

Emergentní echokardiografie u nemocných s akutním srdečním selháním

Robert Holaj

III. interní klinika, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

Transtorakální echokardiografické vyšetření (TTE) hraje nezastupitelnou úlohu při diagnostice příčiny akutního srdečního selhání. Při pátrání po srdeční dysfunkci by se mělo využít možnosti všech srdečních ultrazvukových zobrazovacích technik, včetně dvourozměrné/trojrozměrné echokardiografie, pulzního a kontinuálního vlnového dopplerovského zobrazení, barevného průtokového dopplerovského mapování, tkáňového dopplerovského zobrazování i deformační analýzy.

Klíčová slova: akutní srdeční selhání, echokardiografie, systolická a diastolická dysfunkce.

Emergency echocardiography in patients with acute heart failure

Transthoracic echocardiography (TTE) is the method of choice for assessment of myocardial systolic and diastolic function of both the left and right ventricles. Echocardiography is a term used here to refer to all cardiac ultrasound imaging techniques, including two-dimensional/three-dimensional echocardiography, pulsed and continuous wave Doppler, colour flow Doppler, tissue Doppler imaging, contrast echocardiography, and deformation imaging (strain and strain rate).

Key words: acute heart failure, echocardiography, systolic and diastolic dysfunction.

Akutní srdeční selhání označuje stav s rychlým nebo postupným nástupem příznaků a/nebo známek srdečního selhání, které jsou natolik závažné, že je pacient nucen vyhledat urgentně lékařskou pomoc s případným neplánovaným přijetím do nemocnice. Nemocní s akutním srdečním selháním vyžadují neodkladné vyšetření s následným zahájením nebo zintenzivněním léčby, včetně i. v. terapie nebo jiných léčebných intervencí. Akutní srdeční selhání je hlavní příčinou hospitalizací u jedinců starších 65 let a je spojeno s vysokou mortalitou a rizikem rehospitalizací. Nemocniční úmrtnost se pohybuje od 4 % do 10 %, roční mortalita může dosahovat 25–30 % (1).

Transtorakální echokardiografické vyšetření (TTE) hraje nezastupitelnou roli v diagnostice příčiny akutního srdečního selhání. Vyšetření musí být provedeno co možná nejdříve a co nejrychleji, ale na druhou stranu nesmí být přitom opomenuto žádné zobra-

zení, které by pro přesné stanovení diagnózy mohlo mít zásadní vliv. Při vyšetřování by se mělo využít možnosti všech srdečních ultrazvukových zobrazovacích technik, včetně dvourozměrné/trojrozměrné echokardiografie, pulzního a kontinuálního vlnového dopplerovského zobrazení, barevného průtokového dopplerovského mapování, tkáňového dopplerovského zobrazování (TDI). Některé novější přístroje jsou schopny během vyšetření využít i deformačního zobrazení.

Posouzení systolické funkce levé komory

TTE je metodou volby pro hodnocení systolické a diastolické funkce myokardu levé i pravé komory. Základním nástrojem pro hodnocení systolické funkce levé komory (LK) stále zůstává stanovení ejekční frakce (EF). Na základě hodnoty EF rozeznáváme nemocné se srdečním selháním a zachovalou systolickou funkcí LK (EF

DECLARATIONS:

Declaration of originality:

The manuscript is original and has not been published or submitted elsewhere.

Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18th WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

Conflict of interest and financial disclosures:

None.

Funding/Support:

None.

