



Přehledový článek | Review article

Využití echokardiografie v akutní kardiovaskulární péči. Souhrn dokumentu připravený Českou kardiologickou společností

(The use of echocardiography in acute cardiovascular care.
Summary of the document prepared by the Czech Society of Cardiology)

Martin Hutýra^a, Tomáš Paleček^b, Milan Hromádka^c

^a I. interní klinika – kardiologická, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, Česká republika

^b II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice, Praha, Česká republika

^c Kardiologické oddělení, Centrum vysoce specializované komplexní kardiovaskulární péče, Fakultní nemocnice Plzeň a Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova, Česká republika

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Dostupný online: 17. 1. 2018

Keywords:

Diagnosis
Echocardiography
Intensive care

ABSTRACT

Echocardiography is one of the most powerful diagnostic and monitoring tools available to the modern emergency/critical care practitioner, and the provision of echocardiography is fundamental to the management of patients with acute cardiovascular disease. Echocardiography can provide important information throughout the whole patient pathway, having been shown to change therapy in 60–80% of patients in the pre-hospital setting, improve diagnostic accuracy and efficiency in the emergency room, reveal the aetiology of unexplained hypotension in 48% of medical intensive care patients and provide information additional to that obtained from the pulmonary artery catheter. In the critical care setting echocardiography can be used to measure/monitor cardiac output and to determine abnormalities of cardiac physiology and coronary perfusion, as well as providing more standard anatomical information related to diagnosis. In this document, we describe the practical applications of echocardiography in patients with acute cardiovascular conditions, in particular with acute chest pain, acute heart failure, suspected cardiac tamponade, complications of MI, acute valvular heart disease including endocarditis, acute disease of the ascending aorta and post-intervention complications.

Lancellotti et al. The use of echocardiography in acute cardiovascular care: Recommendations of the European Association of Cardiovascular Imaging and the Acute Cardiovascular Care Association. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015 Feb;16(2):119-46. doi: 10.1093/ehjci/jeu210. Published on behalf of the European Society of Cardiology. All rights reserved. © The Author 2015. For permissions please email: journals.permissions@oup.com

Adresa: Doc. MUDr. Martin Hutýra, Ph.D., I. interní klinika – kardiologická, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice Olomouc, I. P. Pavlova 6, 775 20 Olomouc, e-mail: martinhutyra@seznam.cz
DOI: 10.1016/j.crvasa.2017.11.007

Úvod

Echokardiografie je jednou z nejužitečnějších diagnostických zobrazovacích metod, kterou může lékař v moderních podmínkách emergentní/intenzivní péče využít. Tímto vyšetřením získané informace mají zásadní vliv na volbu dalšího vedení péče o nemocné s akutním kardiovaskulárním onemocněním. Echokardiografie poskytuje důležité informace po celou dobu péče o pacienta, bylo prokázáno, že získaný echokardiografický náález změni terapeutický přístup u 60–80 % pacientů v přednemocniční péči, zlepši diagnostickou přesnost a efektivitu péče na odděleních urgentního příjmu a odhalí etiologii dosud nevysvětlitelné hypotenze u 48 % pacientů, poskytuje doplňkové informace k výsledkům získaným při pravostranné srdeční katetrizaci. V rámci péče o kriticky nemocné pacienty lze použít echokardiografii k měření/monitoraci srdečního výdeje a ke stanovení abnormalit srdeční funkce a koronární perfuze, stejně tak poskytuje anatomickou informaci o morfologii srdce vztahující se k základní diagnóze. V tomto dokumentu se věnujeme praktickému využití echokardiografie u pacientů s akutními kardiovaskulárními onemocněními, zejména s akutní bolestí na hrudi, akutním srdečním selháním, podezřením na srdeční tamponádu, komplikacemi infarktu myokardu, akutní chlopenní dysfunkcí včetně endokarditidy, akutním postižením vzestupné aorty a komplikacemi po intervenčních výkonech.

Typy echokardiografického zobrazování

Při ultrazvukovém vyšetření pacientů v akutních stavech existuje mnoho faktorů, které mohou tuto proceduru ztěžovat a je nutné je brát v úvahu, jako např.: habitus pacienta, poloha na zádech/břichu, ventilace s pozitivním přetlakem, poranění plic a s tím související okolnosti (pneumothorax/pneumomediastinum), traumata (hlavy a krku, hrudníku), přítomnost katétrů, obvazových ma-

Tabulka 1 – Okolnosti, které mohou ovlivnit echokardiografické nálezy a jejich interpretace u kriticky nemocných pacientů

Ventilace pozitivním přetlakem
• Intubace/ventilace
• Různé ventilační režimy
• Odpojování/odvykání od ventilátoru
Stav intravaskulární náplně
Inotropní podpora
Metabolické okolnosti
Efekt analgosedace na funkce myokardu
Hodnoty pO ₂ /pCO ₂
Mimotělní podpora oběhu
Mimotělní podpora respirace
Různé účinky na pravé a levé srdce
Interventrikulární dependence v kontextu respirační podpory
Definice normálního rozmezí v kritické péči
Vyloučení většiny pacientů ze studií/randomizovaných kontrolovaných studií

teriálů/krytí a drénů. Echokardiografický náález musí být interpretován v kontextu akutního/kritického onemocnění pacienta, a lékař provádějící echokardiografické vyšetření tak musí zohlednit celou řadu faktorů týkajících se pacientů v podmínkách intenzivní péče (tabulka 1). Volba zobrazovací modalita v populaci kriticky nemocných pacientů nebude záviset pouze na senzitivitě a specifitě určité zobrazovací metody pro danou zvažovanou diagnózu, ale musí též zohledňovat rizika transportu pacienta a potenciální vzdálenost nutnou k přepravě na konkrétní oddělení (např. k provedení výpočetní tomografie [CT] nebo srdeční magnetické rezonance [MR]). Z tohoto důvodu echokardiografie jako point-of-care zobrazovací modalita sehrává velmi důležitou roli v akutní kardiovaskulární péči.

Transthorakální echokardiografie

Transthorakální echokardiografie (TTE) je nejčastěji využívanou iniciální zobrazovací metodou při hodnocení akutních srdečních onemocnění. Je široce dostupná, většina kardiologů je vyškolená k provádění TTE a je zpravidla indikována v každém klinickém scénáři, který je spojený s náhlou srdeční příhodou. Optimální transthorakální echokardiografické vyšetření v podmínkách intenzivní kardiovaskulární péče nemusí však být vždy jednoduše proveditelné a často je nutné použít nestandardizované echokardiografické projekce. Pokud je vyšetření omezeno pouze na standardní zobrazovací roviny, mohou být některé patologické stavy snadno přehlédnuty. Navzdory všem těmto úskalím by echokardiografické vyšetření v rámci intenzivní kardiologické péče, pokud je to možné, mělo být provedeno v celém rozsahu pomocí plně vybaveného echokardiografického přístroje.

Transezofageální echokardiografie

V případě nedostatečné diagnostické výtěžnosti transthorakálního vyšetření by mělo následovat provedení jícnového echokardiografického vyšetření (TEE). V podmínkách akutní kardiovaskulární péče může být TEE dokonce upřednostněna před TTE, pokud lze předpokládat, že TTE zobrazení nebude mít diagnostickou výtěžnost, a to zejména v klinických situacích, kdy je nezbytné detailní zobrazení specifických srdečních struktur a/nebo velkých cév. Spoléhání se na výsledek při suboptimálním TTE zobrazení může vést k přehlédnutí nebo nesprávné interpretaci nálezů a k následnému vyslovení chybné diagnózy s potenciálně škodlivými důsledky pro pacienta. Proto je TEE nutno provést zejména v případech akutních aortálních syndromů, u akutní chlopenní regurgitace, akutní dysfunkce chlopenní náhrady, při traumatech hrudníku/disekci aorty a u fibrilace/flutteru síní k vyloučení přítomnosti trombu v oušku levé síně.

Kontrastní echokardiografie

Echokardiografie s využitím kontrastních látek druhé generace umožňuje lepší vizualizaci endokardu, která je využitelná při hodnocení systolické funkce levé komory (LV) u pacientů, kde nejsou dostatečně delineovány kontury endokardu u pseudoaneurysmat levé komory a u intrakardiálních útvarů. U pacientů s akutním srdečním selháním zesiluje aplikace kontrastní látky dopplerovský signál a může být užitečná pro detekci závažné stenózy aortální

chlopně při špatné kvalitě zobrazení. Mechanicky agitovaný fyziologický roztok lze využít k rozlišení intrakardiálního a intrapulmonálního zkratu a může být použit k potvrzení správného umístění kanyly/drénu během ultrazvukem navigované perikardiocentézy.

Ultrazukové vyšetření plic

Ultrazukové vyšetření plic může být provedeno s jakýmkoli komerčně dostupným echokardiografickým přístrojem s možností dvourozměrného zobrazení a je užitečné při diferenciální diagnostice akutní dušnosti, zejména při diagnostice/vyloučení pneumothoraxu, pleurálních výpotků a při průkazu intersticiálního plicního edému.

Cílené ultrazukové vyšetření srdce

Protokoly cíleného ultrazukového vyšetření srdce byly navrženy pro rychlou detekci významné srdeční patologie, hodnocení intravaskulární náplně a biventrikulární funkce, zejména v akutních situacích zahrnujících oběhovou zástavu a poranění srdce. Provedení echokardiografie je doporučováno při diagnostice a terapii pacientů se zástavou oběhu/po ní.

Kapesní zobrazovací zařízení

Technické charakteristiky a kvalita zobrazení u těchto nových miniaturizovaných echokardiografických systémů

jsou obvykle dostačující pro kvalitativní (ale nikoliv kvantitativní) hodnocení funkce komor a chlopní, perikardiálního a pleurálního výpotku nebo extravaskulární plicní vody.

Klinické scénáře

Řada klinických scénářů může být pro kardiologa v akutní péči diagnosticky obtížných (tabulka 2).

Srdeční zástava

Echokardiografie umožňuje potvrdit či vyloučit některé z příčin srdeční zástavy, které nejsou diagnostikovatelné jinou okamžitě dostupnou modalitou (hypovolemie, tamponáda, plicní embolie, těžká dysfunkce levé či pravé komory, infarkt myokardu a tenzní pneumothorax). Pokud je prováděna adekvátně vyškoleným lékařem, nemá periresuscitační echokardiografie negativní vliv na kvalitu kardiopulmonální resuscitace, může potenciálně zlepšit diagnózu a změnit celou následnou léčbu pacienta v akutní kardiologické péči.

Akutní bolest na hrudi

V rámci diferenciální diagnostiky představují pravděpodobně nejdůležitější příčinu akutní koronární syndromy (AKS). Akutní koronární syndromy se často manifestují

Tabulka 2 – Echokardiografické známky indikující či naznačující příčinu akutního stavu v kardiologii

Systolické srdeční selhání	Srdeční selhání se zachovanou ejekční frakcí levé komory	Plicní embolie	Tamponáda ^e
<ol style="list-style-type: none"> 1. EFLK < 45–50 % 2. LVEDD > 55 mm a/nebo > 32 mm/m² 3. LVESD > 45 mm^a a/nebo > 25 mm/m² 4. LVEDV > 97 ml/m² 5. LVESV > 43 ml/m² 6. Abnormální kinetika 7. Funkční MiR a/nebo TR 8. Vrcholová rychlost TR > 3 m/s 9. Aortální časově-rychlostní integrál < 15^a 10. Diastolická dysfunkce (E/A ≥ 2 + DT < 150 ms indikují zvýšené plicní tlaky LV)^b 11. Ultrazukové plicní komety^c 	<ol style="list-style-type: none"> 1. EFLK ≥ 50 % 2. LVEDV < 97 ml/m² 3. LVESV < 43 ml/m^{2a} 4. E-e' ≥ 13^b 5. Ar-A ≥ 30 ms 6. Objem levé síně ≥ 34 ml/m² 7. Vrcholová rychlost TR > 3 m/s 8. Ultrazukové plicní komety^c + známky a symptomy srdečního selhání 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trombus v pravostranných srdečních oddílech 2. Abnormální pohyb septa komor 3. Dilatace pravé síně, pravé komory (poměr end-diastolických rozměrů, resp. ploch pravé a levé komory > 0,6, resp. > 1,0) 4. Globální hypokineze pravé komory 5. McConnellovo znamení hyperkineze hrotu pravé komory^d 6. Lehká až těžká TR 7. Plicní hypertenze přibližně 40–50 mm Hg (> 60 mm Hg v případech preexistující plicní hypertenze) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obvykle velký perikardiální výpotek 2. Obraz „swingujícího“ srdce 3. Kolaps pravé síně (zřídka levé síně) 4. Diastolický kolaps volné stěny pravé komory (zřídka levé komory) 5. Dilatace IVC (bez kolapsu v inspiriu) 6. Nárůst transtrikuspidálního toku a pokles transmitrálního toku v průběhu inspiria (opačný děj v expiriu) 7. Redukce systolických a diastolických toků v systémových žilách a nárůst revezního toku při pravosíňové kontrakci během expiria

^a Může být výrazně ovlivněno léčbou vasoaktivními látkami.

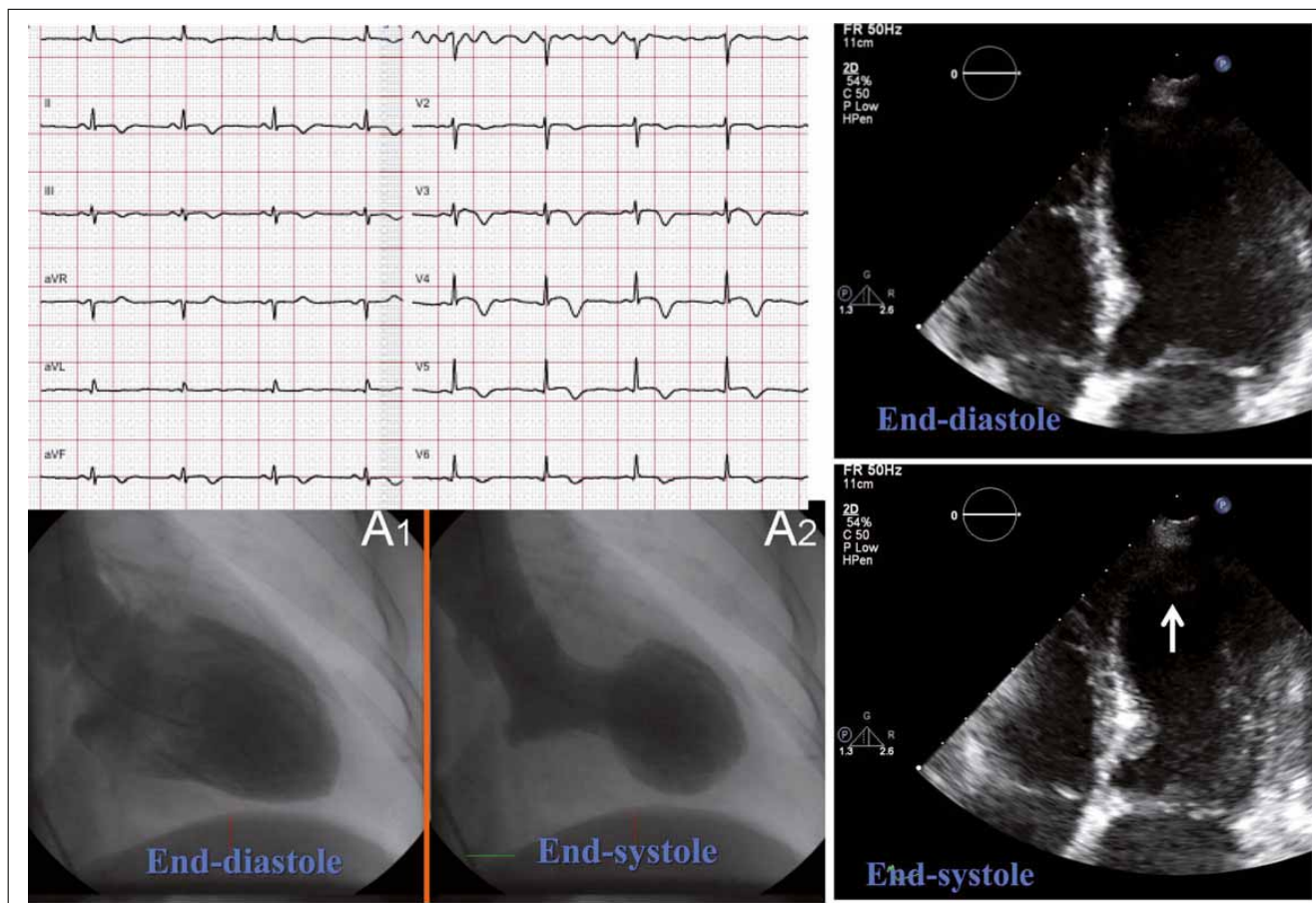
^b Může být ovlivněno aktuální náplní oběhu a léčbou vasoaktivními látkami.

