

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK / REVIEW ARTICLE

ULTRAZVUKOVÉ VYŠETŘENÍ SRDCE V RÁMCI MEDICÍNY PRVNÍHO KONTAKTU

ECHOCARDIOGRAPHY IN FIRST-CONTACT CARE

Petr Grenar^{1✉}, **Karel Mědílek**², **Jiří Nový**^{1,2}, **Jan M. Horáček**^{4,5}, **Tomáš Kupsa**^{4,5}, **Pavel Skořepa**^{3,5}, **Martin Jakl**^{1,5}

¹ Oddělení urgentní medicíny, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika

² I. Interní kardo-angiologická klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika

³ III. Interní gerontometabolická klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika

⁴ IV. Interní hematologická klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika

⁵ Katedra vojenského vnitřního lékařství a vojenské hygieny, Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany, Česká republika

Přijato 25. října 2021.

Akceptováno 31. prosince 2021.

Zveřejněno 2. září 2022.

Souhrn

Použití sonografie ošetřujícím zdravotníkem v rámci medicíny prvního kontaktu představuje trend rostoucí přímo úměrně s technickým rozvojem, dostupností a kompaktností zobrazovacích přístrojů. Emergentní echokardiografie je reprodučibilní metodou průkazně přinášející důležité klinické informace do procesu prvotního vyšetření akutních kardiovaskulárních onemocnění. Jako stěžejní bod při zavádění emergentní echokardiografie prováděné lékaři bez kardiologické atestace vnímáme otázku standardizace vyšetření, systematickosti vzdělávání a stanovení kompetencí. Následující sdělení přináší přehled trendů cíleného ultrazvukového vyšetření srdce a informuje o probíhajícím vzdělávacím programu ve Fakultní nemocnici Hradec Králové.

Klíčová slova: Ultrasonografie; Echokardiografie; Urgentní medicína

Summary

Sonography has become a rising trend in first-contact medical care. Increased usage of sonography comes together with technical development, availability as well as compactness of new devices. Emergent echocardiography is reproducible method providing clinically significant information during primary survey of acute cardiovascular diseases. The main points in process of implementation of emergent echocardiography by non-cardiologists are standardization of the procedure, structure of scholarship and clarification of competences. This text brings an overview of the focused echocardiography in emergency medicine and provides information of heart ultrasonography education program in The Faculty Hospital in Hradec Králové.

Key words: Ultrasonography; Echocardiography; Emergency medicine

ÚVOD

V posledních třech dekáдах můžeme být svědky rychlého zvyšování kvality a dostupnosti ultrazvukových přístrojů, což vede k rozšíření sonografického vyšetření srdce prováděného lékaři bez kardiologické atestace po celém světě. Provádění ultrazvukového vyšetření přímo na odděleních urgentní medicíny je v současnosti doporučováno u části pacientů s infarktem myokardu bez elevací ST segmentu, s plicní embolií nebo po oběhové zástavě. Recentní studie potvrzují přepokládány benefit UZ vyšetření, přičemž efektivních zobrazovacích dovedností může být dosaženo základním tréninkem (1-8).

S rostoucí kvalitou ultrazvukových přístrojů se stupňují nároky na vyšetřující zdravotníky stran interpretace nálezu včetně rizika nepřesného hodnocení a případných forenzních dopadů (9). Přínos echokardiografického vyšetření je proto v současnosti limitován erudicí vyšetřujícího lékaře, nikoliv kvalitou použitého přístroje. Z podstaty okolností, za kterých je emergentní echokardiografie prováděna (časová tíseň, omezená spolupráce a možnost polohování pacienta), je toto vyšetření zatíženo vyšším rizikem chybného vyhodnocení oproti plánovanému komplexnímu echokardiografickému vyšetření. Je proto nutné očekávat přibližně 20% nárůst chybovosti vyšetření i za předpokladu vyšetření prováděného plně erudovaným lékařem. Přes stoupající důležitost neexistuje ve světě ucelený a všeobecně přijímaný konsensus na rozsahu vyšetření v základních situacích, následkem čehož je absence širě uznávané koncepce výuky emergentní echokardiografie a stanovení kompetencí (3, 10-18).

