



Přehledový článek | Review article

Echokardiografie u ischemické choroby srdeční

(Echocardiography in coronary artery disease)

Regina Votavová^a, Anna Linhartová^b, Josef Kořínek^a, Josef Marek^a, Aleš Linhart^a^a II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice, Praha, Česká republika^b Fakulta umění Univerzity Karlovy, Praha, Česká republika

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Došel do redakce: 25. 8. 2015

Přepřacován: 11. 9. 2015

Přiját: 12. 9. 2015

Dostupný online: 17. 10. 2015

Klíčová slova:

Echokardiografie

Funkce myokardu

Ischemická choroba srdeční

Ischemická mitrální regurgitace

SOUHRN

Ischemická choroba srdeční je jednou z hlavních příčin morbidit a mortality. Zobrazovací vyšetření představují klíčové metody k posouzení rozsahu a závažnosti onemocnění a k vyhodnocení hemodynamických komplikací. Echokardiografie provedená zkušeným vyšetřujícím poskytuje užitečné informace pro klinickou praxi a odhad prognózy. Komplexní hodnocení přináší informace o globální a regionální funkci myokardu, viabilitě myokardu, ischemické mitrální regurgitaci a o případných komplikacích, jakými mohou být trombus v levé komoře, ruptura stěny levé komory a perikardiální výpotek. Hlavní nevýhodou echokardiografie je omezená vyšetřitelnost mnoha pacientů a nesporná závislost na kvalitách vyšetřujícího. Nicméně pro možnost provedení echokardiografického vyšetření u lůžka našich pacientů zůstává echokardiografie zásadním vyšetřením a její znalosti jsou nepostradatelné pro všechny kardiology.

© 2015, ČKS. Published by Elsevier sp. z o.o. All rights reserved.

ABSTRACT

Coronary artery disease (CAD) is one of the major causes of morbidity and mortality. Imaging techniques represent the key method for disease extent and severity assessment and evaluation of hemodynamic complications. In skilled hands the method provides useful information for clinical management and prognosis assessment. Complex evaluation brings information about global and regional myocardial function, myocardial viability, ischemic mitral regurgitation, and about development of complications such as left ventricular thrombus formation, myocardial rupture and pericardial effusion. The main drawback of echocardiography is the limited echogenicity of many patients and its undeniable operator-dependence. However, the possibility of bringing the echocardiographic imaging to the bedside of our patients makes the method essential and its knowledge indispensable for all cardiologists.

Keywords:

Coronary artery disease

Echocardiography

Ischemic mitral regurgitation

Myocardial function

Adresa: Prof. MUDr. Aleš Linhart, Ph.D., II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice, U Nemocnice 2, 128 08 Praha 2, e-mail: alinh@lf1.cuni.cz

DOI: 10.1016/j.crvasa.2015.09.006

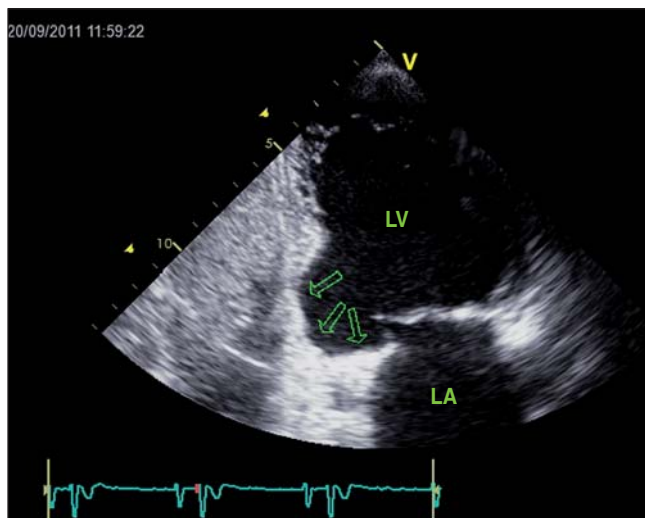
Úvod

Ischemická choroba srdeční (ICHS) je jednou z hlavních příčin morbidity a mortality. Zobrazovací vyšetření představují klíčové metody k posouzení rozsahu a závažnosti onemocnění a k vyhodnocení hemodynamických komplikací. Echokardiografie je jednou z nejužitečnějších vyšetřovacích modalit díky její dobré dostupnosti, snadnému použití, možnosti využití přímo u lůžka nemocného a opakovatelnosti. V tomto článku shrnujeme základní principy echokardiografického vyšetření doporučené pro posuzování pacientů s akutní i chronickou formou ICHS.

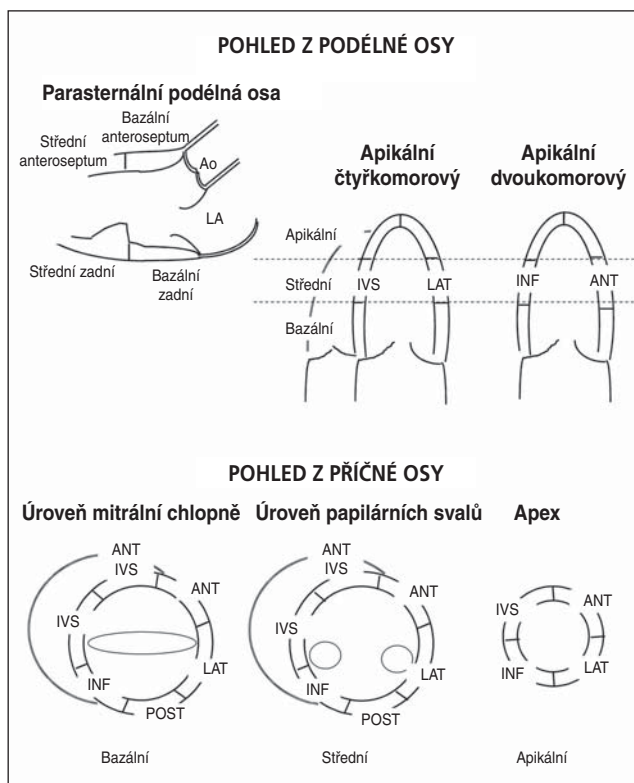
Hodnocení regionální systolické funkce

Hlavním důsledkem ischemie je snížení regionální systolické kontraktility. Jestliže závažná ischemie přetrvává, rozvíjí se myokardiální nekróza následovaná jizvením, které poškozuje regionální funkci trvale. Regionální funkce myokardu se obvykle odhaduje pouze vizuálně hodnocením ztlustování stěny a endokardiálním pohybem jednotlivých segmentů myokardu. Je všeobecně známo, že pohyby určitého segmentu myokardu mohou být způsobeny „tetheringem“ přilehlého segmentu anebo celkovým pohybem levé komory v prostoru. Považuje se tedy za výhodné analyzovat regionální deformace použitím metod, které jsou alespoň částečně nezávislé na tetheringu. Takovou metodou je například „speckle tracking“, avšak je nutno mít na paměti, že i deformace mohou být pasivní [1].

Obvyklou praxí je hodnocení regionální funkce myokardu podle kvality kontrakce. Doporučený skórovací systém vycházející ze současných doporučení je následující: (1) pro normokinezi nebo hyperkinezi, (2) pro hypokinezi (omezení ztlustování), (3) pro akinezi (chybějící nebo zanedbatelné ztlustování) a (4) pro dyskinezi (systolické ztenčování nebo napínání, anebo dokonce aneurysma). Aneurysma se vyznačuje fokální dilatací a ztenčením (remodelací) stěny myokardu s typickou akinezi nebo dyskinezi v průběhu sy-



Obr. 1 – Aneurysma spodní stěny (šipky) v apikální dvoudutinové projekci.
LA – levá síň; LV – levá komora.