Cit. zkr: Interv Akut Kardiolog. 2024;23(1):17-20

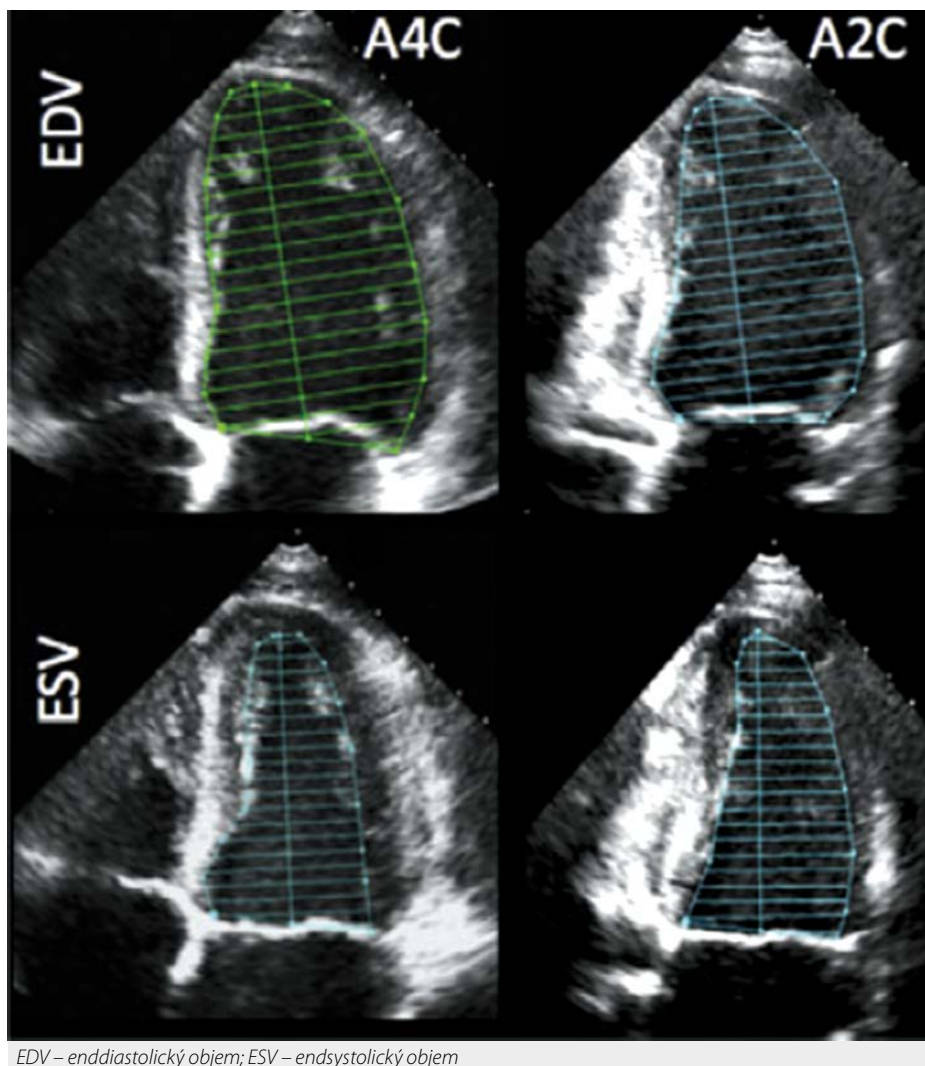
<https://doi.org/10.36290/kar.2024.005>

Článek přijat redakcí: 29. 2. 2024

prof. MUDr. Robert Holaj, MBA, CSc.

robert.holaj@vfn.cz

Obr. 1. Modifikovaná Simpsonova metoda součtu biplanárních disků k výpočtu ejekční frakce (EF) levé komory (LK); Měření objemů jsou obvykle založena na trasování rozhraní krve a endokardu v apikálních čtyřdutinových (A4C) a dvoudutinových (A2C) projekcích. Na úrovni mitrální chlopně se obrys uzavře spojením dvou protilehlých částí mitrálního prstence přímkou. Ejekční frakce (EF) levé komory se vypočítá z odhadnutých objemů za použití následujícího vzorce: $EF = (EDV - ESV)/EDV$. Upraveno podle Lang RM, et al. (2)