^c Není specifické pro srdeční selhání, pouze odráží přítomnost intersticiálního edému.

^d Specifita je více a více zpochybňována.

^e Všechny echokardiografické známky musejí být interpretovány v klinickém kontextu, s přihlédnutím k výši kardiorepirační podpory. U nemocných po recentní kardiochirurgické operaci mohou tyto známky chybět. Známky závislé na respiraci se chovají opačně při ventilaci pozitivním přetlakem.

A – doba trvání vlny A transmitrálního toku; Ar – doba trvání reverzního toku při síňové kontrakci v plicních žilách; DT – decelerační čas vlny E; E – maximální rychlost časné diastolické vlny transmitrálního toku; e' – maximální rychlost časné diastolické rychlosti mitrálního anulu; EFLK – ejekční frakce levé komory; IVC – dolní dutá žíla; LVEDD – end-diastolický rozměr levé komory; LVEDV – end-diastolický objem levé komory; LVESD – end-systolický rozměr levé komory; LVESV – end-systolický objem levé komory; MiR – mitrální regurgitace; TR – trikuspidální regurgitace.



Obr. 1 – Elektrokardiogram, echokardiografie a ventrikulografie u nemocného s akutní bolestí na hrudi, extenzivní poruchou kinetiky v oblasti hrotu levé komory (šipka) a lehkou elevací troponinu. Diagnóza tako-tsubo kardiomyopatie byla stanovena po angiografickém vyloučení významného postižení koronárních tepen.

typickou bolestí na hrudi, elektrokardiografickými (EKG) změnami a charakteristickým zvýšením hodnot kardiomarkerů. Bylo však prokázáno, že tyto parametry samy o sobě detekují pouze asi 30 % akutních ischemických příhod, neboť u většiny pacientů nemá bolest na hrudi typický charakter, EKG je normální či nekonkluzivní a časné hodnoty troponinu jsou normální. V těchto případech představuje echokardiografie provedená bedside cenný nástroj ve vedení léčby nemocných s akutní bolestí na hrudi. Echokardiografie může být velmi užitečná pro identifikaci ischemie myokardu či jiných důležitých příčin bolestí na hrudi, jako jsou akutní disekce aorty, perikardiální výpotek či plicní embolie, a pro zhodnocení bolestí na hrudi u pacientů s perzistentní, na léčbu nereagující hemodynamickou nestabilitou. Je nutné zdůraznit, že provedení echokardiografie by nemělo nikdy oddalovat zahájení léčby.

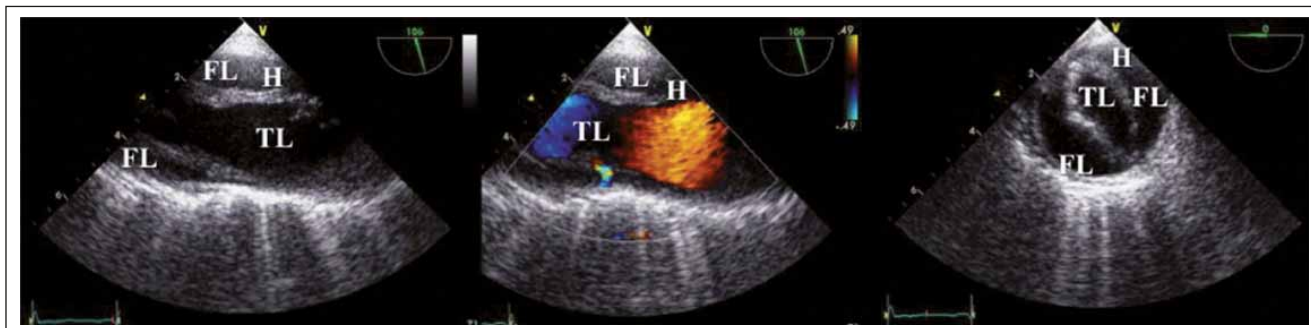
■ Akutní koronární syndromy

V případě akutní bolesti na hrudi ischemického charakteru je primární úlohou echokardiografie zhodnotit přítomnost a rozsah regionálních poruch kinetiky, které mohou být projevem různých typů myokardiálního postižení (ischemie, omráčení, hibernace či nekróza). Echokardiografie nedokáže odlišit ischemii a infarkt; nepřítomnost regionálních poruch kinetiky, zvláště u nemocných s trvajícím či prolongovanou bolestí na hrudi (> 45 minut),

však vylučuje závažnější ischemii myokardu. Je ale nutné zdůraznit, že normální echokardiografický náleznem nemůže definitivně vyloučit přechodnou epizodu ischemie, zejména u pacientů s krátkodobě trvajícím bolestí na hrudi. Je důležité mít na paměti, že segmentární poruchy kinetiky nejsou synonymem myokardiální ischemie, ale mohou se též vyskytovat u jiných onemocnění, jako jsou např. myokarditidy, tlakové či objemové přetížení pravé komory, preexcitace levé komory, tako-tsubo kardiomyopatie, v přítomnosti blokády levého Tawarova raménka či stimulovaného rytmu.

■ Myokarditida

Akutní myokarditida je potenciálně závažné onemocnění se širokou plejádou možných manifestací a klinického průběhu. V současnosti má echokardiografie jen omezenou úlohu v diagnostice akutní myokarditidy vzhledem k absenci specifických diagnostických známek a/nebo normálně vyhlížejícímu nálezu vídanému u jejich méně těžkých forem. Echokardiografické nálezy u pacientů s akutní myokarditidou jsou nespecifické a zahrnují: systolickou a diastolickou dysfunkci levé komory, klidové regionální poruchy kinetiky, regionální poruchy kinetiky navozené zátěží (obvykle podmíněné mikrovaskulární dysfunkcí) a nespecifické změny echogenity myokardu. Echokardiografické vyšetření může také prokázat přítomnost intrakardiálních trombů, sekundární mitrální a/nebo trikuspi-



Obr. 2 – Transezofoageální echokardiografické vyšetření u nemocného s disekcí aorty typu B. FL – falešné lumen; H – intenzivní spontánní echoktrast + trombus; TL – pravé lumen.

dálší regurgitace a současné postižení perikardu. Ačkoli intersticiální edém myokardu vede u akutní myokarditidy k zesílení stěn srdečních komor, echokardiografie není schopná přesně odlišit edém a hypertrofii myokardu.

■ **Stresová kardiomyopatie (tako-tsubo syndrom)**

Manifestace tako-tsubo kardiomyopatie napodobuje AKS, neboť u pacientů se vyskytují bolesti na hrudi a změny na EKG, není ale přítomna angiografická evidence AKS. Tako-tsubo kardiomyopatie je charakterizována reverzibilní dysfunkcí levé komory s regionálními poruchami kinetiky, které nekorespondují s typickými perfuzními teritorii koronárních tepen. Typický případ tako-tsubo kardiomyopatie se projevuje akinezí hrotu levé komory (obr. 1), což z echokardiografie činí ideální diagnostickou metodu u řady těchto pacientů. Při podezření na tako-tsubo kardiomyopatii je však nezbytné provedení koronární angiografie k vyloučení obstrukčního postižení koronárního řečiště. Klinické projevy tako-tsubo kardiomyopatie mohou být více heterogenní, než byla původní představa, s akinezí patrnou midventrikulárně, na bazi levé komory a na stěně pravé komory, s vynecháním či bez vynechání ostatních segmentů levé komory. Biventrikulární postižení je popisováno asi u jedné čtvrtiny pacientů, postižení midventrikulárních segmentů bylo nedávno publikováno u 40 % všech případů. Aby byla diagnóza tako-tsubo kardiomyopatie potvrzena, musí dojít ke kompletnímu obnovení funkce levé komory; doba tohoto zotavení činí několik dnů až mnoho týdnů.

■ **Disekce aorty a další akutní aortální syndromy**

Disekce aorty je emergentním, život ohrožujícím stavem, u kterého včasné stanovení diagnózy a rychlé vedení léčby významně ovlivňují prognózu pacienta. Za diagnostickou je považována vizualizace intimálního flapu uvnitř aorty, oddělujícího pravé a falešné lumen. Falešné lumen může být rozpoznáno na základě systolické komprese, přítomnosti spontánního echoktrastu, reverzního systolického toku, opoždění či absence proudění a vývoje trombotizace (obr. 2). Specifická kritéria pro identifikaci pravého lumen zahrnují systolickou expanzi a diastolický kolaps lumen, absenci či nízkou intenzitu spontánního echoktrastu, systolické trysky (jety) směřující ven z lumen a dopředný systolický tok. Identifikace místa primárního entry, intimální trhliny a postižení ascendentní aorty jsou základem pro odlišení disekce aorty typu A a B, jejichž léčba se výrazně liší.

Doporučení pro provedení echokardiografie u nemocných s akutní bolestí na hrudi

Echokardiografické vyšetření je doporučeno:

1. při podezření na myokardiální ischemii, nediagnostickém EKG a markerech myokardiální nekrózy, pokud je možné echokardiografické vyšetření provést při trvající bolesti na hrudi;
2. při známém onemocnění srdce (chlopenní vada, choroba myokardu či perikardu);
3. při hemodynamické nestabilitě neodpovídající na jednoduchá léčebná opatření;
4. při podezření na akutní aortální syndrom, myokarditidu, perikarditidu či plicní embolii.

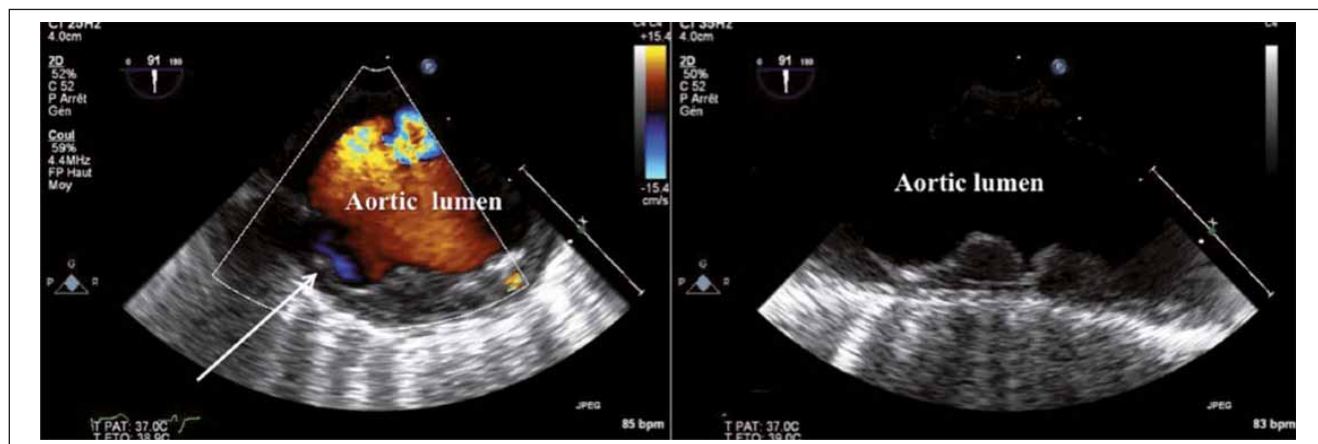
Echokardiografické vyšetření není doporučeno:

1. při zjevně nekardiální příčině bolesti na hrudi;
2. při trvající bolesti na hrudi u nemocného s potvrzenou diagnózou ischemie/infarktu myokardu.

Poznámka: Transezofoageální echokardiografie může být indikována v případech nediagnostického výsledku transthorakální echokardiografie.

Normální nález při transthorakální echokardiografii disekci aorty nevylučuje; transthorakální echokardiografie má ale potenciál zobrazit intimální flap v kořeni aorty či jejím oblouku a rozpoznat komplikace disekce (akutní aortální regurgitaci, perikardiální výpotek, regionální poruchy kinetiky suspektní z postižení koronární tepny). Transezofoageální echokardiografie má vyšší diagnostickou senzitivitu; provedení fokusovaného/rychlého transthorakálního vyšetření je ovšem silně doporučeno před každým transezofoageálním vyšetřením k posouzení přítomnosti tamponády srdce a regionálních poruch kinetiky levé komory. Srdeční tamponáda může být přítomna u aortální disekce typu A, a v případě, že transthorakální echokardiografie prokazuje jak disekci, tak i perikardiální výpotek, je provedení transezofoageální echokardiografie zbytečné, resp. potenciálně nebezpečné, neboť může vyvolat hemodynamickou dekompenzaci.

V porovnání s CT či magnetickou rezonancí nedokáže transezofoageální echokardiografie zobrazit distální úsek ascendentní aorty v blízkosti proximálního oblouku ani břišní aortu. Aortální disekce postihující izolovaně tento segment ascendentní aorty je však extrémně vzácná, protože obvykle dochází k extenzi intimální trhliny do oblasti oblouku aorty, kde je již snadno patrná při transezofoageálním vyšetření.



Obr. 3 – Těžké aterosklerotické postižení sestupné hrudní aorty u staršího pacienta. Je patrna zvýšená tloušťka stěn aorty, protruze aterosklerotických plátů do lumen aorty s výraznou nepravidlostí jeho kontur. Bílá šipka ukazuje na penetrující vřed aortální stěny.

Jiné příčiny akutního aortálního syndromu představují intramurální hematomy a penetrující aterosklerotické vředy (obr. 3). Transthorakální echokardiografie má velmi omezenou diagnostickou hodnotu. Pokud je echokardiografie jedinou dostupnou zobrazovací modalitou, je doporučováno provedení transezofageálního vyšetření, je-li to umožněno klinickým stavem pacienta. Aortální intramurální hematomy jsou považovány za předchůdce vývoje klasické disekce (třída 2 aortální disekce), který vzniká v důsledku ruptury vasa vasorum ve vrstvách medie. Může progredovat do akutní aortální disekce, v některých případech dochází k jeho regresi. Echokardiograficky je intramurální hematoma charakterizován > 5mm srpkovitým či cirkumferenciálním heterogenním zesílením stěny aorty. Někdy v něm může být detekovatelná echolucentní oblast, která je odrazem krvácení či tvorby tekutého obsahu uvnitř hematomu. Jestliže je diagnóza sporná, je nezbytné využít jinou zobrazovací modalitu, např. magnetickou rezonanci. Penetrující aterosklerotický vřed (třída 3–4 aortální disekce) se nejčastěji vyskytuje v descendující aortě. V těchto případech představují CT a magnetická rezonance diagnostické metody první volby.