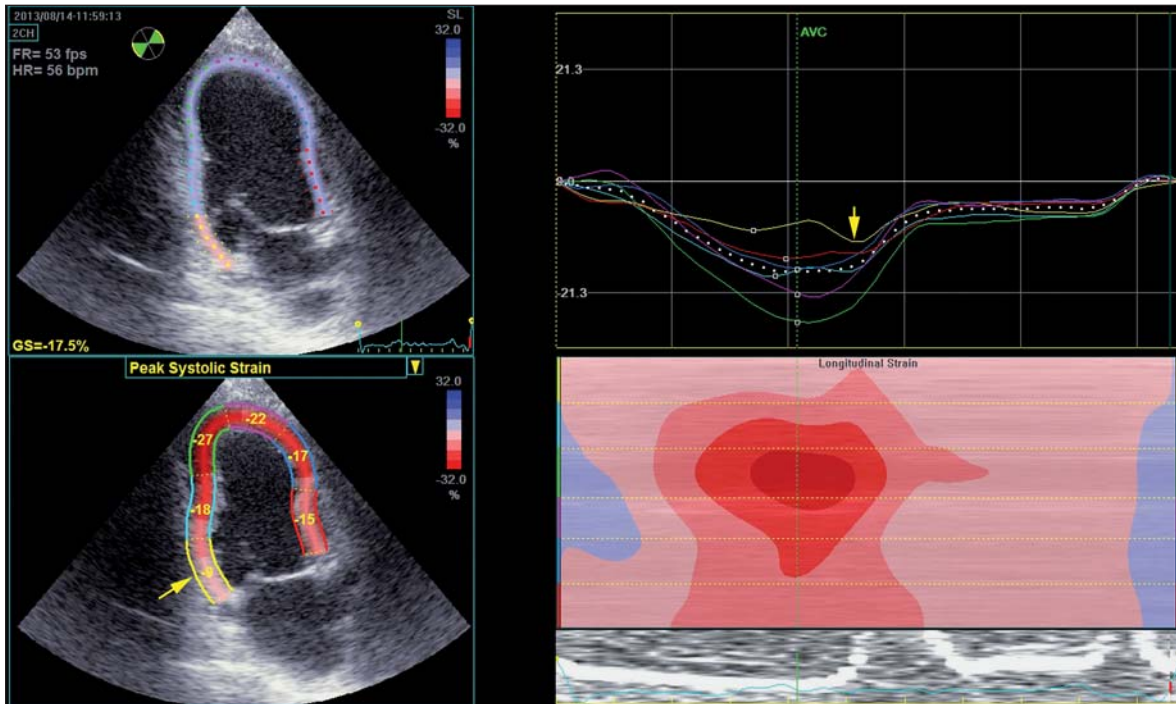


Obr. 2 – Klasické rozdělení stěny levé komory na 16 segmentů.

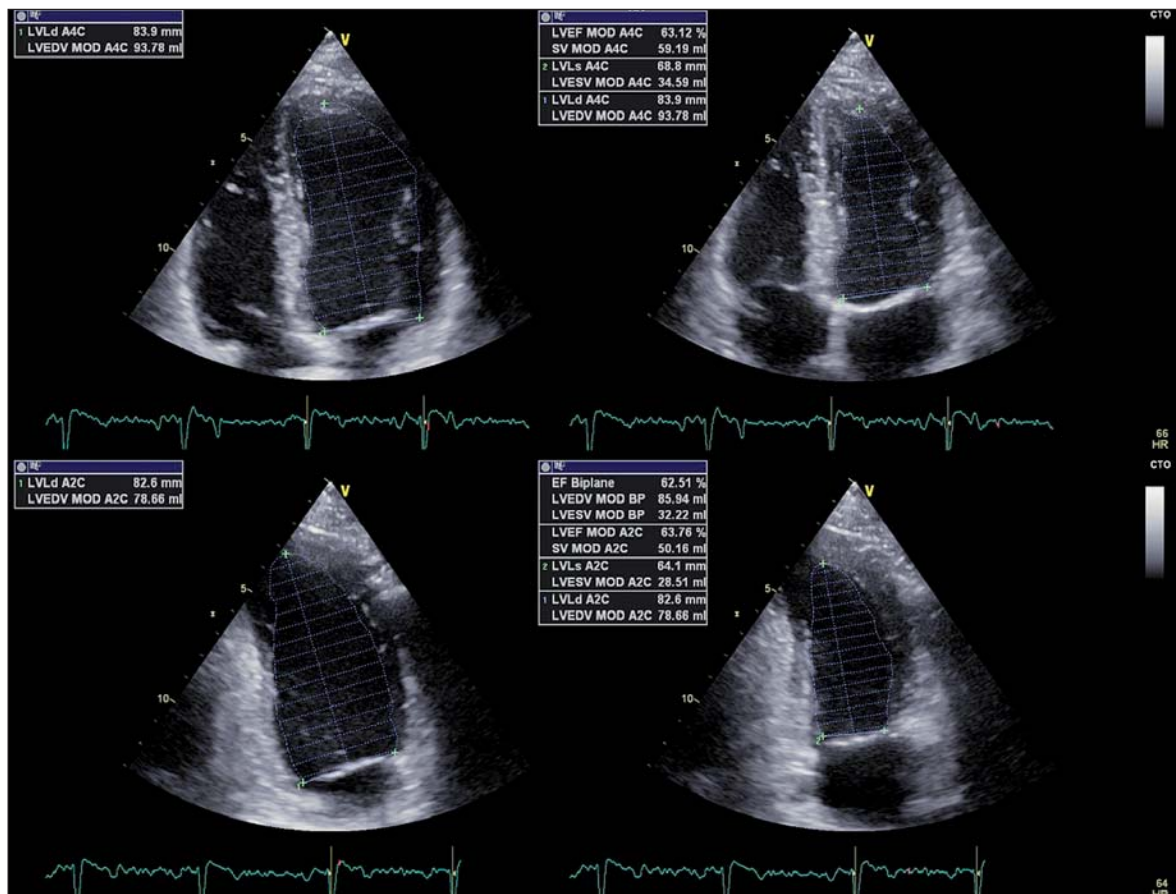
ANT – přední stěna; Ao – aorta; INF – spodní stěna; IVS – interventrikulární septum (jeho střední a bazální oblast bývá označována jako inferoseptum); LA – levá síň; LAT – laterální nebo anterolaterální stěna; POST – zadní nebo inferolaterální stěna.

stoly (obr. 1). V minulosti bylo celkem pět stupňů systolické deformace. Samostatný pátý stupeň byl vyčleněn právě pro výdutě. Tento přístup je stále ještě v mnoha echokardiografických laboratořích respektován. Na základě hodnocení pohyblivosti dílčích segmentů může být vypočteno takzvané wall motion index score (WMS), tedy ukazatel stupně pohyblivosti stěny levé komory, který je součtem všech skóre přidělených hodnoceným segmentům děleným počtem vizualizovaných segmentů.

Členění či segmentování dutiny levé komory se mohou lišit v závislosti na použité zobrazovací metodě a zvyklostech echokardiografických laboratoří. Model skládající se ze 16 segmentů byl navržen jak pro výpočty indexu WMS za klidových podmínek, tak pro potřeby zátěžové echokardiografie (obr. 2). Nicméně nedávná doporučení navrhuji 17segmentový model, v němž je 17. segment představován „apikální čepičkou“. Proto je nyní apikální segment dále rozdělen na pět segmentů místo čtyř používaných dříve. Tento přístup se doporučuje pouze pro perfuzní studie, neboť umožňuje lepší srovnání s ostatními zobrazovacími metodami, jako je jednofotonová emisní výpočetní tomografie (SPECT), pozitronová emisní tomografie (PET) nebo magnetická rezonance (MR) srdce [2]. Avšak toto členění by nemělo být používáno pro hodnocení regionálního pohybu a v deformačních (strain) studiích, u nichž je 16segmentový model stále ještě metodou volby. Je to způsobeno skutečností, že endokardiální exkurze a ztlustování stěny v oblasti apikální čepičky jsou zanedbatelné.



Obr. 3 – 2D speckle tracking v dvoudutinové apikální projekci ukazuje významný pokles longitudinální deformace při bazi spodní stěny (žlutý segment, šipka) se zřetelnou postsystolickou deformací (šipka) na žluté křivce stejného segmentu.



Obr. 4 – Biplanární metoda sumace disků (Simpsonova modifikace) pro výpočet objemu a ejekční frakce levé komory

Zobrazování deformace, nyní většinou užitím strainu a strain rate odvozené od speckle trackingu, by mělo umožnit méně subjektivní hodnocení kontrakcí myokardu v porovnání s prostým vizuálním hodnocením. Speckle tracking echokardiografie nahradila techniky založené na tkáňovém dopplerovském zobrazení (TDI), které byly pro hodnocení pohybů a deformace myokardu používány původně. Protože je tkáňové dopplerovské zobrazení odvozeno z deformace a deformační rychlosti z tkáňových rychlostí, je TDI hodnocení ovlivněno pasivními translačními pohyby a tetheringem segmentů myokardu, což velmi znesnadňuje rozlišení akinetických segmentů. Dalším faktorem komplikujícím vyhodnocení tkáňového dopplerovského zobrazení je skutečnost, že myokardiální rychlosti klesají od baze k hrotu srdečnímu. Kromě toho přesnost TDI, stejně jako všech technik založených na principu Dopplerova jevu, závisí na úhlu, pod nímž jsou segmenty hodnoceny. Hodnocení zaúhlených segmentů je téměř nemožné [3].