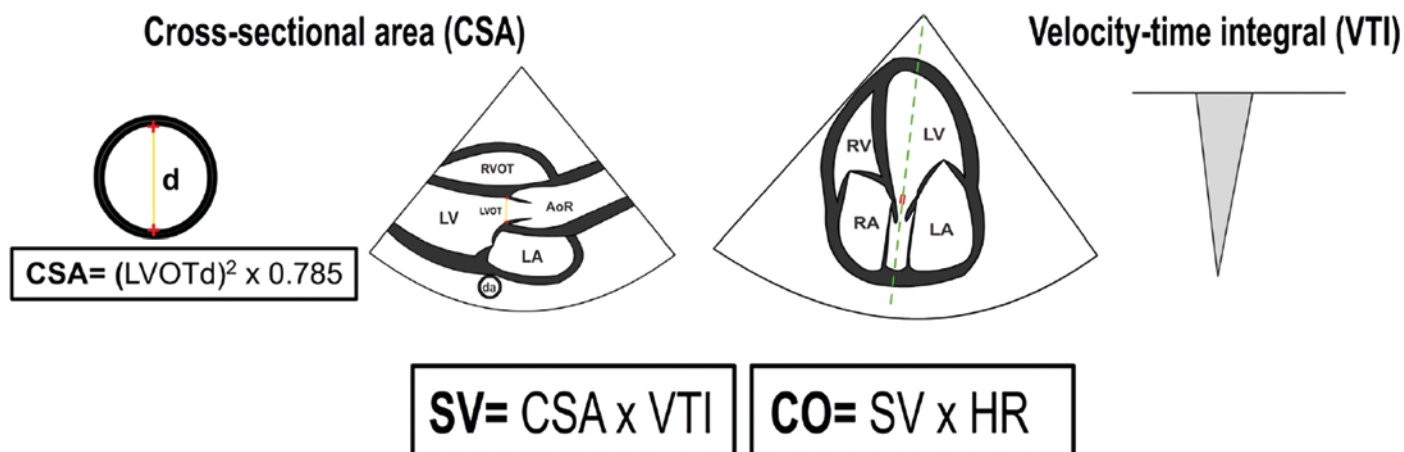
EDV – enddiastolický objem; ESV – endsystolický objem

$\geq 0,50$) – HFpEF (z angl. heart failure with preserved ejection fraction), nemocné se systolicou funkcí LK ve středním pásmu (EF 0,41–0,59) – HFmrEF (z angl. heart failure with mid range ejection fraction) a nemocné se sníženou ejekční frakcí (EF $\leq 0,40$) – HFrEF (z angl. heart failure with reduced ejection fraction). Již deset let se doporučuje ke stanovení EF používat modifikovanou biplanární Simpsonovu metodu, kdy enddiastolický objem LK (EDV) a endsystolický objem LK (ESV) je získán z apikální čtyřdutinové, resp. dvoudutinové projekce (2). Podmínkou získání hodnověrných hodnot je přesná delineace hranic endokardu a správné určení enddiastoly, resp. endsystoly, nejlépe pomocí současně zaznamenaného EKG (Obr. 1).

Teichholzova metoda výpočtu EF z lineárních rozměrů, stejně jako měření frakčního zkrácení, se stanovovat nedoporučují, protože mohou vést k nepřesnostem, zejména u pacientů s regionální dysfunkcí LK a/nebo hypertrofií LK.