■ Perikarditida

Akutní perikarditida je nečastějším onemocněním perikardu. Může být první manifestací základního srdečního nebo extrakardiálního onemocnění nebo izolovaně postihovat pouze perikard. U pacientů s bolestmi na hrudi je vždy nutné odlišit perikarditidu od akutního koronárního syndromu. Malý perikardiální výpotek je častou komplikací u akutního infarktu myokardu (zvláště u pacientů, u nichž nedošlo k reperfuzi uzavřené koronární tepny) a může se též objevit v subakutní fázi (Dresslerův syndrom). Diagnóza akutní perikarditidy je založena na anamnéze (respiračně vázaná bolest na hrudi), fyzikálním nálezu (perikardiální třecí šelest, slyšitelná jen u jedné třetiny pacientů), přítomnosti EKG změn (difúzní, vzhůru konkávní elevace úseku ST a deprese úseku PR) a echokardiografickém nálezu. Normální echokardiografický nálezu ovšem diagnózu perikarditidy nevyklučuje, neboť perikardiální výpotek je patrný jen u 60 % nemocných. Může být přítomno zesílení perikardu (> 3 mm), které je lépe patrné při transezofageální echokardiogra-

Doporučení pro provedení echokardiografie u nemocných s podezřením na onemocnění perikardu

Echokardiografické vyšetření je doporučeno:

1. při podezření na onemocnění perikardu, včetně perikardiálního výpotku, konstriktce nebo efuzivně-konstriktivní perikarditidy;
2. při poslechovém nálezu perikardiálního třecího šelestu u akutního infarktu myokardu doprovázeného symptomy, jako jsou perzistující bolest, hypotenze a nevolnost;
3. při podezření na krvácení do perikardu (tj. trauma, perforace);
4. pro vedení a monitorování perikardiocentézy.

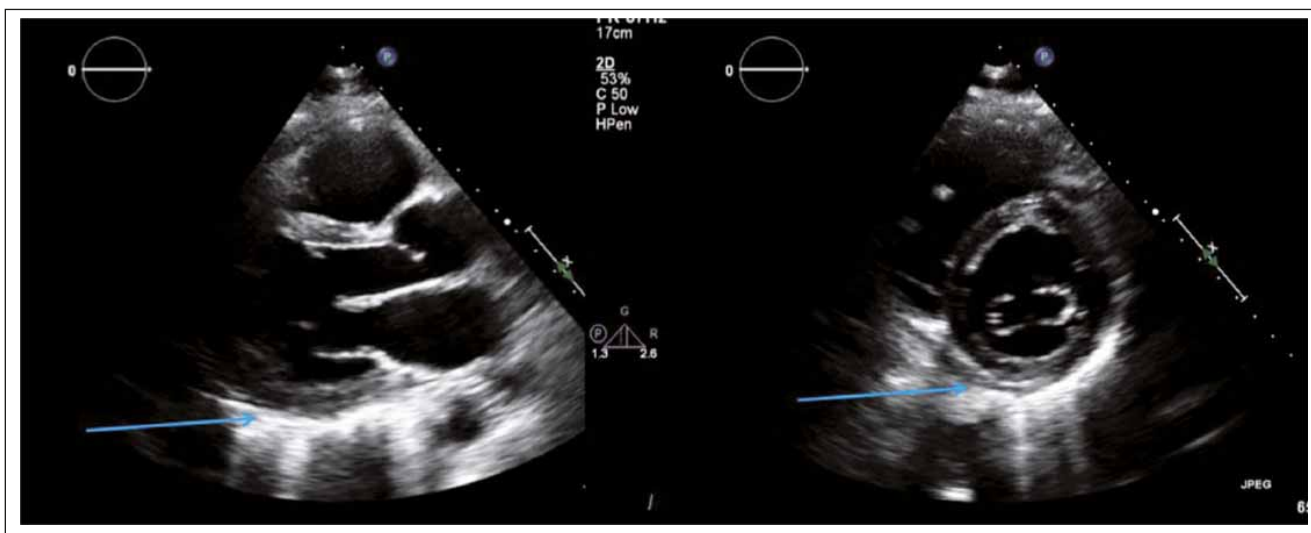
fii, byť echokardiografie obecně není v hodnocení tloušťky perikardu přesná (obr. 4). Termín perimyokarditida je užíván v případech, kdy nacházíme zvýšené hodnoty srdečního troponinu (až u 50 % nemocných s akutní perikarditidou). Elevace sérové koncentrace troponinu je podmíněna myokardiálním postižením v rámci zánětlivého procesu, což může být též doprovázeno vznikem regionálních poruch kinetiky.

Akutní dušnost

■ Srdeční selhání

Akutní dušnost je častou příčinou vyšetření na pohotovosti. Srdeční selhání je nečastější kardiální příčinou akutní dušnosti, ať už jde o nově vzniklé srdeční selhání, či o zhoršení již preexistujícího srdečního selhání. U nemocných může docházet k celé řadě manifestací, počínaje akutním plicním edémem či kardiogenním šokem přes izolovanou dysfunkci pravé komory až po srdeční selhání komplikující akutní koronární syndrom. Echokardiografie představuje základní metodu pro zhodnocení funkčních a strukturálních změn, které mohou podmiňovat nebo být asociovány se srdečním selháním. Transthorakální echokardiografie by měla být provedena krátce poté, co je vysloveno podezření na srdeční selhání jakožto příčinu akutní dušnosti. Rychlá diagnostika příčiny srdečního selhání a odlišení srdečního selhání podmíněného systolickou nebo diastolickou dysfunkcí jsou určujícími pro okamžitou volbu léčby v akutní situaci.

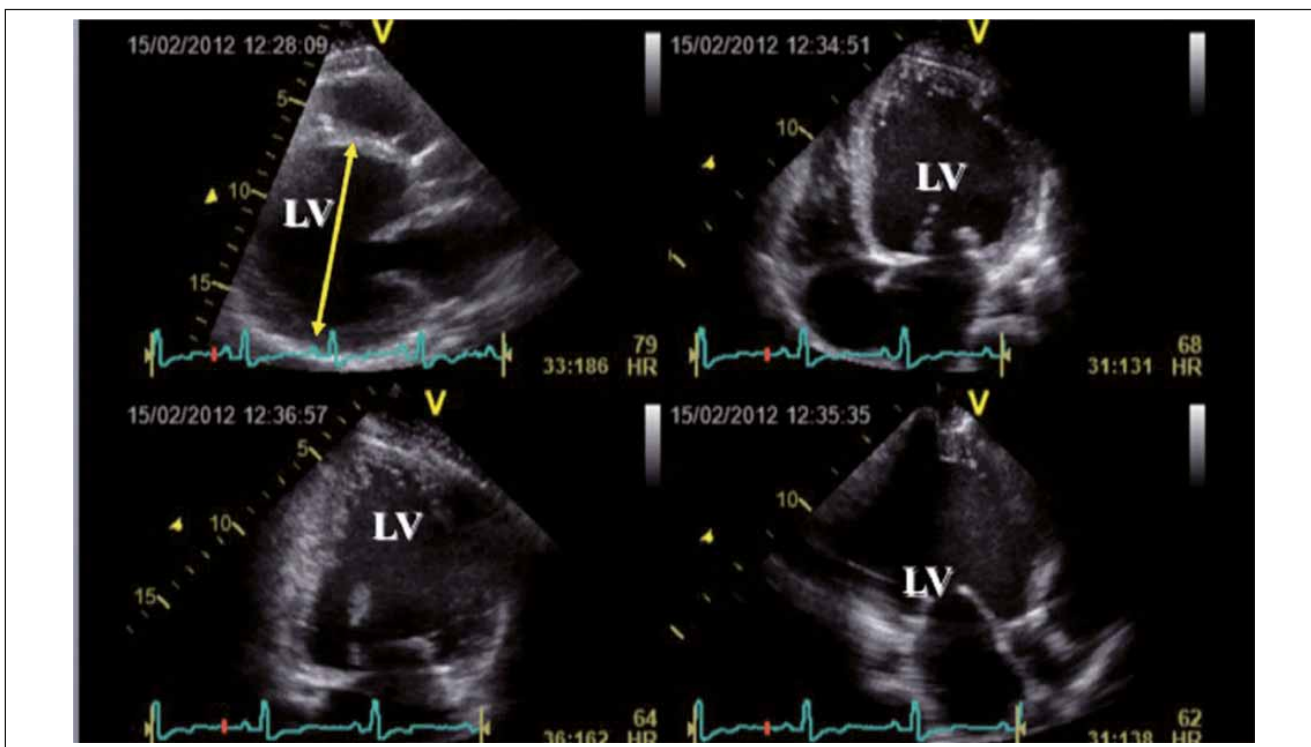
Echokardiografické známky systolického srdečního selhání (obr. 5) jsou uvedeny v tabulce 1. Je nutné mít



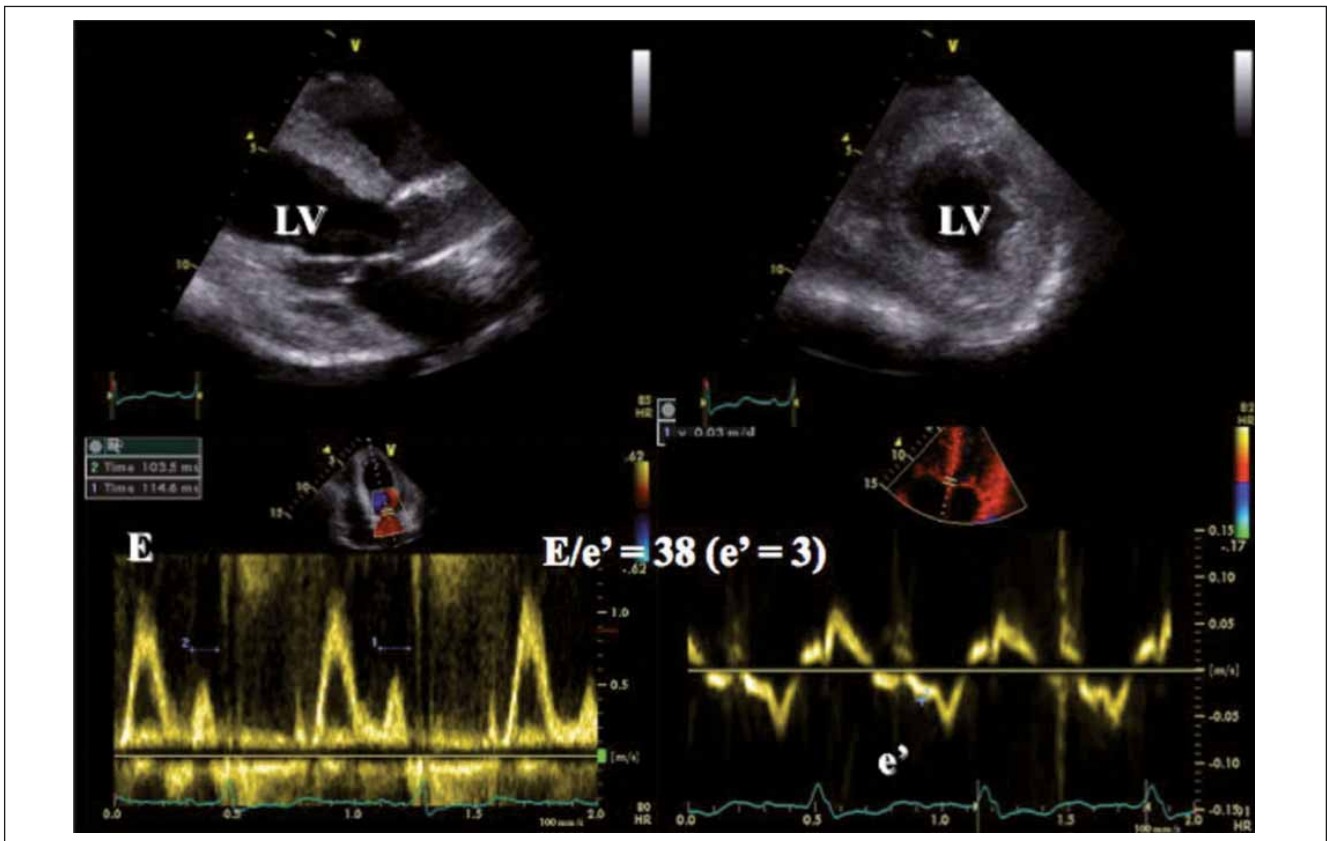
Obr. 4 – Echokardiografické vyšetření u nemocného přijatého pro akutní perikarditidu. Patrné je zesílení perikardu u inferolaterální a anterolaterální stěny levé komory a absence perikardiálního výpotku (šipky).

na paměti, že u kriticky nemocných pacientů léčených pozitivně inotropními léky a/nebo na mechanické srdeční podpoře nemusí být „normativní“ echokardiografické hodnoty, jež vycházejí z výsledků studií provedených v podmínkách neakutní péče, validní. Každý parametr je proto nutné interpretovat v rámci klinického kontextu, včetně úrovně kardiorepirační podpory. U nemocných s dušností a nálezem oboustranných plicních infiltrátů na skiagramu hrudníku je možné kombinací echokardiografických přístupů odlišit zvýšené a normální hodnoty tlaku v levé síni (obr. 6). Nález plnění levé komory charakteru

poruchy relaxace ($E/A < 1$) a maximální rychlosti vlny E < 50 cm/s obvykle indikuje přítomnost nezvýšených plicních tlaků levé komory. Střední tlak v levé síni je naopak velmi často zvýšen, pokud je detekován restriktivní typ plnění ($E/A \geq 2$, decelerační čas vlny E < 150 ms). Využití dalších dopplerovských parametrů je doporučováno k identifikaci zvýšených plicních tlaků levé komory u nemocných s poměrem $E/A \geq 1$ a < 2; kombinované hodnocení dopplerovských parametrů (transmitrální tok, tok v plicních žilách, tkáňová dopplerovská echokardiografie, rychlost propagace nitrokomorového proudění v barevném M-mode zob-



Obr. 5 – Echokardiografické vyšetření u pacienta přijatého pro akutní dušnost, prokazující přítomnost dilatační kardiomyopatie a snížené systolické funkce levé komory.



Obr. 6 – Echokardiografické vyšetření u nemocného s normální systolickou funkcí levé komory, přijatého pro akutní dušnost. Poměr E/e' prokazuje přítomnost zvýšených plicních tlaků levé komory, potvrzující diagnózu diastolického srdečního selhání. E – maximální rychlost časné diastolické vlny transmitsrálního toku; e' – maximální rychlost časné diastolické rychlosti mitrálního anulu.

Tabulka 3 – Echokardiografické nálezy, jež jsou kontraindikací k zavedení mimotělní podpory

Absolutní kontraindikace pro VA ECMO/LVAD <ul style="list-style-type: none"> • Aortální disekce (nekorigovaná) • Těžká aortální regurgitace • Koarktace aorty (nekorigovaná) 	Absolutní kontraindikace pro VV ECMO <ul style="list-style-type: none"> • Těžká komorová dysfunkce • Oběhová zástava • Těžká plicní hypertenze
Relativní kontraindikace pro VA ECMO/LVAD <ul style="list-style-type: none"> • Těžká ateroskleróza aorty • Aneurysma břišní/hrudní aorty s přítomností trombu 	Relativní kontraindikace pro VV ECMO <ul style="list-style-type: none"> • Velké PFO/ASD • Významná patologie trikuspidální chlopně (TS/TR)

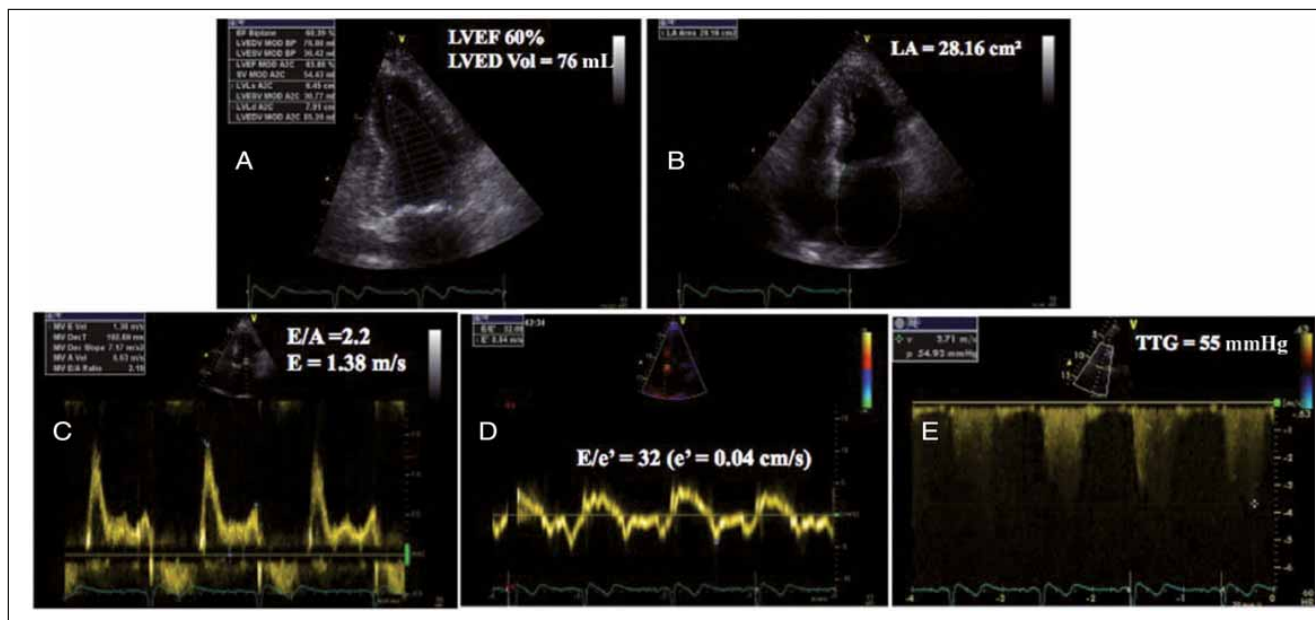
PFO/ASD – foramen ovale patens / defekt septa síňí; TS/TR – trikuspidální stenóza / trikuspidální regurgitace; VA ECMO/LVAD – veno-arteriální extrakorporální membránová oxygenace / levokomorová mechanická podpora; VV ECMO – venovenózní extrakorporální membránová oxygenace.

razení), je doporučováno k posouzení plicních tlaků levé komory u nemocných na umělé plicní ventilaci.