HISTORIE A AKTUÁLNÍ SITUACE

Jako POCUS (Point-of-care ultrasound) je označováno cílené ultrazvukové vyšetření prováděné ošetřujícím zdravotníkem u lůžka nemocného, jehož hlavním úkolem je získat odpověď na cílenou klinickou otázku umožňující okamžitou terapeutickou intervenci (19-22). V urgentní medicíně, respektive u traumat, je cílené UZ vyšetření používáno od 70. let minulého století v rámci vyšetření FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma) (23). Prvním širě přijatým protokolem ultrazvukového vyšetření hrudníku a srdce je protokol FATE z roku 1989. Tento protokol cílí na vyloučení čtyř základních patologií – perikardiálního výpotku, dilatace pravé komory, dilatované levé komory a hypertrofované levé komory. Základní FATE protokol může být použit i ve své rozšířené podobě (viz tabulka č.1). (24-28).

Termín FoCUS (Focused Cardiac Ultrasound) je označení pro point-of-care ultrazvukové vyšetření srdce dle redukovaného, ale standardizovaného sonografického protokolu a má svá stanovená pravidla. V roce 2014 EACVI (European Association of Cardiovascular Imaging) vydalo své stanovisko stran emergentního echokardiografického vyšetření (29), které bylo v roce 2018 revidováno za spolupráce ESA (European Society of Anaesthesiology), EACA (European Association of Cardiothoracic Anaesthesiology), ACCA (Acute Cardiovascular Care Association of the European Society of Cardiology) a WINFOCU (World Interactive Network Focused On Critical Ultrasound) s vytvořením vzdělávacího sylabu a stanovením rozsahu FoUS. Ve srovnání s rozšířeným FATE protokolem se jedná o vyšetření limitované na 2D zobrazení bez užití barevného dopplerovského vyšetření (30).

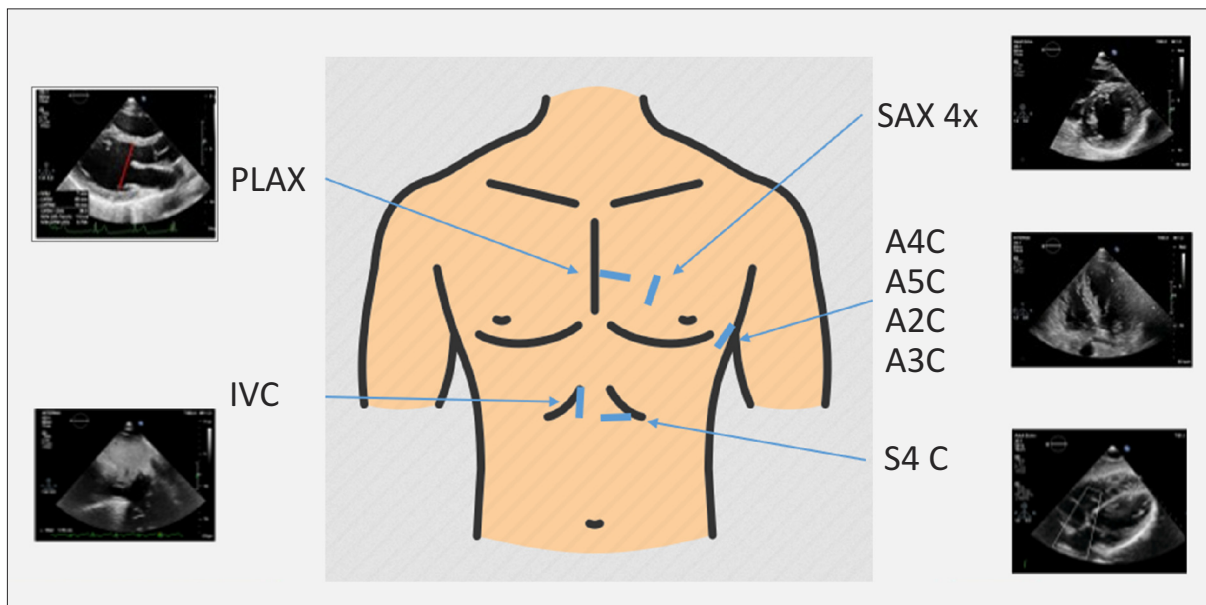
Britská echokardiografická společnost v roce 2018 pro potřeby emergentní ultrasonografie srdce vytvořila a roku 2020 revidovala vzdělávací program bazální echokardiografie - akreditaci první stupně (L1 akreditace). Struktury v jednotlivých projekcích jsou hodnoceny nejen v 2D ale i pomocí M-mode vyšetření a barevného dopplerovského vyšetření (31, 32). Porovnání výše uvedených protokolů ukazuje Tabulka 1.