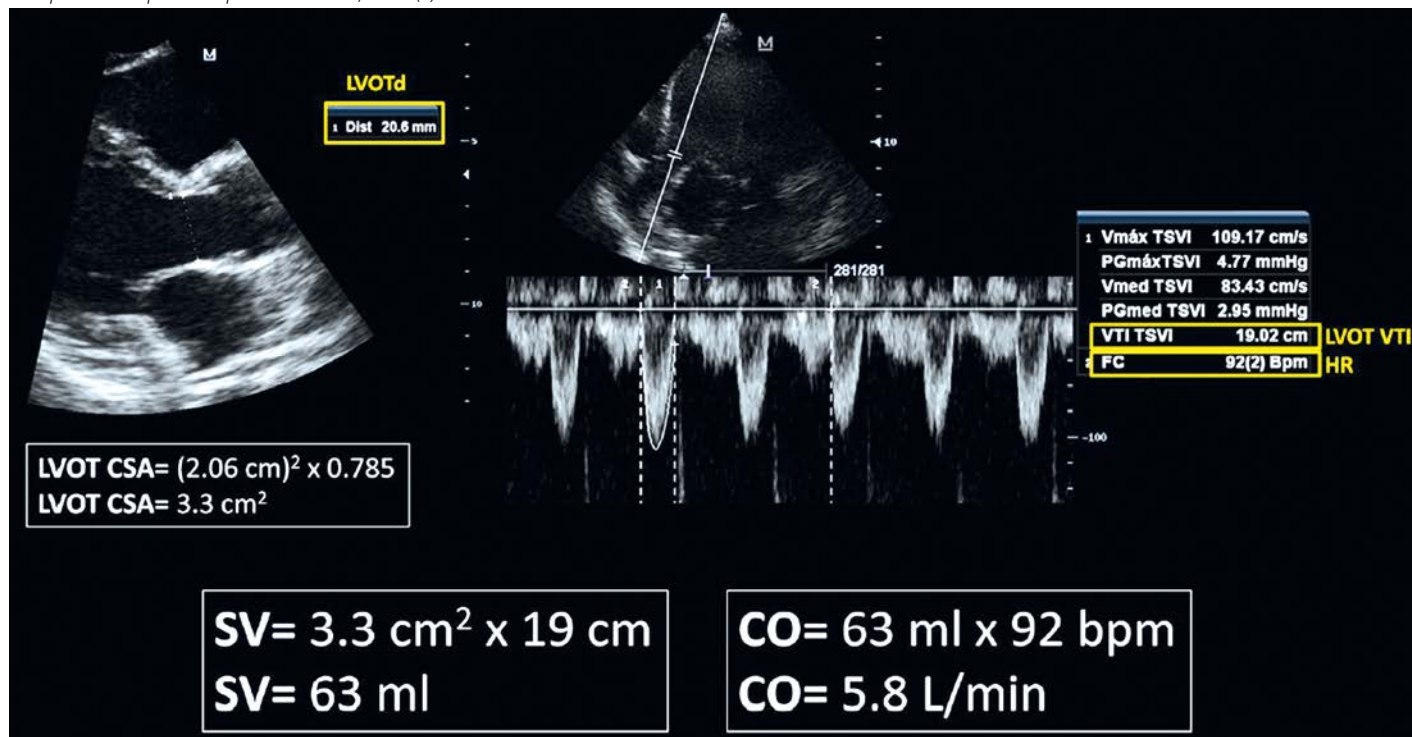
Trojrozměrná echokardiografie zlepšuje kvantifikaci objemů LK a EF a na rozdíl od biplanární metody dosahuje větší přesnosti ve srovnání s hodnotami získanými pomocí magnetické rezonance srdce. Její využití pro emergentní vyšetření nemocného je však limitované. Naopak dopplerovské techniky umožňují jednoduchý relativně přesný výpočet hemodynamických proměnných, jako je index tepového objemu a srdeční výdej, na základě časově rychlostního integrálu v oblasti výtokového traktu LK (Obr. 2–4) (3).

Obr. 2. Schematické znázornění výpočtu tepového objemu (SV) a srdečního výdeje (CO) transthorakální echokardiografií. Upraveno podle Blanco P, et al. (3)



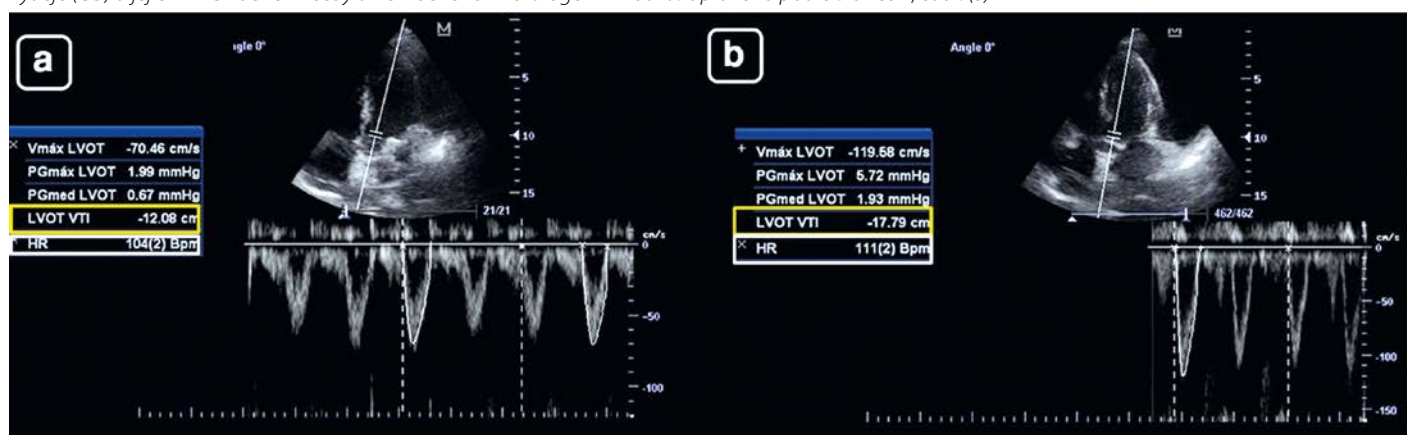
CSA – plocha průřezu; LVOT – výtokový trakt levé komory; d – průměr; RVOT – výtokový trakt pravé komory; LV – levá komora; AoR – kořen aorty; LA – levá síň; RA – pravá síň; RV – pravá komora; VTI – časově rychlostní integrál; HR – srdeční frekvence