Strain a strain rate odvozené z dvojrozměrné (2D) echokardiografie jsou založeny na počítačových algoritmech sledujících pohyby takzvaných speckles – shluků přirozených akustických markerů vznikajících v myokardu při interakci s ultrazvukovými vlnami. Tyto techniky jsou nezávislé na úhlu šíření ultrazvukového vlnění a umožňují hodnocení podélných (z apikálních projekcí), radiálních (zobrazení z krátké osy a apikálních projekcí) a cirkumferenciálních (z projekce na krátkou osu) deformací. Přesto mohou vyvolat chybu translační pohyby srdce, kdy se srdce v průběhu srdečního cyklu posouvá mimo zobrazovací rovinu. Reprodukovatelnost dvojrozměrné techniky měření je ve srovnání s dopplerovským záznamem lepší. Je třeba mít na paměti, že tato technika vyžaduje vyšší snímkovací frekvence (50–70/s) než ty, které jsou používány při běžném zobrazování, a pro přesné vyhodnocení je důležitá dobrá kvalita obrazu [3].

V normálním myokardu jsou strain a strain rate distribuovány rovnoměrně, a dokonce i jemné změny mohou naznačovat postižení kontraktility myokardu. Některé studie ukázaly, že zejména snížení podélné deformace koreluje s přítomností snížené koronární perfuze v segmentech, které se jeví vizuálně normální (obr. 3) [4].

Zobrazení strainu umožňuje identifikovat přítomnost podélného zkrácení nebo radiálního ztluštění myokardu po uzavření aortální chlopně, tzv. postsystolického zkrácování nebo ztlušťování (PSS) či tardokineze (obr. 3). Postsystolické zkrácování se může v malém rozsahu vyskytnout v některých segmentech a vrstvách myokardu levé komory i za fyziologických podmínek. Avšak jasné vyjádřené PSS svědčí pro ischemii nebo jizvení myokardu. Rozvoj PSS během zátěžového testu je považován za ukazatel regionální ischemie. Deformační analýza může být také užitečná při hodnocení viability myokardu. Omráčený myokard sice ukazuje snížené rychlosti systolické deformace, ty se ale zlepšují po intravenózní aplikaci nízké dávky dobutaminu. Současně pokračují diskuse, zda přítomnost postsystolického zkrácení naznačuje jizvení nebo zda může být i projevem implikujícím viabilitu [5].

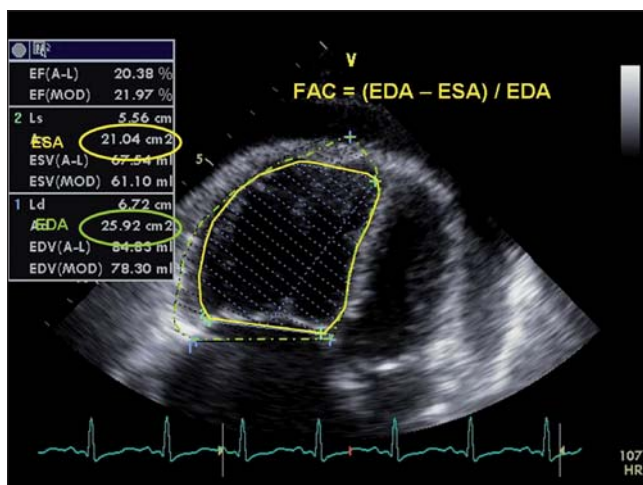
Měření regionální deformace se může lišit v závislosti na oblasti myokardu, která je předmětem šetření, na použité metodice a na vzorkovacím objemu. Ačkoli jsou tvary strain a strain rate křivek získané na přístrojích různých

výrobců podobné, kvantitativní měření nejsou kvůli odlišnému softwarovému vybavení přímo srovnatelná. Proto i přes teoretické výhody oproti vizuálnímu hodnocení nejsou univerzálně použitelná normativní data pro různé segmenty k dispozici [1].

Hodnocení globální systolické funkce

Podle současných doporučení by měly být parametry globální systolické funkce myokardu založeny na dvojrozměrném (2D) nebo trojrozměrném (3D) echokardiografickém obraze. Vzorce vycházející z lineárních měření, jako je například frakční zkrácení, metody výpočtu ejekční frakce LK (EFLK) z lineárních rozměrů podle Teichholze nebo Quinonese nejsou obecně doporučovány [1]. Jejich použití může být poněkud zavádějící u pacientů s ICHS a s postižením regionální kontraktility. Přestože 3D echokardiografie začíná měnit klinickou praxi v mnoha ohledech, 2D přístup stále převažuje. Objemy levé komory srdeční by měly být měřeny z apikální čtyřdutinové a dvoudutinové projekce. Pozornost je přitom nutno zaměřit na maximální možné zobrazení oblasti celé dutiny levé komory a zabránit tak jejímu zdeformování (obr. 4). Rozlišení hranice endokardu lze zlepšit přizpůsobením počtu a polohy fokálních zón. U jedinců se suboptimální vizualizací lze zvážit použití echokardiografických kontrastních látek. Nejčastěji používanou metodou pro výpočet 2D objemu je Simpsonova biplanární metoda sumace disků. Při hodnocení velikosti dutiny levé komory je nutné brát vždy v úvahu tělesnou konstituci pacienta. Ačkoliv je tradiční přístup vztahování k tělesnému povrchu (BSA) některými kritizován, obecně je stále doporučován. Za horní hranici normy pro 2D end-diastolický objem se považuje 74 ml/m² pro muže a 61 ml/m² pro ženy. Na rozdíl od předchozích doporučení, v nichž byla navrhována jednotná dolní mez pro EFLK 55 %, současná doporučení označují za abnormální EFLK < 52 % u mužů a < 54 % u žen [1,2].

Kromě hodnocení regionální deformace myokardu může být měřen ještě tzv. globální longitudinální strain (GLS). Ukazuje se, že GLS je u ischemické choroby srdeční porušen. Pokles absolutních hodnot GLS má i prognostický význam pro rozvoj srdečního selhání a smrt [1,3]. Proto je GLS navrhován jako užitečný parametr pro hodnocení globální funkce myokardu. Parametr je odvozen ze standardních apikálních projekcí (čtyřdutinové, dvoudutinové a projekce na dlouhou osu) analýzou a průměrováním vrcholových podélných deformací ve všech hodnocených segmentech. Hodnota GLS $\geq -17,4$ % vykazuje dostatečnou senzitivitu a specifitu při vyhledávání pacientů s ischemickou chorobou srdeční [6]. Jako při hodnocení většiny ostatních parametrů strainu i zde jsou rozdíly ve výsledcích podmíněny typem zařízení a použitým softwarem. Kromě toho může výpočet GLS vycházet z deformace endokardiální nebo střední části stěny nebo z průměrných hodnot. V důsledku těchto nekonzistentních doporučení pro kvantifikaci funkce levé komory existují jen velmi omezená data, jaké jsou normální hodnoty GLS u zdravých jedinců. Zatím se za normální hodnotu GLS pro zdravou dospělou populaci považuje hodnota kolem -20 %. Pro podrobnější hodnocení získaných hodnot uvádějí současná doporučení doplňkové tabulky sumarizující

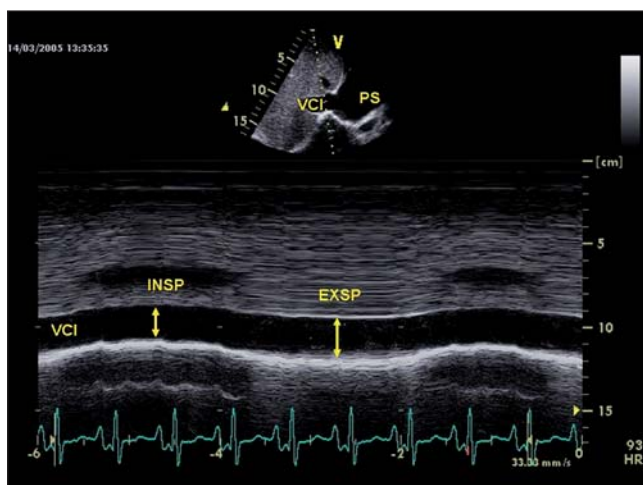


Obr. 5 – Výpočet frakčního zkrácení plochy (FAC) pravé komory obkroužením end-diastolické plochy (EDA) a end-systolické plochy (ESA) pravé komory

data z dostupné literatury. Pokusy standardizovat měření a algoritmy stále probíhají, ale zatím nedosahují reálné možnosti aplikace v klinické praxi [7].