Diagnostika srdečního selhání s normální ejekční frakcí (HFNEF), do značné míry odpovídající diastolickému srdečnímu selhání (obr. 7), je náročnější a vyžaduje přítomnost známek a/nebo symptomů srdečního selhání a řady echokardiografických parametrů, které jsou uvedeny v tabulce 3. Konvenční echokardiografické parametry

odvozené z hodnocení transmitsrálního proudění špatně korelují s hemodynamikou u nemocných se zachovanou systolickou funkcí levé komory. Nález diastolické dysfunkce levé komory u dosud neléčeného dušného pacienta v akutní situaci téměř výhradně indikuje navýšení plicních tlaků levé komory. Pokročilejší průkaz zvýšení plicních tlaků levé komory zahrnuje zvýšení poměru maximální rychlosti vlny E transmitsrálního toku vůči časné diastolické rychlosti mitrálního anulu (e') měřené pulsní tkáňovou dopplerovskou echokardiografií ($E/e' \geq 13$). Nástin hodnocení diastolické funkce levé komory je demonstrován na obrázku 8. Přítomnost ≥ 2 abnormálních měření zvyšuje diagnostickou přesnost.

Fibrilace síní a sinusová tachykardie jsou u nemocných s akutním srdečním selháním velmi časté a znesnadňují analýzu diastolické funkce levé komory. Obecně lze říci, že v situaci, kdy je ejekční frakce levé komory snižena, predikuje hodnota deceleračního času vlny E transmitsrálního toku < 150 ms s dostatečnou přesností přítomnost zvýšených plicních tlaků levé komory. Poměr E/e' (laterální mitrální anulus) > 10 – 11 je možné využít k predikci vysokých plicních tlaků levé komory u nemocných se sníženou i zachovanou systolickou funkcí levé komory, pokud je zvýšen index objemu levé síně (≥ 34 ml/m²), nebo je interval Ar-A > 30 ms (A – doba trvání vlny A transmitsrálního toku; Ar – doba trvání reverzního toku při síňové kontrakci v plicních žilách) nebo dochází ke změně poměru E/A při Valsalvově manévru o > 50 %. U akutního systolického i diastolického srdečního se-



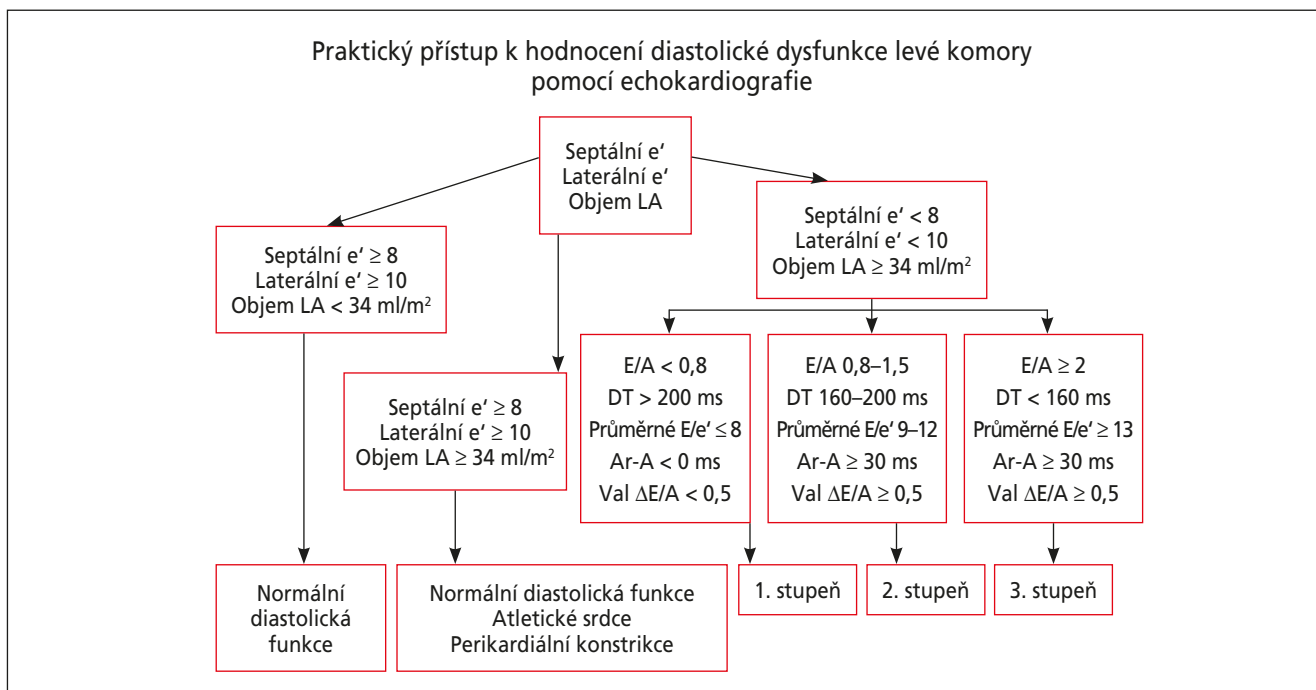
Obr. 7 – Diagnostika srdečního selhání se zachovanou systolickou funkcí levé komory u nemocného s dušností. Je patrna zachovaná ejekční frakce levé komory (> 50 %) (A), dilatace levé síně (B), restriktivní typ transmitrálního toku (C), vysoký poměr E-e' (D) a zvýšení systolického tlaku v plicích (E). A – maximální rychlost pozdně diastolické vlny transmitrálního toku; E – maximální rychlost časně diastolické vlny transmitrálního toku; e' – maximální rychlost časně diastolické rychlosti mitrálního anulu; ED Vol – end-diastolický objem; TTG – vrcholový gradient trysky trikuspidální regurgitace.

lhání je možné diagnostikovat intersticiální plicní edém průkazem abnormálně vysokého počtu bilaterálních ultrazvukových B-linií (též zvaných ultrazvukové plicní komety). B-linie odrážejí edematózní ztlustění interlobulárních sept, k jejich vzniku může dojít velmi rychle v důsledku nárůstu plicního žilního tlaku a je možné je

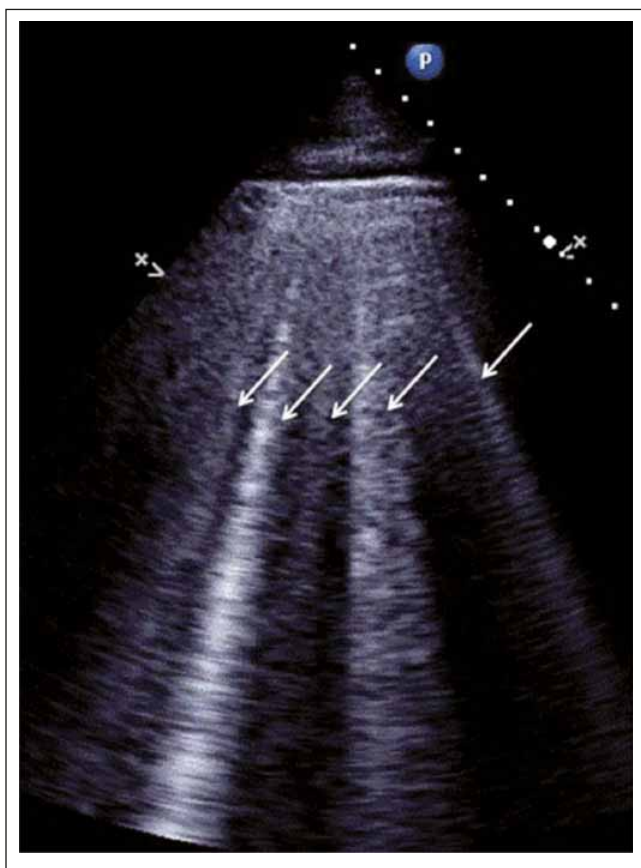
detekovat vyšetřením hrudníku klasickou echokardiografickou sondou (obr. 9).

■ Kardiomyopatie

Hlavní využití echokardiografie v akutní kardiologické péči o pacienty s kardiomyopatiemi spočívá v diagnostice



Obr. 8 – Praktický přístup k hodnocení diastolické dysfunkce pomocí echokardiografie. Upraveno podle doporučení EACVI/ASE pro hodnocení diastolické funkce levé komory pomocí echokardiografie. A – trvání plicního reverzního toku; Ar – reverzní tok v plicních žilách; DT – decelerační čas vlny E transmitrálního toku; E – rychlost časně diastolické vlny E transmitrálního toku; e' – časná diastolická rychlost mitrálního anulu; LA – levá síň; Val – Valsalvův manévr.



Obr. 9 – Ultrazvukové vyšetření plic pomocí transthorakální echokardiografické sondy prokazuje přítomnost mnoha B-liníí (ultrazvukové plnicí kometry, bílé šipky) u nemocného s akutním plicním edémem.

a léčbě akutního srdečního selhání. Všechny kardiomyopatie mohou vést k akutním epizodám srdečního selhání, bez ohledu na to, zda je ejekční frakce levé komory normální či snížená, protože symptomy a prognóza jsou určeny především vysokými plnicími tlaky levé komory. Klíčová úloha echokardiografie v těchto případech spočívá v její jedinečné schopnosti rozpoznat přítomnost vysokých plnicích tlaků a mechanismus akutní deteriorace oběhové situace.

U nemocných s hypertrofickou kardiomyopatií je doporučován komplexní přístup při hodnocení plnicích tlaků levé komory, s posouzením všech echokardiografických dat (tj. tlakových poměrů v plicnici, typu transmitrálního toku, E-e', atd.) podle individuálního klinického kontextu. U akutně zhoršeného pacienta s hypertrofickou kardiomyopatií je nutné vždy vyloučit obstrukci výtokového traktu levé komory. K tomu je využíváno hodnocení vrcholové rychlosti výtokového traktu levé komory, resp. místa nitrokomorové obstrukce, kontinuálně dopplerovským způsobem (CW), s excelentní korelací hodnot tlakových gradientů stanovených CW a katetrizačně. Barevné dopplerovské mapování je vhodné využít k přesné lokalizaci místa obstrukce, ať již v oblasti výtokového traktu, či midventrikulárně v levé komoře. U nemocných s významnou hypertrofií levé komory může dojít k exacerbaci obstrukce výtokového traktu v důsledku léčby pozitivně inotropními léky nebo při hypovolemii. Toto může

být zvláště důležité, je-li současně přítomno pravostranné srdeční selhání, kdy nedostatečné plnění levé komory zvyšuje riziko vzniku dynamické obstrukce výtokového traktu. V těchto případech je echokardiografie základním diagnostickým nástrojem, pomocí něž též monitorujeme odpověď na léčebné intervence.

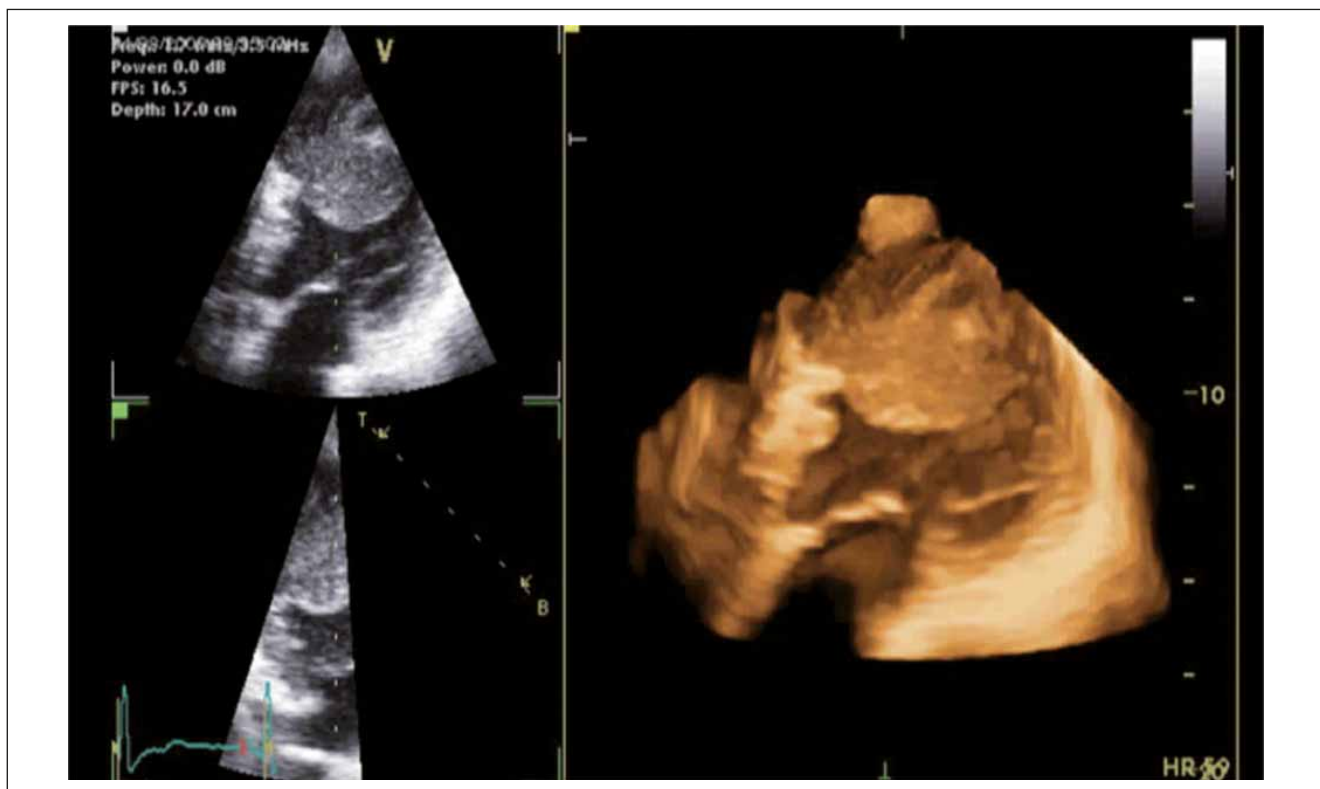
Echokardiografický průkaz nitrosrdečních trombů je častý u nemocných s dilatační či non-kompaktní kardiomyopatií, kteří se akutně prezentují ischemickou cévním mozkovou příhodou. Spontánní echokонтast („kouř“) je považován za pre-trombotický stav, asociovaný s vyšším rizikem vzniku tromboembolických příhod. Jelikož tromby v dutině levé komory vznikají převážně v hrotu či akinetických oblastech, má v jejich detekci transthorakální echokardiografické vyšetření vyšší diagnostickou přesnost (90% senzitivita a 85% specifická) než transezofageální vyšetření. Přesnost transthorakálního vyšetření lze dále zvýšit využitím barevného dopplerovského mapování nebo opacifikace dutiny levé komory pomocí intravenózně podané kontrastní látky. U pacientů s tromby v levé komoře je nutné zhodnotit jejich tvar (trombus může být nástěnný nebo protrudovat do nitra komory), pohyblivost (trombus může být fixován či vykazovat nezávislý pohyb různého rozsahu) a také přítomnost přilehlého aneurysmatu levé komory – lokalizované oblasti akinéze či dyskineze, která deformuje dutinu levé komory v průběhu systoly i diastoly. Vyšší riziko embolizace je přítomno u nemocných s větší velikostí trombu, mobilních, protrudujících do nitra levé komory, zvláště jedná-li se o starší jedince (obr. 10).

