšenou ejekční frakcí LK (pokud nedojde k poškození myokardu).

Vyhodnocení segmentálních poruch kinetiky komor (SWMA) umožňuje časnou diagnózu myokardiálního ischemie. SWMA se ukazuje do 15 s od redukce průtoku koronární arterií. Senzitivita je 90% a specifita je 97% versus senzitivita 52% a specifita 84% u ST změn na EKG. Jakákoliv redukce koronárního průtoku v rozmezí 20–80 % normálu vede k SWMA do 15 s. Stejně závažné změny koronárního průtoku mohou vést k ST změnám na EKG během 10 minut nebo nemusejí navodit vůbec žádné změny. Těžší redukce koronárního průtoku (pod 20 %) vedou k výraznější SWMA a zvyšují senzitivitu ECG. Vyšetření všech 17 segmentů levé komory alespoň ze 6 projekcí v kombinaci s EKG umožňuje stanovit i časnou indikaci ke koronarografii. Koronarografie by měla být zvažována u SWMA a klinických příznaků do 6 hodin i u pacientů bez specifických změn na EKG. Myokardiální enzymy pouze potvrzují nebo vylučují diagnózu a jejich důležitost spočívá ve vyloučení či potvrzení subakutní ischemie myokardu.

Vyšetření pravého srdce a plicnice sestává z parametrů získaných v 2D zobrazení a dopplerem. K základním parametrům patří velikost PK měřená

v apikální čtyřdutinové projekci, která by neměla přesáhnout 2/3 velikosti LK. Kontraktilitu PK zjednodušeně charakterizují systolický posun trikuspidálního prstence (TAPSE) a frakční zmenšení plochy PK (FAC). Obě se nejlépe zachytí v apikální čtyřdutinové projekci. Pokles TAPSE souvisí s poklesem ejekční frakce PK, poruchu kontraktility volné stěny PK charakterizuje lépe snížená FAC (pod 35 %).

Při vyšetření perikardu sledujeme separaci perikardiálních listů tekutinou a jejich echogenitu. Hypodenzní tekutina se typicky kumuluje v dolních partiích a je sledovatelná v rámci FATE v krátké ose a za zadní a spodní stěnou LK. Významný výpotek již nacházíme před PK, přední stěnou a cirkulární výpotky i podél boční stěny LK. Pro vyloučení tamponády je důležitá absence kolapsu jakéhokoliv srdečního oddílu. Pro její potvrzení je specifický diastolický kolaps volné stěny PK, významná separace perikardiálních listů a dilatace IVC bez interakce s ventilací.

Využití ultrazvukového přístroje na JIP by nemělo být na základní úrovni limitováno pouze na echokardiografii. Vyšetření pleurální dutiny, kvantifikace/vyloučení pleurální tekutiny a případné vyloučení ventrálního pneumotoraxu pomocí TTE by mělo být integrální součástí transtorakálního echokardiografického vyšetření.

ROZŠÍŘENÉ APLIKACE

Echokardiografické vyšetření je v základní úrovni nedílnou součástí příjmu těžkých traumat a všech nejasných šokových stavů. I když je koncept „zlaté hodiny“ již 20 let starý, k většině úmrtí na rozsáhlá traumata dochází během prvních desítek minut až hodin po příjmu do nemocnice (až 48 %). Prioritou je při příjmu vyloučení traumatu srdce a velkých cév. Rychlé cílené vyšetření perikardu k vyloučení tamponády, obou pleurálních dutin pro hemotorax a pneumotorax a diagnostika hemoperitonea nezabere více jak několik desítek sekund při současném zajišťování pacienta. Transport i na blízké CT a postupná diagnostika hrudníku, břicha a hlavy může v závislosti na kvalitě spirální mechaniky a rentgenek vést ke ztrátě času a zhoršení šance na přežití. Toto CT vyšetření je lépe provést až po iniciačním ultrazvukovém vyšetření, které souhrnně tvoří Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST).

V případě komplexnějšího TTE vyšetření rutinně vyšetřujeme minimálně 11–12 zobrazení trans-

torakálně (viz tab. 2). Toto základní vyšetření opět můžete rozšířit o další projekce a eventuálně i o transezofageální vyšetření. Důležitá je protokolizace, konzistentní přístup k metodice a záznam na digitální medium. Následnou interpretaci echokardiografie a její zápis se závěrem do pacientovy dokumentace je možné v případě nejasností odložit do konzultace se zkušenějším kolegou.

Multimodální ultrazvukový přístroj s možností záznamu by měl být podle současných trendů integrální součástí vybavení pracovišť poskytujících všeobecnou intenzivní péči.

LITERATURA

1. Orme, R. M., Oram, M. P., McKinsty, C. E. Impact of echocardiography on patient management in the intensive care unit: an audit of district general hospital practice. *Br. J. Anaesth.*, 2009, 102, p. 340–344.
2. Price, V., G., Sloth, E. et al. Echocardiography practice, training and accreditation in the intensive care: document for the World Interactive Network Focused on Critical Ultrasound (Winfocus). *Cardiovascular Ultrasound*, 2008, 6, p. 49.
3. Vieillard-Baron, A., Slama, M., Cholley, B., Janvier, G., Vignon, P. Echocardiography in the intensive care unit: from evolution to revolution? *Intensive Care Med.*, 2008, 34, p. 243–249.
4. Mayo, P., Beaulieu, Y., Doelken, P., Feller-Kopman, D., Harrod, C., Kaplan, A., Oropello, J., Vieillard-Baron, A., Axler, O., Lichtenstein, D., Maury, E., Slama, M., Vignon, P. American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest*, 2009, 135, p. 1050–1060.
5. Cholley, B., Mayo, P., Poelaert, J., Vignon, P., Vieillard-Baron, A., Balik, M. et al. (Round Table on Ultrasound in ICU) International expert statement on training standards for critical care ultrasonography. *Intensive Care Med.*, 2011, 37, p. 1077–1083.
6. Hastings, M. H., Roth, S. L. Clinical and Economic Impact of a TEE Monitoring System in Intensive Care. *Crit. Care*, 2011, A161 (poster at 31st ISICEM, Brussels).

Adresa pro korespondenci:

Doc. MUDr. Martin Balík, Ph.D.
Klinika anesteziologie, resuscitace
a intenzivní medicíny
Všeobecná fakultní nemocnice
U Nemocnice 2
120 00 Praha 2
email: martin.balik@vfn.cz