Okluze pravé věnčité tepny a v některých případech i ramus circumflexus levé věnčité tepny může vést k infarktu myokardu pravé komory. Postižení pravé komory srdeční je jen zřídka izolované a nejčastěji je sdruženo s infarktem myokardu (IM) spodní stěny. Abnormality pohybu stěny pravé komory srdeční představují vysoce senzitivní a specifické echokardiografické nálezy svědčící pro infarkt pravé komory. Nejčastěji postiženou oblastí je zadní (spodní) stěna, i když přední a boční stěna mohou být postiženy také [8]. Abnormality v pohybu stěny pravé komory mohou přetrvávat i po dokonání infarktu a po normalizaci hemodynamických změn akutního infarktu pravé komory. U některých pacientů se může rozvinout aneurysma pravé komory. U jiných pacientů se může objevit paradoxní pohyb interventrikulárního septa [9].

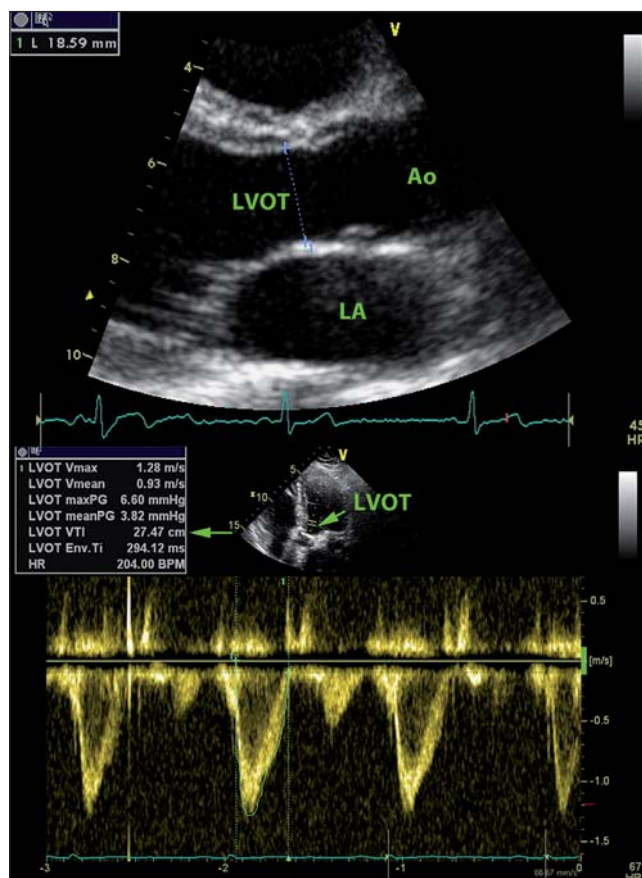
Akutní poškození regionální kontraktility vede k významnému snížení celkové systolické funkce pravé komory srdeční, o níž vypovídá buď systolická exkurze roviny trikuspidál-



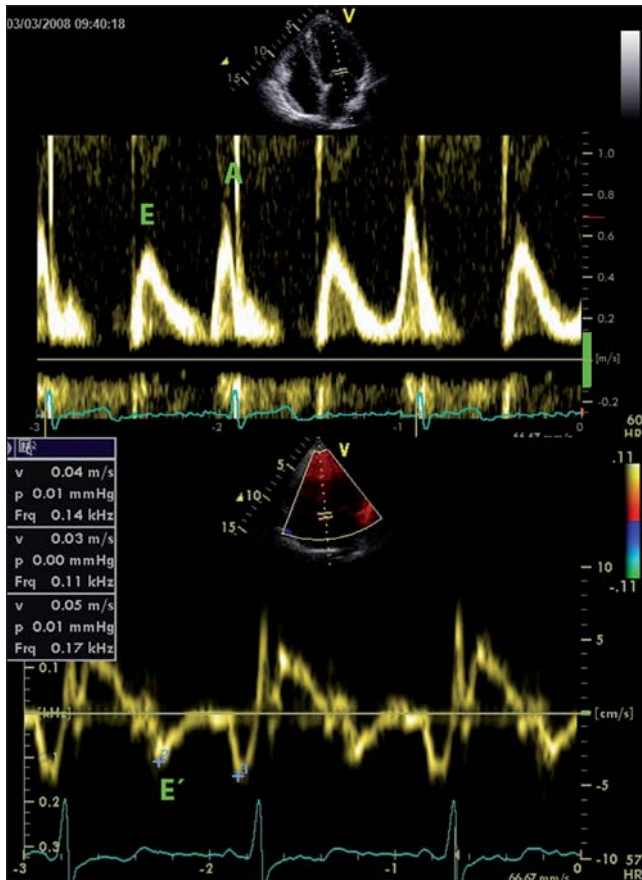
Obr. 6 – Dilatace a absence respirační variace dolní duté žíly v zájmu M-mode zobrazením ze subkostálního okna

ního anulu (TAPSE obvykle < 10 mm), rychlost vln S měřená pulsním TDI na okraji trikuspidálního prstence (obvykle < 8 mm) nebo změna frakčního zkrácení (FAC < 35 %). Dvojrozměrný přístup se doporučuje, neboť TAPSE může být falešně nízké zvláště u pacientů po chirurgické revaskularizaci myokardu nebo jiných kardiokirurgických operacích. Při hodnocení FAC se vyznačí hranice endokardu pravé komory na konci diastoly a na konci systoly, vždy v apikální čtyřdutinové projekci. FAC se vypočte jako (end-diastolická plocha dutiny PK – end-systolická plocha dutiny PK) / end-diastolická plocha dutiny PK × 100 (obr. 5). Normální hodnoty jsou vyšší než 35 %. Snížení kontraktility pravé komory lze také demonstrovat při použití metod speckle trackingu a deformační analýzy pohybu stěn pravé komory srdeční. Kromě dysfunkce pravé komory srdeční může být přítomna i její dilatace. Infarkt pravé komory je často provázen rychle se rozvíjející diastolickou dysfunkcí vedoucí k dilataci duté žíly a ztrátě jejich respiračních variací (obr. 6).

Ve srovnání s plicní embolií nevede přetížení pravé komory v důsledku akutního infarktu myokardu k posunutí mezikomorového septa (D-tvar levé komory). V případě trikuspidální regurgitace jsou gradienty obvykle velmi nízké. Plicní embolie bývá spojována s tzv. McConellovým znamením, tedy poklesem kontrakce volné stěny pravé komory se zachovanou funkcí hrotové části [10]. Nicméně se ukázalo, že McConellovo znamení není specifické a může se vyskytnout také u pacientů s infarktem myokardu pravé komory [11].



Obr. 7 – Měření potřebná pro výpočet srdečního výdeje. Vysvětlení najde te v textu. Ao – aorta; LA – levá síň, LVOT – výtokový trakt levé komory.



Obr. 8 – Příklad poruchy relaxace s typicky obráceným poměrem mezi vlnou E a A transmitrálního průtoku (horní část obrázku) a poklesem rychlosti E' zaznamenané pulsni TDI (dolní část obrázku)

Kromě měření globální funkce levé a pravé komory echokardiografie umožňuje poměrně přesné zhodnocení srdečního výdeje. Nejvíce je v klinické praxi akceptována technika, při níž se uplatňuje měření rozměru výtokového traktu levé komory (LVOT) (zpravidla získané v systole z parasternální projekce na dlouhou osu) a časově rychlostního integrálu (VTI_{LVOT}) průtoku

v LVOT z apikální projekce (obr. 7). Srdeční výdej je potom vypočten jako $\pi \times (LVOT^2 / 4) \times VTI_{LVOT} \times$ srdeční frekvence. Tento přístup je velmi užitečný pro hodnocení celkového hemodynamického stavu především v akutních případech.