Pokud je přítomna u nemocného s kardiomyopatií fibrilace a/nebo flutter síní, nacházíme tromby nejčastěji v dutině levé síně, resp. v jejím oušku. Transezofageální echokardiografie je zlatým standardem v diagnostice levosíňových trombů, s vysokou senzitivitou i specifitou. Při transezofageálním vyšetření se tromby v oušku levé síně zobrazují jako echogenní masy, odlišné od endokardu, které lze detekovat aspoň ve dvou rovinách řezu. Je nutné je odlišit od pektinálních svalů ouška, v čemž je užitečné multiplanární zobrazení, zvláště při komplexní anatomii ouška levé síně.

Přítomnost nitrosrdečních trombů je nutné vyhodnocovat u nemocných se zavedenou mechanickou srdeční podporou, zvláště zavedenými kanylami; pokud nedochází k srdeční ejekci, je nutné pátrat po trombech i na chlopních, včetně protetických.

Klíčové body emergentního echokardiografického vyšetření u nemocných s podezřením na kardiomyopatii

- Stanovit ejekční frakci levé komory z 2D zobrazení a posoudit další známky systolické dysfunkce levé komory (index sféricity, systolická rychlost s' mitrálního anulu měřená pomocí pulsní tkáňové dopplerovské echokardiografie, indexovaný tepový objem).
- Posoudit geometrii levé komory a přítomnost možných regionálních rozdílů v tloušťce myokardu.
- Odhadnout plnicí tlak levé komory (E-e', interval Ar-A, indexovaný objem levé síně, systolický tlak v plicnici).
- U nemocných s hypertrofickou kardiomyopatií / hypertrofií levé komory aktivně pátrat po přítomnosti obstrukce výtokového traktu levé komory.
- Vzít v potaz vyšší kardiopulmonální podpory.



Obr. 10 – 3D transthorakální echokardiografie prokazující přítomnost trombu v hrotu levé komory u pacienta s nedávno prodělaným STEMI přední stěny

■ Plicní embolie

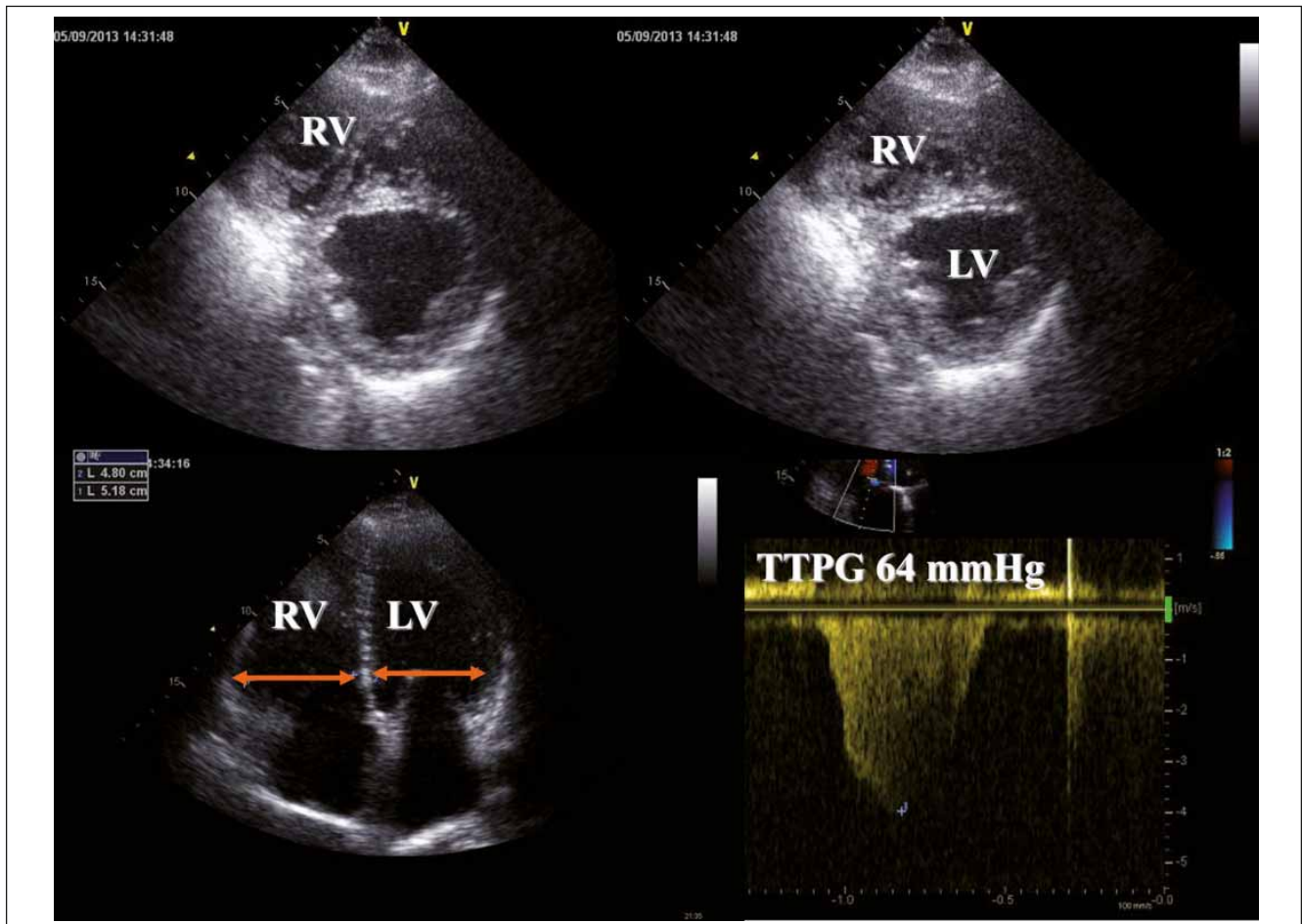
Diagnostika akutní plicní embolie je v podmínkách akutního příjmu relativně náročná, neboť jak symptomy (dušnost a/nebo bolest na hrudi), tak klinické známky jsou nespecifické. Transthorakální echokardiografie může pomoci v rychlém stanovení diagnózy a identifikaci vysoce rizikových pacientů. Senzitivita transthorakální echokardiografie v diagnostice plicní embolizace činí přibližně 50–60%, specificita přibližně 80–90%. U kriticky nemocného pacienta může být senzitivita echokardiografického vyšetření vyšší při transezofageálním přístupu. Je nutné podtrhnout, že transthorakální echokardiografické vyšetření je normální u přibližně 50% neselektovaných pacientů s akutní plicní embolií, dokáže ale poskytnout přímé a/nebo nepřímé známky svědčící pro tuto diagnózu. Vizualizace velkého, mobilního, hadovitě utvářeného trombu v pravostranných srdečních oddílech nebo plicní arterii je vzácná, činí ale diagnózu plicní embolie zřejmou. Obecně lze říci, že ačkoliv k potvrzení diagnózy plicní embolie jsou užívány jiné diagnostické testy (CT, D-dimery, ventilačně-perfuzní sken), echokardiografie je cennou komplementární zobrazovací technikou. Jestliže je pacient v těžce hemodynamicky nestabilním stavu, může být transthorakální echokardiografie jediným okamžitě dostupným a vhodným zobrazovacím vyšetřením.

Hlavními nepřímými nálezy svědčícími pro plicní embolizaci jsou konsekvence akutního zvýšení tlaků v plicnici / pravém srdci. Jedná se o dilataci pravostranných oddílů srdce (tj. zvýšený poměr rozměrů či ploch pravé a levé komory, dilataci dolní duté žíly), hypokinezi pravé komory, abnormální pohyb mezikomorového septa. U nemocného s relevantní anamnézou a klinickými nálezy poměr end-

-diastolických rozměrů pravé a levé komory $> 0,6$ a poměr end-diastolických ploch pravé a levé komory $> 1,0$ konzistentní odpovídá přítomnosti masivní plicní embolizace (obr. 11). Hypokineze pravé komory nemá u plicní embolizace vždy globální charakter, může být vyjádřena jen ve střední části volné stěny, zatímco kontrakce hrotu pravé komory je normální až hyperdynamická (McConnellovo znamení). Přestože toto znamení bylo původně považováno za specifické pro plicní embolii, je jeho specificita zpochybňována, neboť je možné se s ním setkat i v jiných situacích.

Jestliže je plicní embolie diagnostikována u hemodynamicky stabilního pacienta, tj. bez vysokého rizika, je možné echokardiografii využít k diferenciaci mezi pacientem s nízkým rizikem (bez známek dysfunkce pravé komory) a nemocným se středním rizikem (známky dysfunkce pravé komory). U nemocných se suspektní vysoce rizikovou plicní embolizací, u nichž se objevuje šok nebo hypotenze, absence echokardiografických známek tlakového přetížení a/nebo dysfunkce pravé komory prakticky vylučuje masivní plicní embolizaci jako možnou příčinu hemodynamické nestability.

Sekundární trikuspidální regurgitace je u nemocných se středně až vysoce rizikovou plicní embolií častá. Její přítomnost umožňuje odhad systolického tlaku v pravé komoře, resp. v případě absence stenózy plicnice též systolického tlaku v plicnici (PASP). Systolický tlak v plicnici je možné odhadnout na základě zjednodušené Bernoulliho rovnice z vrcholové rychlosti trysky trikuspidální regurgitace; v případě masivní trikuspidální regurgitace je ale hodnota PASP podhodnocena. Tlak v pravé síni je možné odhadnout na základě klinického vyšetření náplně krč-



Obr. 11 – Echokardiografické vyšetření u pacienta přijatého pro rekurentní epizody plicní embolizace. Pravá komora (RV) je v porovnání s levou komorou (LV) zvětšena a poměr end-diastolických rozměrů pravé a levé komory $> 0,6$. Vrcholový gradient trysky trikuspidální regurgitace (TTPG) je zřetelně zvýšený, což implikuje přítomnost chronické těžké plicní hypertenze. Systolická exkurze roviny trikuspidálního anulu je nižší, než byla změřena před měsícem (8 mm vs. 11 mm). Na základě poklesu systolické funkce pravé komory je zvažována rekurence plicní embolizace.

Doporučení pro provedení echokardiografie u nemocných s podezřením na plicní embolii / s potvrzenou plicní embolií

Echokardiografické vyšetření je doporučeno:

1. při podezření na vysoce rizikovou plicní embolii prezentující se šokem nebo hypotenzí, kdy CT není okamžitě dostupné (#);
2. pro odlišení kardiální vs. nekardiální etiologie dušnosti u nemocných s nejednoznačnými klinickými a laboratorními nálezy;
3. pro terapeutické rozhodování v případech středně rizikové plicní embolizace.

Echokardiografické vyšetření je vhodné:

1. pro detekci trombů v pravostranných srdečních oddělech nebo hlavních větvích plicnice.

Echokardiografické vyšetření není doporučeno:

1. v rámci elektivní diagnostické strategie u hemodynamicky stabilních, normotenzních pacientů s podezřením na akutní plicní embolii.

Transezofageální echokardiografie může být indikována v případech nediagnosticského výsledku transtorakální echokardiografie; sedace může vést k těžké oběhové dekompenzaci.

ních žil, podle rozměru dolní duté žíly a jeho respiračních změn, nebo jej u kriticky nemocného pacienta přímo změřit katetizačně. Jelikož pravá komora je akutně schopna generovat PASP pouze do 60 mm Hg, dosahuje očekávaná rychlost trysky trikuspidální regurgitace u akutní plicní embolizace maximálně 2,5–3,5 m/s, což odpovídá PASP přibližně 40–50 mm Hg. Jestliže jsou odhadované hodnoty PASP > 60 mm Hg, může to svědčit pro více chronický proces, podmíněný opakovanými epizodami plicní embolizace (obr. 11) nebo chronickým onemocněním plicního parenchymu se superponovanou akutní plicní embolií / bez ní.

■ Pneumothorax

V posledním desetiletí došlo k rychlému rozvoji ultrazvukové diagnostiky pneumothoraxu (PTX). Za normálních podmínek na sebe oba pleurální listy těsně naléhají a při ultrazvukovém vyšetření je patrný s respirací synchronizovaný pohyb parietálního listu pleury přes list viscerální, tzv. sliding plíce (angl. lung/pleural sliding). Jestliže je mezi oběma listy přítomen vzduch, je parietální pleura stále patrna, ale nedochází k slidingu plíce. Ultrasonografická diagnostika PTX je založena na

průkazu absence slidingu plic, jeho nepřítomnost ale diagnózu PTX nutně nepotvrzuje, neboť i některé další patologie mohou vést k absenci slidingu plic (masivní atelektáza, intubace hlavního bronchu, pleurální adheze). Další sonografické známky PTX, které zvyšují senzitivitu ultrazvukové diagnostiky a jsou požadovány pro stanovení diagnózy, zahrnují: (i) nepřítomnost B-linií, (ii) nepřítomnost tzv. plicního pulsu (z angl. lung pulse) a (iii) přítomnost tzv. plicního bodu (z angl. lung point). Těsný kontakt mezi parietálním a viscerálním listem pleury je nezbytný pro vizualizaci B-linií, proto přítomnost i jedné izolované B-linie vylučuje přítomnost PTX ve vyšetřované oblasti. Plicní puls je termín pro rytmický pohyb pleury synchronní se srdečním rytmem. Pneumothorax je charakterizován absencí slidingu plic a plicního pulsu, neboť přítomnost vzduchu neumožňuje přenesení jakýchkoli pohybů na parietální pleuru. Vizualizace plicního pulsu proto vylučuje PTX ve vyšetřované oblasti. Plicní bod je místem na hrudní stěně, pod nímž je rozhraní mezi normální pleurou a okrajem pneumothoraxu. Při sonografickém vyšetření je plicní bod patrný jako rozhraní mezi normálním slidingem plic a obrazem PTX (absence slidingu a B-linií). Plicní bod odpovídá okraji PTX při fyzikálním vyšetření hrudníku a představuje nejspecifičtější ultrazvukovou známku pneumothoraxu. V emergentní situaci však umožňuje kombinace nálezů slidingu plic, plicního pulsu a přítomnost B-linií rychle a bezpečně vyloučit přítomnost PTX ve vyšetřované oblasti, aniž by bylo nutné hledat plicní bod. Pokud je u hemodynamicky nestabilního pacienta vysloveno podezření na tenzní PTX, měl by být léčen na základě klinického vyšetření a úvahy spíše než podle výsledku ultrazvukového vyšetření, jež má své limity.