Obr. 3. Výpočet tepového objemu (SV) a srdečního výdeje (CO) pomocí transtorakální echokardiografie u kriticky nemocného pacienta bez hemodynamického kompromisu. Upraveno podle Blanco P, et al. (3)



LVOT – výtokový trakt levé komory; d – průměr; CSA – plocha průřezu; VTI – časově rychlostní integrál; HR – srdeční frekvence

Obr. 4. Časově rychlostní integrál levé komory (LVOT VTI, žluté rámečky) a srdeční frekvence (HR, bílé rámečky) pro posouzení tepového objemu (SV) a srdečního výdeje (CO) a jejich změn během léčby u nemocného v kardiogenním šoku. Upraveno podle Blanco P, et al. (3)



a) Před léčbou; b) Během podávání dobutaminu v dávce 10 ug/kg/min dochází k výraznému zvýšení LVOT VTI a srdeční frekvence po léčbě, což ukazuje na zlepšení SV a CO

V posledních letech se ukázalo, že tkáňové dopplerovské parametry a deformační zobrazovací techniky (strain a strain rate) jsou dobře reprodukovatelné a proveditelné pro klinické použití, zejména při detekci jemných abnormalit systolické funkce v preklinickém stadiu; výsledky měření se však mohou u různých prodejců a verzí jednotlivých softwarů lišit.

Posouzení diastolické funkce levé komory

Diastolická dysfunkce LK je považována za základní patofyziologickou abnormalitu

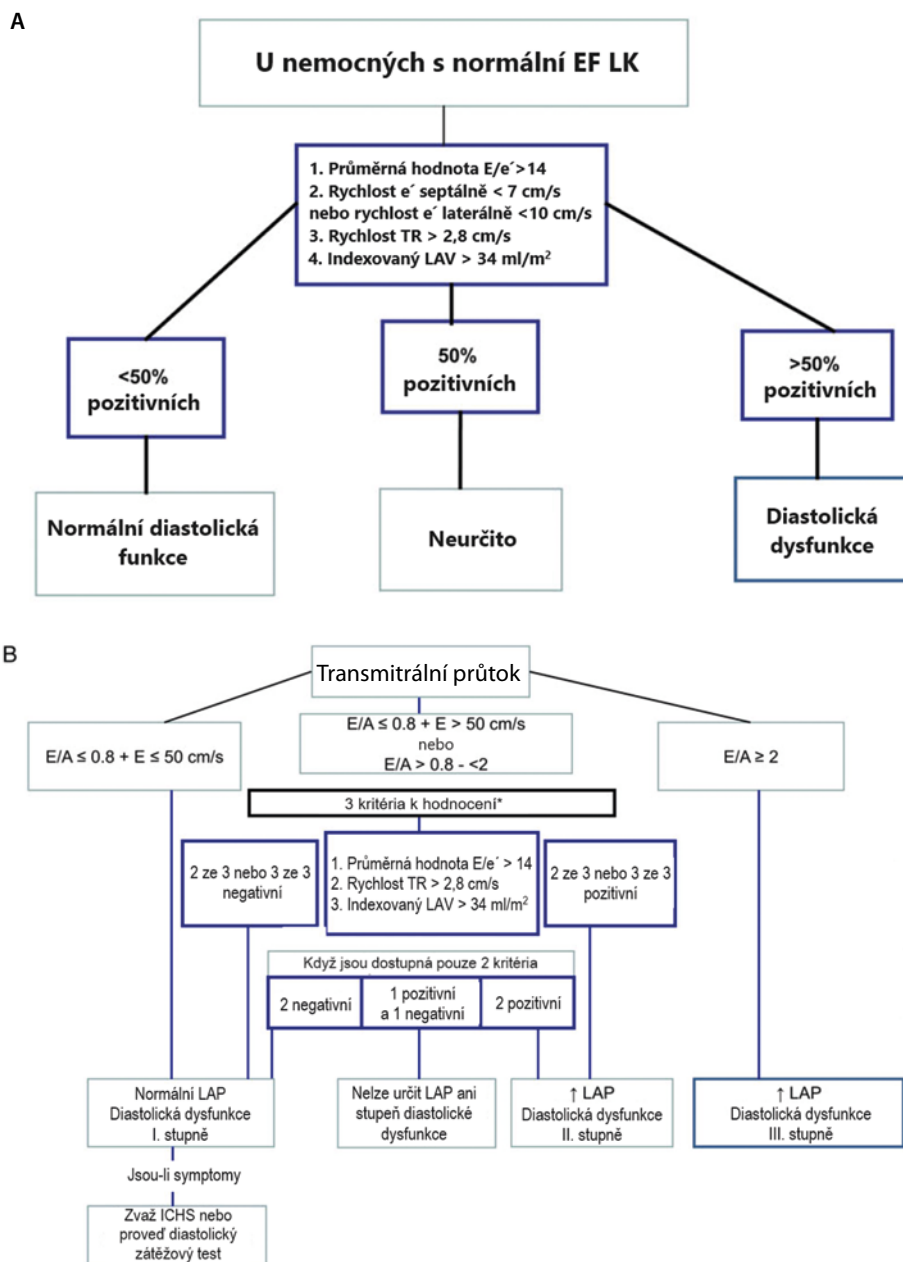
u pacientů se zachovalou systolickou funkcí LK (HFpEF) a možná i u pacientů se systolickou funkcí LK ve středním pásmu (HFmrEF). Může být jediným projevem srdečního selhání u některých již hemodynamicky významných chlopenních vad nebo onemocnění perikardu, a proto její hodnocení hraje důležitou roli v diagnostice příčiny srdečního selhání (4). Ačkoli je echokardiografie v současnosti jedinou zobrazovací technikou, která umožňuje diagnostiku diastolické dysfunkce, žádná jednotlivá echokardiografická proměnná není dostatečně přesná, aby mohla být použita sa-