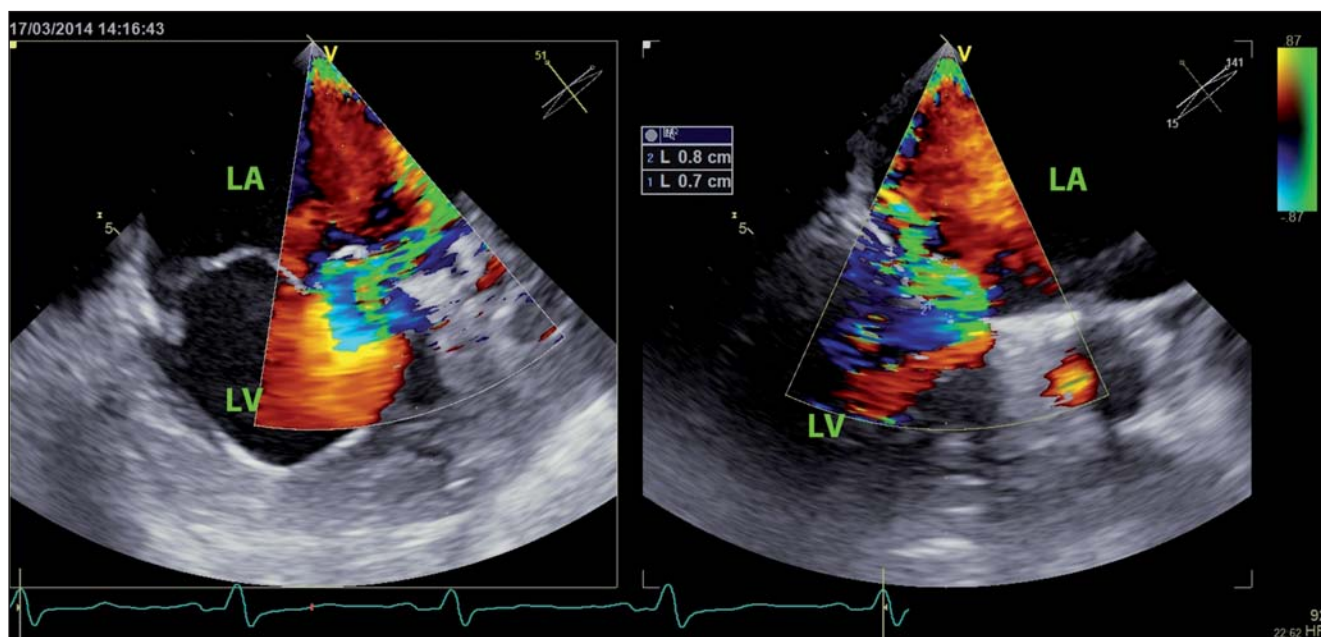
Hodnocení plnění levé komory

Ischemie a ischemická choroba srdeční nepostihují pouze systolickou funkci levé komory, ale i funkci diastolickou. Přítomnost diastolické dysfunkce levé komory srdeční proto může být ukazatelem přítomnosti ischemické choroby srdeční i bez snížení systolické funkce levé komory či bez zřejmých abnormalit kinetiky stěn.

V posledních dvou desetiletích se ukázalo, že mnoho pacientů má příznaky srdečního selhání bez jasněho snížení ejekční frakce levé komory. Kromě toho je přítomnost těžké diastolické dysfunkce považována za nezávislý prognostický faktor mortality pacientů se srdečním selháním bez ohledu na ejekční frakci [12]. Echokardiografie umožňuje vyhodnocení plnění levé komory pomocí dopplerovského měření transmitrálního toku a pulsního dopplerovského záznamu zachycujícího pohybu mitrálního anulu. Tradiční klasifikaci založenou na tomto přístupu ukazuje obrázek 8. V případě pochybností by mělo být hodnocení dokončeno analýzou průtoku plicními žilami, užitím Valsalvova manévru a přihlednutím k velikosti a objemu levé síně [13]. U akutních stavů závisí změny diastolické funkce na plicních podmínkách levé komory. Avšak u stabilních pacientů typ proudění na mitrálním ústí celkem spolehlivě predikuje míru postižení diastolické funkce. Prognóza pacientů je také závislá na objemu levé síně, jehož měření by mělo být upřednostňováno před měřením lineárních rozměrů síně a prováděno za použití dvou na sebe kolmých apikálních pohledů. Pro výpočet objemu se používají metody sumace disků nebo plochy a délky (obr. 9) [14]. Měření by měla být prováděna na konci systoly nebo na počátku otevření mitrální chlopně. Planimetrie levé síně je ukončena úrovní mitrálního anulu, přičemž ouško levé síně ani ústění plicních žil se do ní nezahrnuje [1].



Obr. 9 – Výpočet objemu levé síně užitím metody plocha – délka a metody sumace disků. LA – levá síň; LV – levá komora; RA – pravá síň; RV – pravá komora.



Obr. 10 – Měření šíře vena contracta z biplanárních kolmých pohledů získaných při transezofageálním vyšetření. LA – levá síň; LV – levá komora.

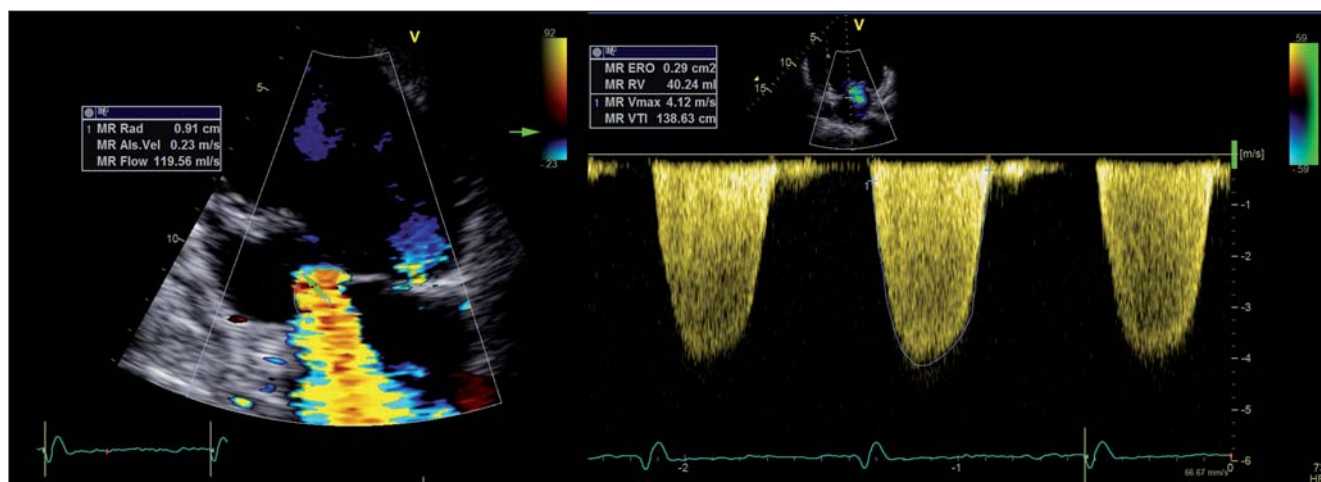
Ischemická mitrální regurgitace

Patofyziologie ischemické mitrální regurgitace (IMR) je komplexní. Ve většině případů se IMR vyvíjí v důsledku infarktu myokardu vedoucího k dilataci dutiny levé komory a její systolické dysfunkci. Ischemická mitrální regurgitace se vyskytuje až u 19 % pacientů přeživších IM a znamená dlouhodobě nepříznivou prognózu. Ve většině případů je způsobena maladadaptivní remodelací LK po IM, která vyúsťuje v dislokaci papilárního svalu směrem apikálně a dozadu. To vede k tetheringu cípů mitrální chlopně a k nepřiměřené koaptaci cípů mitrální chlopně. Dilatace dutiny levé komory sekundárně přispívá k dilataci mitrálního prstence a ztrátě anulárních kontrakcí. Globální dysfunkce levé komory srdeční je pak spojena s poklesem zavíracích sil nezbytných pro uzavření mitrální chlopně. Mitrální regurgitace vede k další dilataci dutiny levé komory v důsledku objemového přetížení, což dále