■ Interakce srdce-plic a ventilace

Většina pacientů má problémy s odpojením od umělé plicní ventilace (UPV). Ačkoliv je alveolární plicní edém nejčastěji uváděnou srdeční příčinou selhání odpojení od UPV, spolupodílejí se i další faktory. Zhodnocení kardiálního podílu může být náročné a echokardiografie může sehrát klíčovou úlohu při úspěšném odvykání od umělé plicní ventilace. To však vyžaduje znalost vlivu normální a mechanické ventilace na tlakově-objemové vztahy v srdci a fyziologických změn, ke kterým dochází při přechodu z mechanické na spontánní ventilaci.

Srdeční výdej je primárně určován rozdílem mezi středním tlakem v systémovém řečišti a tlakem v pravé síni, takže během normálního inspiria, kdy tento tlakový rozdíl narůstá, dochází ke zvýšení žilního návratu. Zvýšení objemu pravého srdce vede v důsledku interventrikulární interakce k redukci toků v levém srdci. Při ventilaci pozitivním přetlakem dochází k obrácení těchto změn; v případě trvale pozitivního přetlaku (tj. pozitivní tlak na konci expira, PEEP) se pak dále snižuje žilní návrat v průběhu celého srdečního cyklu. Vzestup v transpulmonálním tlaku navíc zvyšuje dotížení pravé komory, což vede k redukci výdeje pravého srdce. Odpovídající vzestup intrathorakálního tlaku snižuje dotížení levé komory a zvyšuje výdej levého srdce. Tyto cyklické změny jsou snadno demonstrovatelné dopplerovskou echokardiografií a představují základ pro diagnostiku tamponády, excesivních ventilačních tlaků a predikci odpovědi na volumexpanzi.

Vyhodnocení selhání odpojení od mechanické ventilace proto zahrnuje nejprve průkaz či vyloučení významně zvýšeného tlaku v levé síni (v klidu či při odpojování) a následně průkaz či vyloučení možných kardiálních příčin, které jsou potenciálně reverzibilní. Zhodnocení tlaku v levé síni u těchto nemocných je samozřejmě komplexní záležitostí a jen pár parametrů bylo v tomto klinickém kontextu validně studováno. Faktory, které je nutné zvažovat, byly uvedeny v kapitole Kardiomyopatie. Je nutné zdůraznit, že vliv komitantních faktorů (srdeční frekvence, srdeční výdej, poddajnost levé komory, objemový stav, ventilace) nebyl dosud v kontextu kriticky nemocného pacienta plně prostudován.

Jestliže existuje podezření na přítomnost sekundární mitrální regurgitace (kardiogenní šok u akutního infarktu myokardu), je možné k jejímu demaskování a zhodnocení hemodynamické významnosti využít objemovou a tlakovou zátěž. Je nutné též aktivně myslet na další příčiny selhání odpojení od UPV: progredující dysfunkci levé a/ nebo pravé komory, excesivní tachykardii / bradykardii nebo vznik obstrukce výtokového traktu levé komory. Zvažována musí být i možnost dynamického intrakardiálního zkratu, vedoucího k nepřiměřené hypoxii, a přítomnost intrapulmonálních zkratů.

Doporučení pro provedení echokardiografie u nemocných s akutní dušností

Echokardiografické vyšetření je doporučeno:

1. pro odlišení kardiální vs. nekardiální etiologie dušnosti u nemocných s nejednoznačnými klinickými a laboratorními nálezy;
2. pro zhodnocení velikosti a funkce levé komory u nemocných se suspektní klinickou diagnózou srdečního selhání;
3. při určování příčiny selhání odpojení od umělé plicní ventilace.

Echokardiografické vyšetření není doporučeno:

1. při zjevné nekardiální příčině dušnosti.

Hemodynamická nestabilita a šok

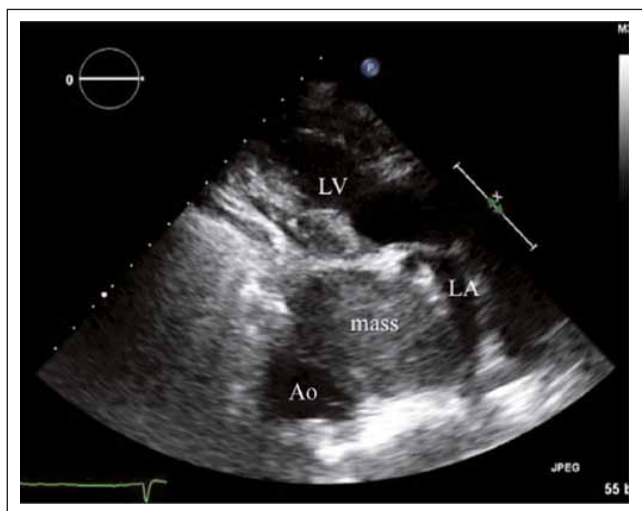
Pacientům s hypotenzí a šokem může zachránit život okamžité odhalení základní příčiny a včasné zahájení odpovídající léčby. Echokardiografie umožňuje rychlé zhodnocení srdeční struktury a funkce, globální a regionální kontraktility, velikosti srdečních komor, onemocnění srdečních chlopní a přítomnosti či absence perikardiálního výpotku.

Hypovolemický šok

Při hypovolemii dokáže ekokardiografie rychle zdokumentovat malou hyperdynamickou nenaplněnou levou srdeční komoru se sníženým end-diastolickým objemem. Dojde-li k závažné hypovolemii, může mít u spontánně ventilujících pacientů vena cava inferior malý průměr (< 10 mm) s kolapsem v inspiriu. U mechanicky ventilovaných pacientů s hypovolemií může být její průměr na konci expira malý a s respirační variabilitou (v závislosti na nastavení ventilátoru).

Distribuční šok a seps

Tento stav je často spojen s relativní hypovolemií (ztráta intravaskulárního objemu z důvodu kapilárního úniku),



Obr. 12 – Útvar v mediastinu u pacienta s obstrukčním šokem. Evidentní zevní komprese levé síně (LA) kulovitým útvarem lokalizovaným za levou síní před descendentní hrudní aortou. Ao – aorta; LV – levá komora.

s relativně vysokým srdečním výdejem (kromě stavů s již přítomným srdečním onemocněním) a hyperkinetickou funkcí obou komor. Levá komora má normální velikost, pokud není již přítomna chronická srdeční dysfunkce. U některých pacientů se může vykytnout přechodná difuzní hypokineze, srdeční výdej může být však stále vysoký či normální. Absence hyperkontraktility levé a pravé komory může svědčit o relativním myokardiálním funkčním postižení. Běžný je určitý stupeň plicní hypertenze a/ nebo vysoká plicní vaskulární rezistence. Může se vyskytnout porucha systolické funkce pravé komory. Pacienti s klinickými příznaky endokarditidy a/ nebo ti, u nichž je velké riziko endokarditidy, by měli podstoupit expertní echokardiografii, která by vyloučila endokarditidu srdečních chlopní jakožto srdeční příčinu sepse (níže uvedená kapitola Nový srdeční šelest).

Obstrukční šok

Příčinou obstrukčního šoku mohou být mechanické faktory, které jsou překážkou v plnění (tamponáda, mediastinální masa komprese vena cava inferior nebo superior či trombóza, tenzní PTX, těžké astma, intrakardiální tumor nebo sraženina) nebo vyprázdnění (akutní masivní plicní embolie, aortální stenóza, obstrukce výtokového traktu levé komory srdce nebo velkých cév (obr. 12). Následkem nízkého srdečního výdeje je tachykardie se známkami tkáňové hypoperfuze a zvýšení systémové vaskulární rezistence.

■ Obstrukce výtokového traktu levé komory (LVOT)

Existuje podskupina pacientů (s anamnézou arteriální hypertenze, hypertrofií levé komory či s předchozí náhradou aortální chlopně), u nichž dochází s deplecí objemu k rozvoji dynamické obstrukce LVOT se systolickým dopředným pohybem mitrální chlopně, jehož následkem je postupný pokles srdečního výdeje. U těchto pacientů se podezření na obstrukci v LVOT zvyšuje, pokud se nepodaří zvýšit srdeční výdej v návaznosti na zvyšující se inotropní podporu.

■ Srdeční tamponáda

Srdeční tamponáda je důsledkem závažného a/ nebo rychlého nahromadění tekutiny v perikardiální dutině, která vede ke zvýšení intraperikardiální tlaku, jenž je vyšší než intrakavitální tlak, což vede k závažnému poklesu transmurálního tlaku.

Nejcitlivější známkou srdeční tamponády je kolaps stěny pravé síně. V případě velmi zvýšeného intraperikardiálního tlaku dojde ke kolapsu pravé srdeční komory v pozdní diastole přetrvávající do časně systoly.

Ačkoliv se diastolický kolaps pravé komory (vnitřní diastolický pohyb volné stěny pravé komory) objevuje až později, jedná se o specifitější znak, který je nejlépe hodnocen z parasternálního nebo subkostálního pohledu v dlouhé ose. Dilatace vena cava inferior bez změny během hlubokého inspiračního má značnou citlivost pro stanovení diagnózy tamponády, specifická však není dostatečná (možný vliv jiné kardiální patologie či ventilace s pozitivním přetlakem). Další informace týkající se stanovení diagnózy tamponády přináší pulsní dopplerovské vyšetření. Mezi změny v transvalvulární rychlosti během dýchání (nejlépe záznam při nízké rychlosti posunu spektrální křivky) patří inspirační zvýšení vtokové rychlosti pravé komory (> 35–40 %) a reciproční pokles vtokové rychlosti levé komory. Tyto změny vázané na dechový cyklus se obrátí při ventilaci pozitivním tlakem.

Pokud je indikována urgentní perikardiocentéza, lze ji provádět za echokardiografické kontroly, čímž dochází ke snížení komplikací. Poloha perikardiální jehly může být vizualizována a v případě pochybností je možno k potvrzení intraperikardiální polohy jehly/kanyly aplikovat kontrastní látku (agitovaný fyziologický roztok). Echokardiografie se může použít k ověření kompletnosti evakuace perikardiální tekutiny.

■ Kardiogenní šok

Echokardiografie je vynikajícím nástrojem sloužícím k potvrzení diagnózy a příčiny kardiogenního šoku, poskytuje další informace týkající se stavu hemodynamiky pacienta (včetně plicních tlaků a tepového objemu) a vyloučí i jiné příčiny šoku. Z toho důvodu by měla být při podezření na kardiogenní šok provedena transthorakální echokardiografie. Tam, kde je vyšetřitelnost suboptimální, lze indikovat provedení transezofageální echokardiografie.

■ Kardiogenní šok komplikující akutní infarkt myokardu (AIM)

Pokud jde o AIM, existuje několik příčin kardiogenního šoku, včetně snížené funkce levé komory, infarktu pravé komory, akutní významné mitrální regurgitace a mechanických komplikací: ruptura volné stěny levé komory, mezikomorového septa či ruptura papilárního svalu.

■ Dysfunkce levé komory

Ta je manifestována při echokardiografii sníženou ejekční frakcí a regionální dysfunkcí (regionální abnormalitou pohybu stěn) levé komory, poklesem tepového objemu a srdečního výdeje, zvýšenými plicními tlaky levé komory a tlakem v plicním oběhu se sekundární mitrální regurgitací nebo bez ní. Jak ejekční frakce levé komory, tak těžká mitrální regurgitace jsou významnými prediktory mortality.

■ Infarkt pravé komory

Echokardiografie prokazuje dyssyngii pravé komory, dilataci, paradoxní pohyb septa a McConnelllovo znamení. Obvykle je přítomen pokles amplitudy pohybu trikuspidálního anulu v systole (TAPSE). Na diagnózu může být pomýšeno, je-li přítomna trikuspidální regurgitace s nízkou regurgitační rychlostí a plicní regurgitace se strmým poločasem tlakového spádu. Zhodnocení funkce levé komory v souvislosti s akutní závažnou dysfunkcí pravé komory může být náročné, protože levá komora může být relativně nenaplňená.

■ Ruptura volné stěny komory

Echokardiografie dokáže někdy prokázat zjevnou srdeční tamponádu nebo pouze perikardiální kolekci při subakutní ruptuře volné stěny (30 % ruptur). Z toho důvodu by měla přítomnost perikardiální tekutiny při AIM zvýšit podezření na subakutní rupturu stěny komory.

■ Akutní mitrální regurgitace

Jedná se o nejčastější sekundární dysfunkci levé komory bez strukturálních abnormalit na chlopni, které jsou následkem zvýšeného tahu šlašinek („leaflet tethering“) a sníženého mitrálního uzávěru. Vzácněji může být mitrální regurgitace výsledkem akutní dysfunkce či ruptury papilárního svalu. Echokardiografie ukazuje částečný nebo kompletní vlající segment mitrální chlopně. Diagnóza je stanovena tehdy, když dojde k vydouvání trojúhelníkové mobilní struktury představující hlavu papilárního svalu, která je spojena se špičkou vlajícího cípu, do levé síně během systoly. V barevném dopplerovském vyšetření ukazuje excentrický jet se směrem šíření dle postiženého cípu (anteroseptálně směřující jet mitrální regurgitace v případě vlajícího zadního cípu). Je-li stav závažný, může barevné dopplerovské mapování podhodnotit těžký stupeň mitrální regurgitace, poněvadž dochází k rapidní ekvilibraci tlaků mezi oběma komorami.

Akutní mitrální regurgitace může být také následkem náhlého dopředného systolického pohybu předního cípu mitrální chlopně při dynamické obstrukci v LVOT. Zde echokardiografie odhaluje zvýšenou průtokovou rychlost v LVOT a kontinuální dopplerovská křivka má obraz typického pozdního vrcholu s tvarem dýky (z apikálního pohledu). Stupeň mitrální regurgitace se může lišit od mírného až po významný. Typickým znakem je excentrický jet směřující k laterální stěně levé síně.

Nově vzniklý srdeční šelest

Šelest u pacienta s akutními kardiopulmonálními symptomy nebo s klinickými známkami strukturálního onemocnění

Doporučení pro provedení echokardiografie u pacientů prezentujících se šokem

Echokardiografické vyšetření je doporučeno:

1. Pro diferenciální diagnostiku příčiny hypotenze nebo šoku detekci srdečních nebo nekardiálních příčin oběhové nestability.
2. V rámci rozlišení různých srdečních příčin kardiogenního šoku a podpory léčebných postupů včetně chirurgické intervence.

Poznámka: TEE je indikováno, pokud je TTE vyšetření provedeno s nedignostickým závěrem.

nění srdce je jednoznačnou indikací k provedení echokardiografie.

Chlopenní regurgitace

Z echokardiografického pohledu je zásadním rozdílem mezi akutní a chronickou chlopenní regurgitací rozsah dilatace srdeční komory a stupeň zvýšení tlaku v levé komoře nebo v levé síni. Dojde-li k akutní mitrální regurgitaci při nepřítomnosti systolické či diastolické dysfunkce levé komory srdeční, jsou rozměry levé komory i levé síně normální nebo mírně zvětšené. Posouzení míry závažnosti regurgitace je komplexní, mělo by zahrnovat několik parametrů a být interpretováno v kontextu s kardiopulmonální podporou pacienta, protože ventilace pozitivním přetlakem a farmakoterapie jako sedativa/analgetika mohou významně snížit těžký stupeň mitrální regurgitace.

V případě aortální regurgitace charakterizuje šířka vena contracta > 6 mm nebo plocha efektivního regurgitačního ústí $\geq 30 \text{ mm}^2$ významnou regurgitaci. V případě mitrální regurgitace charakterizuje významnou nedomykavost šířka vena contracta > 7 mm nebo plocha efektivního regurgitačního ústí $\geq 40 \text{ mm}^2$.

Je nutné zdůraznit, že i nevelký mitrální regurgitační objem, který se akutně rozvine do malé levé síně, může způsobit těžké plicní selhání a systémovou hypotenzi. Manipulace s cirkulací a ventilace pozitivním přetlakem může významně změnit hemodynamiku a echokardiografický nálezn.