mostatně pro stanovení diagnózy diastolické dysfunkce LK. Proto se doporučuje komplexní echokardiografické vyšetření zahrnující všechna relevantní dvojrozměrná a dopplerovská data (Obr. 5).

Hodnocení funkce pravé komory a plicního arteriálního tlaku

Povinným prvkem echokardiografického vyšetření je posouzení struktury a funkce pravé komory (PK), včetně rozměrů PK a pravé síně (PS), odhad systolické funkce PK a plicní-

Obr. 5. (A) Algoritmus pro diagnostiku diastolické dysfunkce LK u subjektů s normální EF; (B) Algoritmus pro odhad plnicích tlaků LK a stupňů diastolické funkce LK u nemocných se sníženou EF a nemocných s onemocněním myokardu a normální EF po zvážení klinických a dalších echokardiografických parametrů. Upraveno podle Nagueh SF, et al. (4)



ICHS – ischemická choroba srdeční; EF – ejekční frakce; LAP – tlak v levé síni; LAV – objem levé síně; TR – trikuspidální regurgitace

ho arteriálního tlaku. Mezi parametry odrážející systolickou funkci pravé komory jsou zvláště důležitá tato měření: systolická exkurze trikuspidální prstencové roviny (TAPSE); kdy abnormální parametr TAPSE ≤ 17 mm indikuje systolickou dysfunkci pravé komory a tkáňová dopplerovská trikuspidální laterální prstencová systolická rychlost (s'); kdy systolickou dysfunkci PK indikuje rychlost $s' \leq 9,5$ cm/s.

Systolický tlak v plicnici je odvozen z optimálního záznamu maximálního trikuspidálního regurgitačního proudu a trikuspidálního systolického gradientu spolu s odhadem tlaku v PS na základě průsvitu dolní duté žíly a jejího kolapsu v souvislosti s dýcháním. Velikost PK by měla být rutinně hodnocena konvenční dvourozměrnou echokardiografií s použitím více akustických oken a hodnocení by mělo obsahovat jak kvalitativní, tak kvantitativní parametry (5).

LITERATURA

- McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European heart journal*. 2021;42(36):3599-726.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, 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. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(3):233-70.
- Blanco P. Rationale for using the velocity-time integral and the minute distance for assessing the stroke volume and cardiac output in point-of-care settings. *Ultrasound J*. 2020;12(1):21.
- Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(12):1321-60.
- Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European heart journal*. 2016;37(27):2129-200.