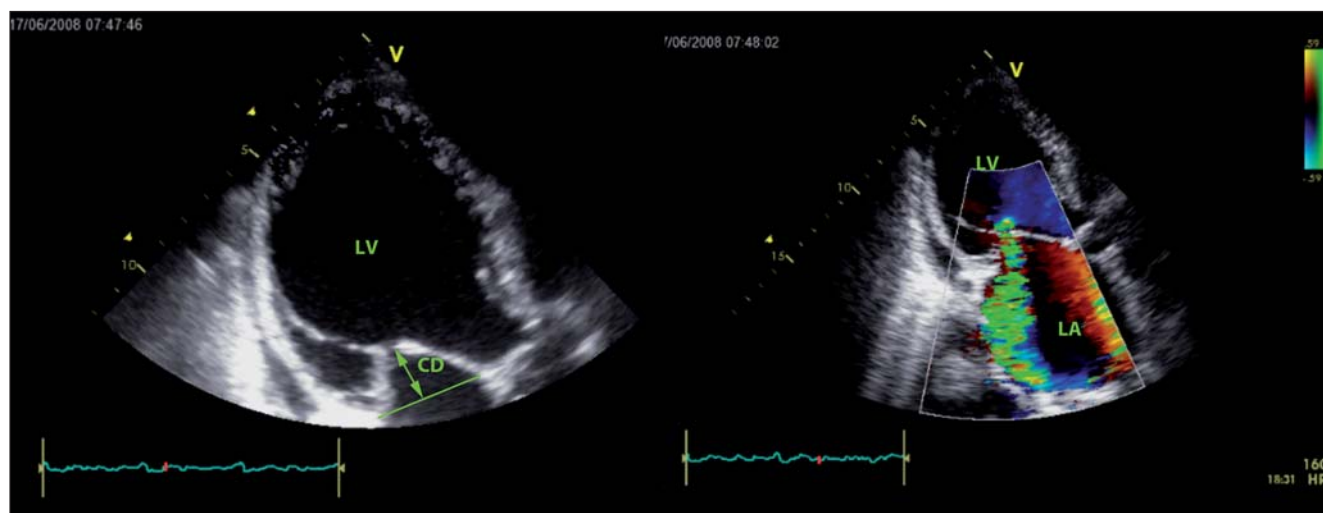
zhoršuje mitrální regurgitaci a tím se začarovaný kruh uzavírá. Je třeba poznamenat, že i když většina pacientů má funkčně normální cípy mitrální chlopně i subvalvulární aparát, vyskytují se případy, v nichž mohou být zřetelné organické změny jako ztlustění či zkrácení cípů mitrální chlopně, kalcifikace anulu a jiné změny [15].

Echokardiografie umožňuje nejen kvantifikaci IMR, ale i podrobné zhodnocení příčinných mechanismů. Kvantifikace mitrální regurgitace by neměla být založena pouze na semikvantitativním hodnocení plochy regurgitační trysky. Jako přesnější se jeví měření šířky vena contracta. Avšak u IMR je orificium trysky často asymetrické a měření z různých pohledů se mohou výrazně lišit. Střední hodnota > 8 mm získaná v několika projekcích je považována za známku těžké mitrální insuficience, bez ohledu na etiologii (obr. 10) [16].

Preferována je kvantitativní analýza založená buď na dopplerovské volumetrické metodě, nebo na principu



Obr. 11 – Měření regurgitačního objemu a efektivní plochy regurgitačního ústí na insuficientní mitrální chlopně. Všimněte si, že zobrazení variance signálu barevného dopplerovského zobrazení je vypnuto a pro správné měření poloměru PISA je snížena nulová hodnota (zero shift method).



Obr. 12 – Příklad ischemické mitrální regurgitace (vpravo) u pacienta s těžkou systolickou restrikcí cípů dokumentovanou nárůstem vzdálenosti koaptace (CD) od roviny mitrálního anulu (vlevo). LA – levá síň; LV – levá komora.

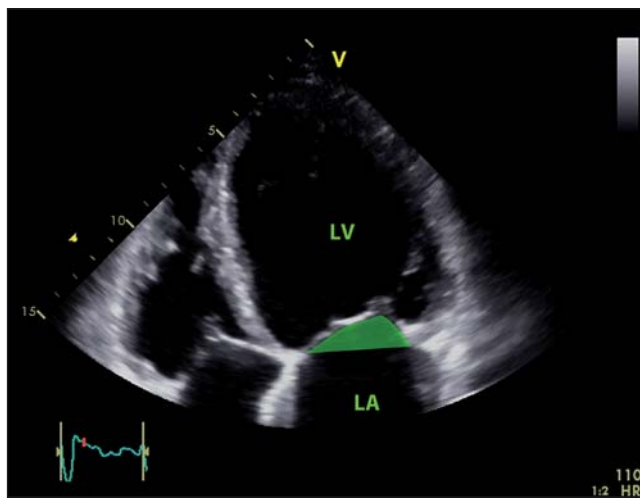
PISA (proximal isovelocity surface area), viz obr. 11. Obě metody mají několik omezení. Pro výpočet regurgitačního objemu slouží srovnání tepového objemu měřeného na úrovni LVOT a antegrádního transmitrálního toku. Měření rozměru LVOT však bývá nepřesné a ústí mitrální chlopně má eliptický tvar, který se navíc dynamicky mění v průběhu diastoly. Pro tyto limity a časovou náročnost bývá tato metoda hodnocení užívána zřídka. Na druhé straně jednoduché porovnání mitrálního a aortálního VTI může být užitečné. Podezření na těžkou mitrální regurgitaci vzbuzuje jejich poměr vyšší než 1,4 [17].

Způsob PISA může vést k podhodnocení nebo nadhodnocení regurgitačního objemu. Za prvé, poloměr PISA se mění v průběhu systoly. V ideálním případě by měla být měřena PISA několikrát a pro zhodnocení závažnosti insuficience by měl být použit aritmetický průměr naměřených hodnot. Nicméně tento přístup se v klinické praxi používá jen málo. Dále je regurgitační ústí jen zřídka kulární, a proto také PISA má jen málokdy tvar polokoule. Většinou se PISA podobá spíše hemielipse. Algoritmy zabudované ve většině echokardiografických přístrojů však nutí vyšetřující popisovat PISA jako polokouli, čímž dochází často k podhodnocení. Nejdůležitější nevýhodou PISA v hodnocení významnosti IMR je skutečnost, že mnoho pacientů má značně deformovanou regurgitační tryšku anebo je přítomno více trysek, které nejsou vhodné pro měření pomocí PISA. Pouhé sčítání několika objemů PISA není doposud jako alternativa validováno. V neposlední řadě může mít IMR významnou funkční/dynamickou složku a její velikost pak závisí na podmínkách zatížení a na kolísání krevního tlaku pacienta. V případě pochybností se doporučuje provést zátěžovou echokardiografii na bicyklovém ergometru v semisupinální poloze s využitím dedikovaného ergometrického stolu pro zátěžovou echokardiografii. Nárůst efektivního regurgitačního ústí (ERO) o více než 13 mm² je spojen s vyšším výskytem nežádoucích událostí [16,17].

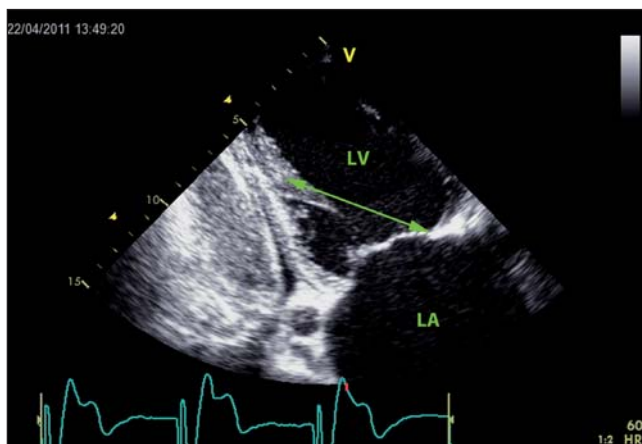
Posouzení závažnosti mitrální regurgitace se odvíjí od její etiologie, kvantifikace IMR se liší od organické mitrální regurgitace. Těžká IMR je definována regurgitačním objemem > 30 ml a ERO > 20 mm². Důvodem pro vymeze-

ní prahu závažnosti na hodnoty, které jsou dvakrát nižší ve srovnání s organickou mitrální insuficiencí, je důkaz podložená skutečnost, že IMR o takové velikosti má velmi nepříznivý prognostický dopad. V současné době je přijímán konsensus expertů, že chirurgický zákrok na mitrální chlopně by měl být nabídnut pacientům s těžkou IMR podstupujícím chirurgickou revaskularizaci (třída doporučení I, úroveň důkazů C) a může být zvažován rovněž jako izolovaný chirurgický postup (třída doporučení IIb, úroveň důkazů C). Indikace k operaci u pacientů se středně závažnou IMR (ERO > 10 mm², ale < 20 mm²) je rozporuplná [16–18].