Důležitou informací u mitrální regurgitace může přinejmenším obraz časného vrcholu rychlostní regurgitační křivky a přítomnost reverzního systolického toku v plicních žilách. U aortální regurgitace pomůže krátký poločas tlakového spádu aortální insuficience (< 200 ms) a reverzní diastolický tok v sestupné aortě (end-diastolická rychlost > 20 cm/s). Známkou těžké akutní aortální regurgitace bývá předčasné diastolické otevření aortální chlopně a předčasné uzavření mitrální chlopně s diastolickou mitrální regurgitací. V případě velmi závažné regurgitace budou echokardiografické parametry dále ukazovat vysoký tlak v levé síni (krátký čas izovolumetrické relaxace [IVRT], restriktivní charakter plnění levé komory se zvýšenou rychlostí vlny E > 1,5 m/s, sonografie plic s nálezem intersticiálního edému).

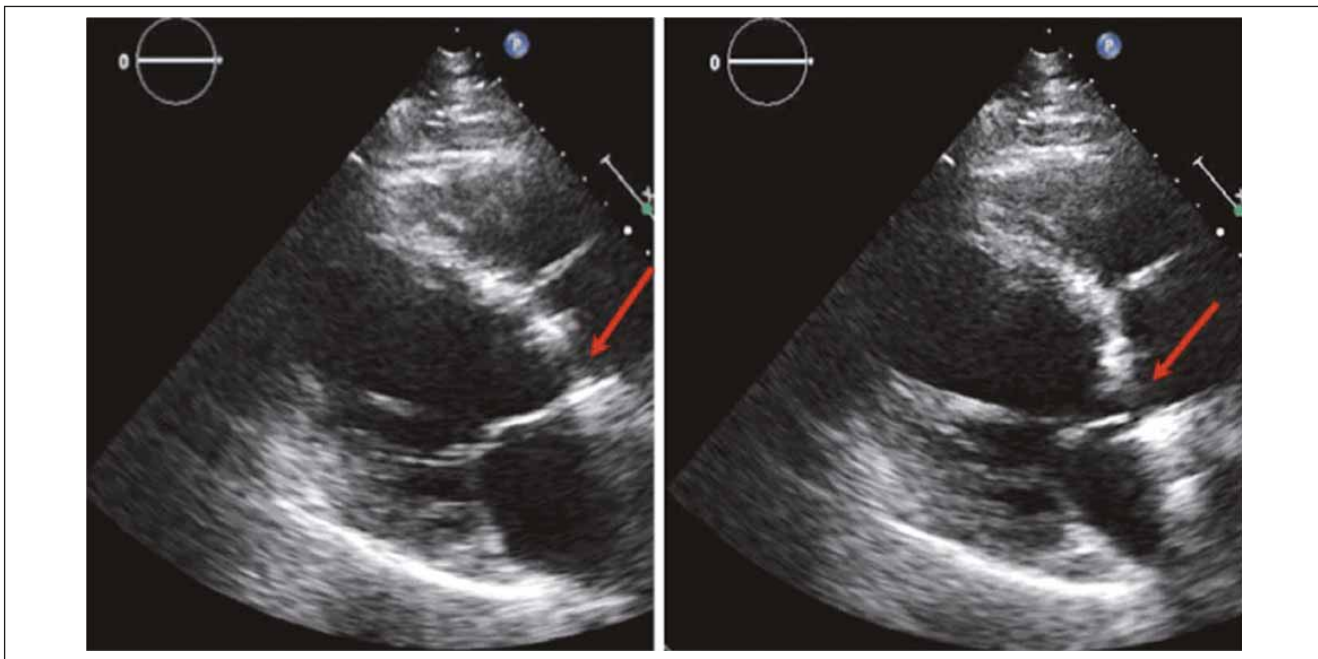
Je nezbytné pečlivě vyhodnotit chlopenní regurgitaci u pacienta, který má indikovanou mechanickou podporu oběhu. V tomto případě může být významná dokonce i malá aortální regurgitace, protože – když srdce neejekuje – dojde k nepřetržité regurgitaci, což může vést k progresivní dilataci levé komory srdeční.

Chlopenní stenóza

U akutně zhoršených pacientů jsou indikace pro katetriční intervence omezené, ale mohou být život zachraňující (perkutánní mitrální komisurotomie a balonková aortální valvuloplastika) s možností definitivní intervence s odstupem.

■ Významná mitrální stenóza

Echokardiografie je hlavní metodou, která je vhodná ke stanovení etiologie, stupně a následků mitrální stenózy. Dále se používá ke zhodnocení anatomie, indikace a k vyloučení kontraindikací PMC. Podrobnosti týkající se zhod-



Obr. 13 – Mechanická náhrada aortální chlopně s kyvadlovým pohybem (rocking) typickým pro dehiscenci (viz šipky). Transthorakální projekce na dlouhou osu levé komory srdeční, vlevo: v systole, vpravo: v diastole.

nocení chlopní a intraprocedurálního monitoringu za využití echokardiografie jsou publikovány jinde.

■ Kritická aortální stenóza

Vedení léčby pacienta se závažnou aortální stenózou a nízkým srdečním výdejem může být náročné i v rámci léčby na jednotce intenzivní péče, ačkoliv nález při TTE je charakteristický.

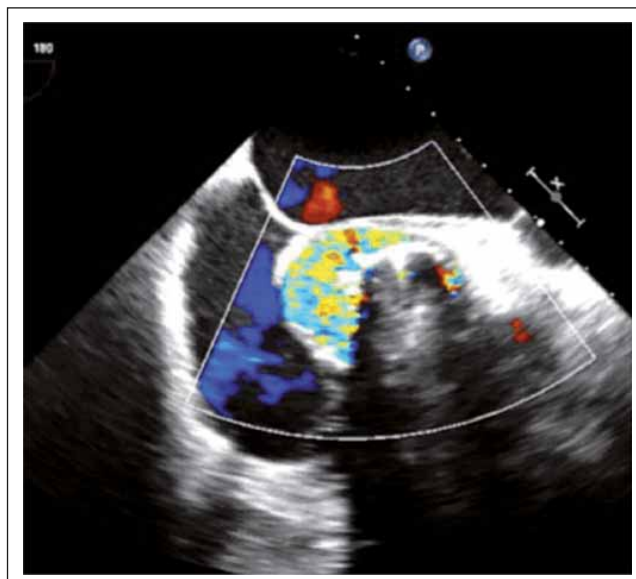
Dysfunkce chlopní náhrady

Na dysfunkci levostranné chlopní náhrady je třeba pomyslet tehdy, dojde-li k normalizaci septálního pohybu, obzvláště za přítomnosti dynamické LV a příznaků plic-

Doporučení pro provedení echokardiografie u pacientů se srdečním šelestem

Echokardiografické vyšetření je doporučeno:

1. u pacientů na jednotce intenzivní (kardiologické) péče s nově vzniklým srdečním šelestem a symptomy nebo známkami srdečního selhání, ischemie / infarktu myokardu, synkopy, tromboembolie, infekční endokarditidy nebo s klinickou evidencí strukturálního onemocnění srdce;
2. při podezření na mitrální regurgitaci u pacienta na umělé plicní ventilaci pozitivním přetlakem je indikováno zátěžové echokardiografické vyšetření (volumová nebo přetlaková zátěž);
3. u pacientů s kritickou aortální stenózou a kardiogenním šokem by měla být echokardiografie provedena k posouzení vhodnosti provedení balonkové aortální valvuloplastiky (BAV);
4. u pacientů s těžkou mitrální stenózou a kardiogenním šokem a/nebo plicním edémem by měla být echokardiografie provedena k posouzení vhodnosti provedení perkutánní mitrální komisurotomie;
5. u pacientů vyžadujících extrakorporální mechanickou oběhovou podporu i méně závažné formy chlopních regurgitací (zejména aortální) mohou být z klinického hlediska důležité a měly by být vyhodnoceny expertně.



Obr. 14 – Stejný případ jako na obr. 13. Transezofoageální projekce na krátkou osu v rovině mechanické náhrady aortální prokazuje v dopplerovském barevném mapování těžkou paravalvulární regurgitaci (přibližně mezi čísly 7 a 1 ve směru hodinových ručiček, tedy zasahující přibližně 50 % obvodu chlopně).

ního edému a/nebo kardiogenního šoku. Jelikož je zhodnocení umělé chlopně složitější, než je tomu v případě přirozené chlopně, mělo by být akutní vyšetření případné chlopní náhrady provedeno odborníkem zabývajícím se TTE i TEE.

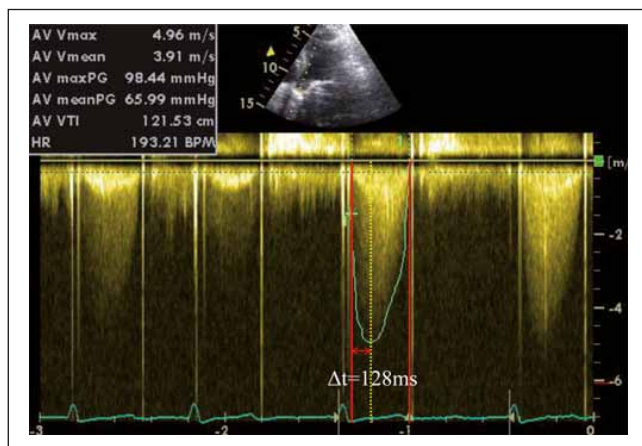
■ Regurgitace chlopní náhrady

Regurgitace umělé chlopně je často periprotetická, i když náhlé strukturální zhoršení bioprotetických chlopní může způsobit těžkou transvalvulární regurgitaci. Ve vzácných

případech se může vyskytnout fraktura mechanické protězy, která vede k embolizaci okluderu (disku) s masivní regurgitací. Velké periprotetické trhliny/leaky jsou často spojovány s abnormálně zvýšenou mobilitou/nestabilitou celé protězy (kolébání, třes) a nazývají se dehiscence (obr. 13, 14). Abnormální mobilita protetického našivacího prstence téměř vždy znamená periprotetickou regurgitaci. O jaký stupeň regurgitace se jedná, lze obtížně hodnotit obzvláště u aortálních protéz se standardními rozměry. Pokud je rozsah regurgitačního jetu větší než 20 % obvodu protězy, jedná se nejspíše o významnou aortální regurgitaci. Při těžké akutní regurgitaci na aortální protěze může být nalezen předčasný uzávěr mitrální chlopně. K novému periprotetickému leaku, jenž se vyskytuje u akutních/urgentních případů, dochází převážně z důvodu endokarditidy. Na rozdíl od endokarditidy nativních chlopní nejsou u protézové endokarditidy často vegetace přítomny, jedinou echokardiografickou abnormalitou bývá paraprotetická regurgitace a/nebo známky chlopní nestability.

■ Obstrukce chlopní náhrady

Transprotetické gradienty mají široké normální rozmezí a skutečná obstrukce se může projevat gradienty v těchto rozmezích. Dále průvodní protetická regurgitace nebo protězy, které jsou pro pacienta malé (neshoda mezi pacientem a protézou, fenomén patient-prosthesis mismatch), vedou k abnormálně vysokým rychlostem bez skutečné mechanické obstrukce. K tomu častěji dochází u aortálních mechanických náhrad nežli u jiných náhrad. U každé chlopní náhrady by mělo být provedeno vyšetření po implantaci chlopně pro možnost dalšího srovnání průtokových rychlostí na protěze v budoucnosti. Zejména když je pacient ve stavu vysokého srdečního výdeje nebo v sepsi, může vést zvětšený srdeční výdej ke zvýšeným rychlostem, které nemají souvislost s obstrukcí chlopně. Proloužená akcelerace (interval od začátku ejekční fáze po maximální rychlost ejekční fáze > 100 ms; obr. 15) dobře koresponduje s protetickou obstrukcí u náhrady aortální chlopně mechanickou protézou.



Obr. 15 – Transvalvulární tok – vysokorychlostní systolický tok (vrcholová systolická rychlost 496 cm/s) a akcelerační čas (mezi červenými šipkami) 128 ms – na dvojlístkové mechanické srdeční chlopní v aortální pozici zaznamenaný pomocí kontinuálního dopplerovského vyšetření s nálezem parciální trombotické obstrukce (potvrzeno peroperačním nálezem)

Doporučení pro provedení echokardiografie u pacientů s podezřením na dysfunkci mechanických chlopních náhrad

Echokardiografické vyšetření je doporučeno v těchto případech:

1. Urgentní TTE je nutné provést u všech pacientů s podezřením na akutní dysfunkci mechanické chlopní náhrady k zjištění závažnosti a mechanismu vzniku regurgitace a/nebo obstrukce.
2. TEE je požadováno, s výjimkou případů, kdy je nález TTE zcela jednoznačný.
3. Echokardiografie by měla být provedena paralelně s jinými diagnostickými metodami, pokud trvá nejistota s ohledem na mechanismus vzniku dysfunkce chlopní náhrady
4. Při podezření na obstrukci mechanické chlopně by mělo být zváženo provedení skiaskoskopie a/nebo CT vyšetření.

Poruchy srdečního rytmu

U kriticky nemocného pacienta je vhodné při daném patologickém stavu dosáhnout adekvátní srdeční frekvence, aby bylo dosaženo optimálního srdečního výdeje při co nejnižším plicním tlaku. Hodnocení srdečního výdeje při poruchách srdečního rytmu pomocí echokardiografického vyšetření může být obtížné, nicméně i přesto je nutné ho ve specifických případech provést.

Síňové arytmie

Síňové arytmie, zvláště pak s nepravidelným rytmem (fibrilace síní), snižují schopnost posuzování srdeční funkce a hemodynamiky pomocí echokardiografického vyšetření. Absence síňové kontrakce, a tedy i síňového příspěvku při plnění LV spolu se změnami v kontraktilitě LV ovlivňují výslednou diastolickou náplň (preload), a tím i srdeční výdej. Nadměrně rychlý a nepravidelný srdeční rytmus výrazně ovlivňuje schopnost přesného posouzení srdeční funkce a plicních tlaků. Při fibrilaci síní je třeba hodnotit průměr z deseti po sobě jdoucích srdečních cyklů, aby bylo možné, stejně jako při sinusovém rytmu, získat echokardiografické parametry nutné k posouzení zvýšených plicních tlaků. Poměr $E-e'$ (> 13) a E/Vp (> 1,4) ukazují na zvýšené plicní tlaky v levé komoře. Namísto měření deseti po sobě jdoucích srdečních stahů, může stačit vyhodnocení tří stahů, pokud je tepová frekvence kolem 70 tepů/min. Hodnota deceleračního času vlny $E \leq 150$ ms prokázala schopnost předpovědi zvýšeného plicního tlaku u pacientů se sníženou ejekční frakcí levé komory. Pokud je trvání fibrilace síní delší než 48 hodin nebo existují pochybnosti o délce trvání fibrilace síní, může být TEE použita k vyloučení přítomnosti intrakardiálního trombu v oušku levé síně před kardioverzí.

Komorové arytmie

Nejdříve je nutné objasnit etiologii komorových arytmií, což představuje zásadní roli při stanovení dalšího terapeutického postupu. Echokardiografie je jedním z prvních vyšetření, které je třeba provést, po terminaci arytmiie.

■ Ischemie

Ischemie myokardu je nejčastější příčinou vzniku komorových arytmií, může vyvolat fibrilaci komor (vyžadující okamžitou defibrilaci), komorovou tachykardii nebo fibrilaci síní. Echokardiografie může odhalit globálně nebo regio-



Obr. 16 – Dilatovaná pravá komora (RV) se sníženou funkcí, dilatace výtokového traktu pravé komory (RVOT) a ztenčení stěny pravé komory (RV) spolu se značně trabekulizovaným hrotem a volnou stěnou pravé komory jsou známkami arytmogenní kardiomyopatie pravé komory. RA – pravá síň.

nálně sníženou komorovou funkci (kinetiku) odpovídající perfuzní oblasti uzavřené/neúplně obturované koronární tepny a iniciovat časné provedení revaskularizace. U pacientů s chronickou ischemickou chorobou srdeční, po AIM, představují jizevnatá tkáň a snížená srdeční funkce důležité faktory pro rozvoj arytmií (přítomnost arytmogenního substrátu).