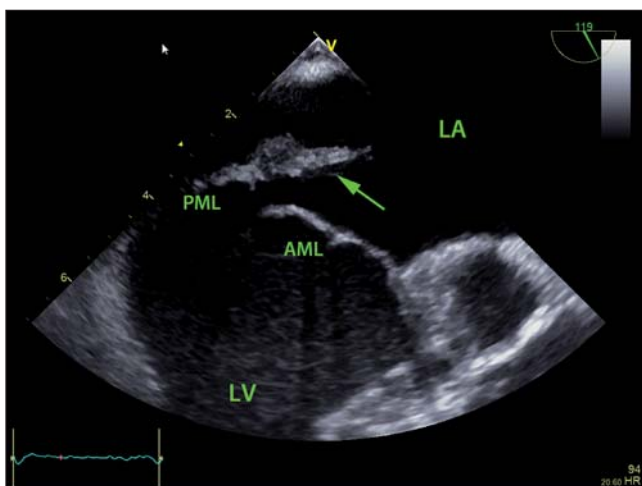
Doporučuje se podrobné posouzení anatomie mitrální chlopně. Nejprve je třeba zhodnotit abnormality v regionální kontraktilitě levé komory, případnou dilataci levé komory (objem a průměr) a remodelaci (index excentricity/sféricity). Ischemická mitrální regurgitace je charakterizována posunutím bodu koaptace (obr. 12) a zvětšením oblasti tentingu (obr. 13). Je to často důsledkem



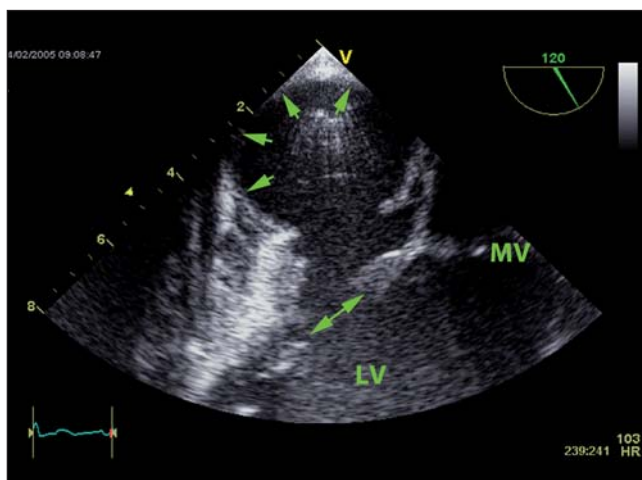
Obr. 13 – Zvětšená plocha tentingu podmíněná globální remodelací levé komory (dilatací a nárůstem sféricity levé komory) při ICHS. LA – levá síň; LV – levá komora.



Obr. 14 – Příklad měření vzdálenosti papilárního svalu k fibróznímu anulu mitrální chlopně. Vzdálenost je obvykle zvětšená u pacientů s akinezi lokalizovanou inferolaterálně. LA – levá síň; LV – levá komora.



Obr. 15 – Transezofageální echokardiografie ukazující rupturu papilárního svalu, který společně se zadním cípem mitrální chlopně prolabuje do levé síně. AML – anterior mitral leaflet, přední cíp mitrální chlopně; LA – levá síň; LV – levá komora; PML – posterior mitral leaflet, zadní cíp mitrální chlopně.



Obr. 16 – Velké pseudoaneurysma (šipky) skrze rupturu spodní stěny levé komory (dvojitá šipka). LV – levá komora; MV – mitrální chlopně.

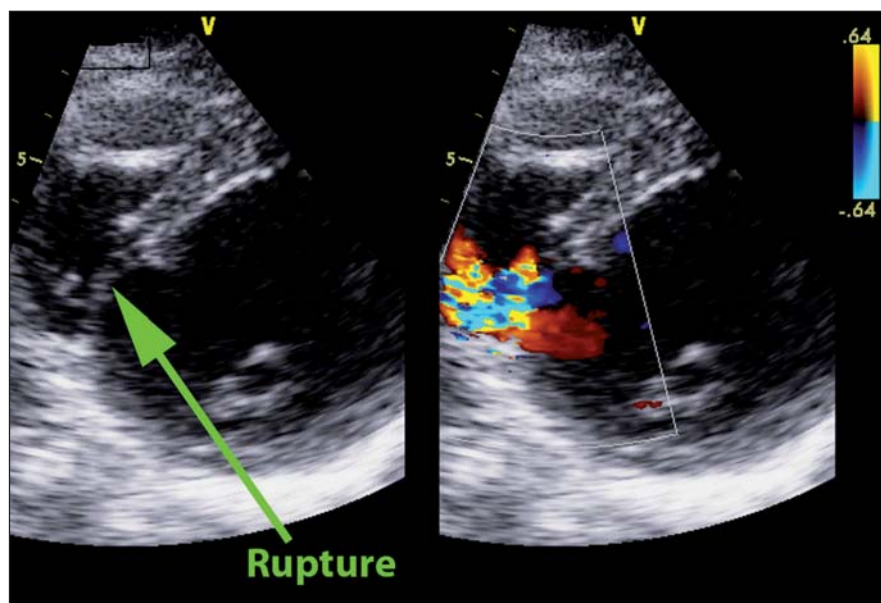
zvětšující se vzdálenosti mezi zadním papilárním svalem a fibrózním prstencem (obr. 14). Kromě toho se zvětšuje mitrální anulus a stává se nepřiměřeně velkým vůči délce předního cípu chlopně. O dilataci prstence lze hovořit, je-li poměr mezi průměrem anulu (měřeno v parasternální dlouhé ose během systoly) a předního cípu mitrální chlopně (měřeno během diastoly) větší než 1,3 nebo v případě, že rozměr prstence přesahuje 35 mm. Existuje ještě řada dalších parametrů, které slouží k hodnocení mechanismů IMR, včetně měření úhlu cípů a hodnocení posunutí papilárních svalů. Před každou indikací k chirurgickému řešení je důležité určit místo vzniku trysky a její směr (centrální vs. excentrický regurgitační jet obvykle směřující pod zadní cíp mitrální chlopně) [17].

Několik parametrů z výše uvedených měření představuje nepříznivé charakteristiky pro zákrok na mitrální chlopně a současně pro následnou trvanlivost efektu záchovné operace. Patří mezi ně jednak anatomie mitrální chlopně – vzdálenost koaptace více než 1 cm a plocha tentingu větší než 2,5–3 cm² a lokální nebo globální remodelace levé komory (vzdálenost mezi papilárními svaly > 20 mm, vzdálenost mezi zadním papilárním svalem a fibrózou > 40 mm, akineze posterolaterální stěny a nadměrná dilatace levé komory [průměr > 65 mm, index sféricity > 0,7]) [17].

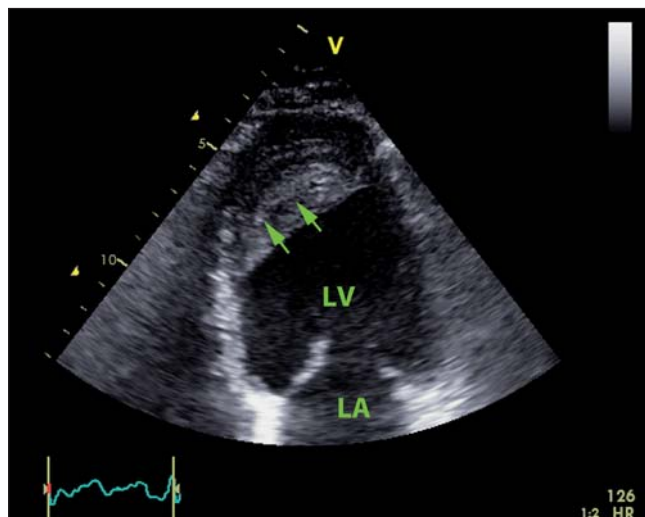
Komplikace akutního infarktu myokardu

Echokardiografie je metodou volby pro posouzení akutních nebo subakutních komplikací infarktu myokardu. Ty mohou zahrnovat rupturu papilárního svalu (obr. 15) s těžkou akutní mitrální regurgitací, rupturu volné stěny levé komory s tamponádou, vznik pseudoaneurysmatu (obr. 16) anebo rupturu mezikomorového septa (obr. 17). V éře účinné antikoagulační a antiagregační terapie je vytvoření trombu relativně vzácné. Nicméně v malé podskupině pacientů lze tromby na endokardiálních vrstvách postižených nekrozou pozorovat (obr. 18). Echokardiografie je také velmi přínosná pro odhalení perikarditidy rozvíjející se během subakutní fáze infarktu myokardu. V době před zavedením reperfuze léčby byl vysoký výskyt perikardiálního výpotku – až v 28 % případů. V současné době je asi u 4 % pacientů s akutním IM ošetřeným PCI popisován různě velký perikardiální výpotek. Nález se vyvíjí obvykle během 4 dnů od přijetí. Srdeční tamponáda komplikující poinfarktovou perikarditidu se objevuje vzácně. Je pozoruhodné, že výpotek přesahující 10 mm v parasternální dlouhé ose je považován za rizikový faktor ruptury volné stěny levé komory srdeční [19,20].

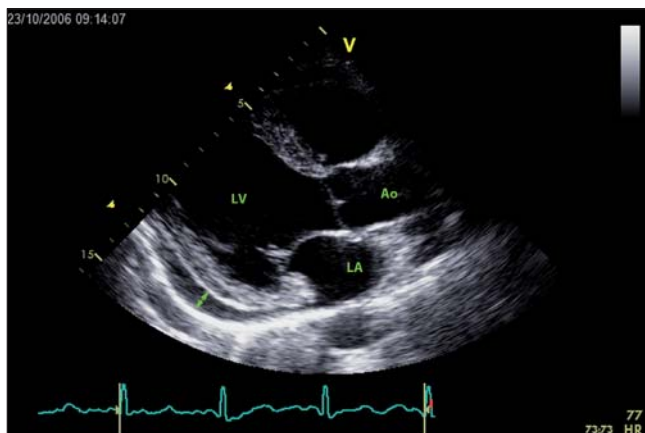
Závěrem lze shrnout, že echokardiografie je excelentním nástrojem pro komplexní a detailní zhodnocení strukturálních a hemodynamických změn vyvolaných chronickými nebo akutními formami ICHS. V rukou zkušeného lékaře poskytuje užitečné informace pro vedení klinické péče a odhad prognózy. Hlavní nevýhodou echokardiografie zůstává omezená vyšetřitelnost mnoha pacientů a nesporná závislost na kvalitách vyšetřujícího. Nicméně pro možnost provedení echokardiografického vyšetření u lůžka našich pacientů zůstává echokardiografie zásadním vyšetřením a její znalosti jsou nepostradatelné pro všechny kardiology.



Obr. 17 – Ruptura mezikomorového septa při inferoseptálním IM (vlevo) vedoucí k významnému levoprávnímu zkratovému proudění (vpravo)



Obr. 18 – Velký trombus v hrotu levé komory vytvořený po IM s elevacemi úseku ST postihujícím přední stěnu při uzávěru RIA. LA – levá síň; LV – levá komora.



Obr. 19 – Malý až středně velký perikardiální výpotek, pro nějž svědčí echolucenční prostor za zadní stěnou levé komory. Ao – aorta; LA – levá síň; LV – levá komora.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Žádný střet zájmů.

Financování

Žádné.

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Autoři prohlašují, že výzkum byl veden v souladu s Helsinskou deklarací.

Poděkování

Článek byl podpořen z programu PRVOUK – P35/LF1/5.

Literatura

- [1] R.M. Lang, L.P. Badano, V. Mor-Avi, et al., Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging, *Journal of the American Society of Echocardiography* 28 (2015) 1–39.
- [2] R.M. Lang, M. Bierig, R.B. Devereux, et al., Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography, Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology, *Journal of the American Society of Echocardiography* 18 (2005) 1440–1463.
- [3] B.D. Hoit, Strain and strain rate echocardiography and coronary artery disease, *Circulation: Cardiovascular Imaging* 4 (2011) 179–190.
- [4] F. Jamal, G.R. Sutherland, F. Weidemann, et al., Can changes in systolic longitudinal deformation quantify regional myocardial function after an acute infarction? An ultrasonic strain rate and strain study, *Journal of the American Society of Echocardiography* 15 (2002) 723–730.
- [5] R. Hoffmann, E. Altiok, B. Nowak, et al., Strain rate measurement by Doppler echocardiography allows improved assessment of myocardial viability in patients with depressed left ventricular function, *Journal of the American College of Cardiology* 39 (2002) 443–449.

- [6] G. Nucifora, J.D. Schuijf, V. Delgado, et al., Incremental value of subclinical left ventricular systolic dysfunction for the identification of patients with obstructive coronary artery disease, *American Heart Journal* 159 (2010) 148–157.
- [7] J.U. Voigt, G. Pedrizzetti, P. Lysyansky, et al., Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging, *European Heart Journal: Cardiovascular Imaging* 16 (2015) 1–11.
- [8] L.S. Rallidis, G. Makavos, P. Nihoyannopoulos, Right ventricular involvement in coronary artery disease: role of echocardiography for diagnosis and prognosis, *Journal of the American Society of Echocardiography* 27 (2014) 223–229.
- [9] M.A. García-Fernandez, J. López-Sendón, Two dimensional echocardiography and Doppler in the right ventricular infarction, *Revista Portuguesa de Cardiologia* 9 (1990) 227–244.
- [10] M.V. McConnell, S.D. Solomon, M.E. Rayan, et al., Regional right ventricular dysfunction detected by echocardiography in acute pulmonary embolism, *American Journal of Cardiology* 78 (1996) 469–473.
- [11] F. Casazza, A. Bongarzone, A. Capozzi, O. Agostoni, Regional right ventricular dysfunction in acute pulmonary embolism and right ventricular infarction, *European Journal of Echocardiography* 6 (2005) 11–14.
- [12] J.J. McMurray, S. Adamopoulos, S.D. Anker, et al., ESC Committee for Practice Guidelines, ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: the Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC, *European Heart Journal* 33 (2012) 1787–1847.
- [13] T.C. Gillebert, M. De Pauw, F. Timmermans, Echo-Doppler assessment of diastole: flow, function and haemodynamics, *Heart* 99 (2013) 55–64.
- [14] T.S. Tsang, W.P. Abhayaratna, M.E. Barnes, et al., Prediction of cardiovascular outcomes with left atrial size is volume superior to area or diameter? *Journal of the American College of Cardiology* 47 (2006) 1018–1023.
- [15] M.V. Badiwala, S. Verma, V. Rao, Surgical management of ischemic mitral regurgitation, *Circulation* 120 (2009) 1287–1293.
- [16] L.A. Piérard, B.A. Carabello, Ischaemic mitral regurgitation: pathophysiology, outcomes and the conundrum of treatment, *European Heart Journal* 31 (2010) 2996–3005.
- [17] P. Lancellotti, L. Moura, L.A. Pierard, et al., European Association of Echocardiography, European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 2: Mitral and tricuspid regurgitation (native valve disease), *European Journal of Echocardiography* 11 (2010) 307–332.
- [18] P.K. Smith, J.D. Puskas, D.D. Ascheim, et al., Cardiothoracic Surgical Trials Network Investigators, Surgical treatment of moderate ischemic mitral regurgitation, *New England Journal of Medicine* 371 (2014) 2178–2188.
- [19] M. Imazio, A. Negro, R. Belli, et al., Frequency and prognostic significance of pericarditis following acute myocardial infarction treated by primary percutaneous coronary intervention, *American Journal of Cardiology* 103 (2009) 1525–1529.
- [20] J. Figueras, J.A. Barrabés, V. Serra, et al., Hospital outcome of moderate to severe pericardial effusion complicating ST-elevation acute myocardial infarction, *Circulation* 122 (2010) 1902–1909.

Z anglického originálu online verze článku přeložila autorka.