■ Neischemické příčiny

Na neischemické příčiny komorových arytmií by se mělo pomýšlet zejména u jedinců mladších 35 let. Dědičná srdeční onemocnění jsou nejčastější příčinou život ohrožujících arytmií u této populace. Zahrnují hypertrofickou kardiomyopatii (HKMP), arytmogenní kardiomyopatii pravé komory a familiární dilatační kardiomyopatii (DKMP). U arytmogenní kardiomyopatie pravé komory může echokardiografie odhalit dilataci pravé komory a její sníženou funkci, dilataci výtokového traktu pravé komory (RVOT) a u progresivních forem též ztenčení stěny pravé komory spolu s aneurysmatem pravé komory a/nebo zvýšenou trabekulací pravé komory (obr. 16). U HKMP echokardiografie typicky prokazuje symetrickou nebo asymetrickou hypertrofii levé komory s normálními nebo mírně sníženými objemy komor, diastolickou dysfunkcí a zvýšené objemy síní. Hypertrofované interventrikulární septum nebo jakékoli segmenty s tloušťkou stěny nad 15 mm bez dalších vysvětlujících příčin (arteriální hypertenze, amyloidóza) činí diagnózu HKMP velmi pravděpodobnou. Pokud se u mladého pacienta s komorovými arytmiemi neprokáže při echokardiografii či při použití jiné zobrazovací modalitě žádný patologický nálezn, je třeba pomýšlet na kanálopatie či užívání toxických látek nebo dopingů.

Poranění srdce a aorty

Tupá nebo penetrující poranění hrudníku mohou způsobit také vážná poranění srdce a velkých cév. Transthorakální i transezofageální echokardiografie hrají důležitou roli při komplexním posuzování celkového stavu pacientů s poraněním hrudníku. Vyšetření transezofageální echokardiografií je indikováno u pacientů s polytraumaty a/ nebo s mechanickou ventilací nebo při podezření na traumatický akutní aortální syndrom. Je důležité odlišit poranění aorty od srdečního poranění. U těžkých poranění/ polytraumat umožňuje CT vyšetření rychlou a extenzivní

diagnostiku, a pokud je okamžitě k dispozici, pak je zobrazovací metodou první volby. U pacientů s jednoznačně prokázaným poraněním aorty není nutné provádět další zobrazovací vyšetření. Pomocí jícnové echokardiografie je možné zhodnotit abnormality kinetiky myokardu a hemodynamickou závažnost perikardiálního výpotku. Pro stanovení správné diagnózy je rozhodující odlišení ruptury aorty od jiných stavů, které mají podobný echokardiografický nálezn, jako např. aortální debris nebo aterosklerotické pláty.

Akutní poranění aorty

Odhaduje se, že 75–80 % poranění hrudní aorty je následkem srážky motorových vozidel. Akutní poranění aorty způsobené tupým nárazem na hrudník je významnou příčinou morbidit a mortality. Okamžitě fatální je v 80–90 % případů. Pokud je poranění diagnostikováno včas, podle různých odhadů po definitivní léčbě přežije 60–80 % pacientů, kteří se dostanou do nemocnice (obvykle se prokazuje pseudoaneurysma aorty). Poranění může způsobit rupturu aorty, disekci nebo intramurální hemat. Částečné narušení stěny aorty může vyústit v rozvoj pseudoaneurysmatu. Přestože je provedení jícnové echokardiografie při podezření na poranění aorty výtečné, mnoho pacientů po traumatech hrudníku bude rutinně podstupovat CT vyšetření a zobrazení aorty by mělo být součástí vyšetřovacího protokolu.

Doporučení pro provedení echokardiografie u pacientů s podezřením na akutní traumatické poranění aorty

Provedení echokardiografie je doporučeno:

1. TEE je jednou z doporučených zobrazovacích metod první linie pro potvrzení diagnózy akutního traumatického poranění aorty. (V praxi jsou ve většině traumatologických center využívány CT protokoly jako diagnostická metoda první volby.)
2. Provedení TEE se také doporučuje intraoperačně pro podporu a vedení chirurgického výkonu a anestezie.

Provedení echokardiografie není doporučeno:

1. TEE je relativně kontraindikována u pacientů s frakturou krční páteře.

Akutní poranění srdce

U pacientů s drobnými poraněními srdce není nutné při absenci tachykardie, hypotenze, dechových obtíží, bolesti na hrudi nebo jiných „kardiálních“ symptomů provádět

žádnou intervencí, s výjimkou klinického vyšetření. U rozsáhlejšího poranění je klinické vyšetření často obtížné a málo senzitivní či specifické pro detekci srdečního poškození. Lékaři musejí předpokládat, že hypotenze a tachykardie u pacienta s traumatem je v první řadě důsledkem krvácení, ale při hypotenzii a tachykardii provázející izolované trauma hrudníku je nutno také vyloučit, zda se nejedná o srdeční tamponádu či tenzní pneumothorax/hemothorax. Doporučuje se provedení standardního ultrazvukového vyšetření v rámci protokolu *Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST)* u lůžka pacienta, které zahrnuje i vyloučení hemodynamicky významného hemoperikardu a pleurálního výpotku.

Po vyloučení srdeční tamponády je vhodné u pacientů s příznaky srdečního selhání nebo s abnormálními srdečními ozvami (přítomnost šelestu) provést standardní echokardiografické vyšetření k objasnění příčiny srdeční dysfunkce, k posouzení nutnosti tekutinové či inotropní podpory a k identifikaci dalších poranění (včetně dysfunkce RV) vyžadujících intervenci nebo monitoraci srdečního rytmu. Transezofageální echokardiografie je výtěžnější než TTE při stanovení příčiny přetrvávající hemodynamické nestability nebo dalších problémů, potenciálně souvisejících se srdečním poraněním. Transezofageální echokardiografie umožňuje přesnější zobrazení abnormalit kinetiky stěn a poranění chlopní (ruptura chlopně) a septa (ruptura septa). Tupá poranění srdce zahrnují široké spektrum patologických stavů různého klinického významu – od klinicky němých přechodných arytmií až po smrtící rupturu srdeční stěny.

Srdeční kontuze/dysfunkce

Nejčastějším projevem kontuze srdce je srdeční dysfunkce (snížená kontraktilita v nepřítomnosti arytmiie nebo krvácení). Pravostranné srdeční oddíly jsou postiženy častěji, a to vzhledem k jejich poloze u přední strany hrudníku. Komorová a síňová poranění jsou stejně častá. Objevuje se globální dysfunkce nebo abnormální regionální kinetika stěn. V rámci echokardiografického protokolu by hodnoty TAPSE měly být zaznamenány při prvním vyšetření a následně využívány pro sledování funkce pravé komory, a to s přihlédnutím k aktuální hemodynamice, ventilačním parametrům, inotropní a vazopresorické farmakoterapii a k hodnotám arteriálních krevních plynů v době vyšetření. Vyžaduje se kvalitní zobrazení volné stěny pravé komory se zaměřením se na eventuální ztenčené segmenty myokardu, kde je zvýšené riziko ruptury. Při přítomnosti perikardiálního výpotku je též významně zvýšené riziko ruptury volné stěny pravé komory a je třeba pečlivě pátrat po pseudoaneurysmatu, a to pomocí všech dostupných akustických oken.

Ruptura myokardu

Ruptura myokardu je nejzávažnější formou tupého srdečního poranění. Většina pacientů umírá již v mimonemocničním prostředí. Pro ty, kteří se dostanou do nemocničních zařízení, je rychlé vyšetření pomocí echokardiografie, po níž následuje adekvátní intervence, nezbytné pro záchranu života. Méně těžká poranění komorové stěny mohou vést k rozvoji opožděné nekrózy myokardu a manifestovat se rupturou stěny, a to až několik dní po přijetí do nemocnice.

U takových pacientů je nutno stanovit správnou diagnózu a jejich klinický stav považovat za velmi rizikový.

■ Poranění septa a chlopní

Poranění septa a chlopní jsou vzácná. Mohou se týkat aortální, mitrální i trikuspidální chlopně. Zahrnují natržení cípů, ruptury papilárních svalů a/nebo šlašinek a vedou ke vzniku akutní chlopní regurgitace.

■ Akutní infarkt myokardu

Infarkt myokardu může být způsoben traumatickou disekcí koronární tepny, její lacerací a/nebo trombózou, i když je tato příčina AIM méně obvyklá. Nejčastěji postiženou koronární tepnou je ramus interventricularis anterior (RIA). Je-li suspekce na AIM, EKG a echokardiografické vyšetření je nutné provést co nejdříve.

■ Arytmie

Pokud bylo vyloučeno krvácení, vyvolává přítomnost arytmií podezření na traumatické poškození srdce, a to zejména v případě nevysvětlitelné přetrvávající tachykardie, vzniku nové raménkové blokády a méně významných arytmií (např. komorových extrasystol). Je indikováno časné provedení echokardiografického vyšetření.

Doporučení pro provedení echokardiografie u pacientů s podezřením na akutní traumatické poranění srdce

Provedení echokardiografie je doporučeno v těchto případech:

1. Cílené srdeční ultrazvukové vyšetření by mělo být okamžitě provedeno u pacientů s izolovaným traumatem hrudníku, hypotenzí a tachykardií k vyloučení srdeční tamponády nebo tenzního pneumothoraxu.
2. Emergentní echokardiografické vyšetření je nutné u pacientů a izolovaným traumatem hrudníku, bez srdeční tamponády nebo tenzního pneumothoraxu, kteří se prezentují perzistující tachykardií nebo hypotenzí, známkami srdečního selhání, abnormálním poslechovým nálezem, abnormální EKG křivkou nebo rekurentní arytmií. U těchto pacientů může echokardiografie pomoci diagnostikovat příčinu výše uvedených abnormálních nálezů, stanovit potřebu volumové terapie nebo inotropní podpory oběhu a identifikovat jiná poškození vyžadující intervenci.
3. TEE je superiorní diagnostickou metodou při podezření na traumatické poranění srdce v porovnání s TTE.

Provedení echokardiografie není doporučeno v tomto případě:

1. U pacientů s menším rozsahem poranění hrudníku, bez tachykardie, hypotenze, dechových potíží, bolestí na hrudníku nebo jiných symptomů. Kromě klinického vyšetření není žádná jiná intervence potřebná.

Postprocedurální komplikace

Pokud má pacient po kardiochirurgické nebo katetrizační intervenci známky hemodynamické nestability a/ nebo nedostatečného srdečního výdeje, je důležité provést echokardiografii jako první krok ke zjištění příčiny tohoto stavu. Mělo by být provedeno kompletní TTE vyšetření, při špatné kvalitě transthorakálního zobrazení může být upřednostněna transezofageální echokardiografie.

Pooperační komplikace

Přítomnost perikardiálního výpotku a srdeční tamponáda jsou častými komplikacemi po kardiochirurgických operacích. Stanovení diagnózy probíhá na základě zhodnocení klinického nálezu; nicméně zpravidla je indikováno provedení echokardiografického vyšetření. Pokud je negativní, měla by následovat TEE, zejména při diagnostické nejistotě, kdy je zvažován návrat pacienta na operační sál k provedení chirurgické evakuace. Echokardiografické atributy tamponády často chybějí a perikardiální výpotky jsou malé a hůře lokalizovatelné (mohou být při TTE vyšetření přehlédnuty).

Po déletrvajícím revaskularizačním výkonu a/nebo při nutnosti kardioplegie může být výrazně narušena funkce myokardu. Pokud byla u pacienta provedena koronární intervence, je nutno pomýšlet na možnost disrupce koronární tepny, kdy koronarografické rozpoznání této komplikace může být obtížné. Průběh proximálních 2–4 cm koronárních tepen je možné identifikovat pomocí TEE, všechna vyšetření provedená v této souvislosti by měla být zaměřena na zobrazení průběhu koronárních arterií, a v případě operace mitrální chlopně vyšetření zacílit na průběh ramus circumflexus (RC) v oblasti zadního anulu mitrální chlopně.

Pravá komora je obzvláště citlivá na pooperační dysfunkci po provedené kardiochirurgické revaskularizaci, příčina tohoto stavu není zřejmá. Vzhledem k tomu, že dysfunkce pravé komory může vážně ovlivnit prognózu pacienta, musejí být velikost a funkce pravé komory pečlivě kontrolovány u každého pacienta po operaci srdce.

Komplikace po katetrizačních a elektrofyziologických diagnostických výkonech

Echokardiografické vyšetření akutních komplikací těchto výkonů obvykle zahrnuje diagnostiku srdeční tamponády, srdečního selhání a kardiogenního šoku, okluze koronárních stentů (posouzení kinetiky komor) a dislokace implantovaných přístrojů. Pokud dojde k hemodynamické nestabilitě u pacientů po implantaci intrakardiálních zařízení, je indikováno promptní TTE vyšetření. Pro získání lepšího zobrazení může následovat provedení TEE a vyhodnocení nálezu s implantujícím kardiologem. Kromě zobrazení dislokace implantátu by echokardiografie měla napomoci určit časovou náročnost, urgentnost a strategii dalšího postupu.

Mimotělní podpora oběhu

Extrakorporální podpora oběhu není léčebná metoda v pravém smyslu slova, je metodou podpurné terapie, poskytující čas k odhalení a léčbě kauzálního patologického procesu. Echokardiografie sehrává zásadní roli při rozpoznávání jakýchkoli potenciálně léčitelných příčin kardiorespiračního selhání. Slouží i k posouzení samotné indi-

kace k poskytnutí mimotělní podpory oběhu a umožňuje vyhodnotit nezbytně nutnou úroveň této podpory včetně posouzení zachovaného výdeje pravé a levé komory při mimotělním oběhu. Provedení echokardiografického vyšetření je nezbytné k vyloučení eventuálních kardiovaskulárních kontraindikací k poskytnutí mimotělní podpory (tabulka 2).

Závěr

Echokardiografie se stala hlavní zobrazovací modalitou pro diagnostiku a monitoraci u lůžka pacientů s akutními kardiovaskulárními onemocněními. Je neinvazivní, poskytuje rychlé a přesné posouzení srdeční morfologie a hemodynamiky v zátěžových situacích a je praktickou kontrolní zobrazovací metodou při různých terapeutických výkonech. Bezpečnost echokardiografie umožňuje provádět vyšetření opakovaně, což je velmi užitečné, zvláště při péči o kriticky nemocné pacienty.

Literatura

P. Lancellotti, S. Price, T. Edvardsen, et al., The use of echocardiography in acute cardiovascular care: Recommendations of the European Association of Cardiovascular Imaging and the Acute Cardiovascular Care Association, *European Heart Journal Cardiovascular Imaging* 16 (2015) 119–146, doi: 10.1093/ehjci/jeu210

Prohlášení týkající se léčiv a materiálů:

Zmínka o obchodních názvech, komerčních výrobcích společností a zahrnutí inzerátů do čísla neznamena schválení časopisem *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, redakcí a redakční radou, Oxford University Press ani společností, jichž jsou autoři členy. Redakce a vydavatel učinili potřebná opatření, aby ověřili názvy léčiv, dávkování, výsledky experimentální práce a klinické nálezy, které byly zveřejněny v časopise. Konečnou zodpovědnost za podání a dávkování léčiv zmíněných v časopise a interpretaci publikovaného textu nese lékař a redakce ani vydavatel nemohou přijmout zodpovědnost za škody způsobené chybou nebo vynecháním v časopise. Prosím informujte redakci o jakýchkoli chybách.

Názory vyjádřené v *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging* jsou názory autorů a příspěvateľů a nutně neodrážejí názory Evropské kardiologické společnosti, redakce, redakční rady, Oxford University Press nebo společností, jichž jsou autoři členy.

OUP ani ESC nejsou zodpovědné za přesnost překladu, za chyby, vynechání nebo nepřesnosti a jakékoli důsledky z toho vyplývající. Za překlad článku v tomto reprintu zodpovídá výhradně docent Hutýra.