Tabulka 1. Porovnání běžně používaných echokardiografických protokolů.

PROTOKOL	POČET SNÍMKŮ	POUŽITÉ PROJEKCE	BAREVNÝ DOPLER	M-mode
FATE	4	S4CH, A4CH, PLAX, SAX	NE	NE
Rozšířený FATE	9	S4CH, A4CH, A5CH PLAX, SAX, A2CH, A3CH, SIVC	ANO	NE
FoCUS EACVI	5	PLAX, SAX, A4CH, SIVC, S4CH	NE	NE
L1 Accreditation BSE	17	PLAX, SAX, A4CH, A5CH, SIVC, S4CH	ANO	ANO

A2CH (Apical two chamber view), A3CH (Apical three chamber view), A4CH (Apical four chamber view), A5CH (Apical five chamber view), PLAX (Parasternal long axis), IVC (Inferior vena cava), SAX (Parasternal short axis), S4CH (Subcostal four chamber view)

Vzhledem k tomu, že v podmínkách urgentní medicíny zpravidla není známa jednoznačná příčina obtíží, je nutné, aby vyšetřující lékař ovládal i point-of-care vyšetření dalších systémů s cílem vyloučení jiných příčin obtíží nebo verifikace extrakardiálních komplikací onemocnění srdce. Nejčastěji indikovanými vyšetřeními je zobrazení plic podle protokolu BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) a kompresní ultrasonografie žil dolních končetin.



Obrázek 1. Schéma jednotlivých vyšetřovacích projekcí

A2CH (Apical two chamber view), A3CH (Apical three chamber view), A4CH (Apical four chamber view), A5CH (Apical five chamber view), PLAX (Parasternal long axis), IVC (Inferior vena cava), SAX (Parasternal short axis), S4CH (Subcostal four chamber view)

KLINICKÝ PŘÍNOS PROTOKOLŮ CÍLENÉHO ULTRAZVUKOVÉHO VYŠETŘENÍ

V rámci cíleného UZ vyšetření srdce bylo dokázáno, že zobrazení základních projekcí v rozsahu FATE protokolu lze dosáhnout minimálním tréninkem (1). V klinické praxi pak bylo zjištěno, že základní POCUS vyšetření srdce v rozsahu FATE prováděné na jednotce intenzivní péče poskytovalo klinicky přínosnou informaci u 97 % pacientů a v 25 % případů pak mělo toto vyšetření zásadní význam pro další terapii (34). Benefit a zlepšení diagnostiky chlopenních vad v rámci rozšířeného FATE protokolu byl popisován při užití jak kardiologie, tak lékaři bez kardiologické specializace s 84 % senzitivitou a 89 % specificitou pro významnou aortální stenózu (35).

Studie zabývající se srovnáním klinického přínosu jednotlivých protokolů cíleného UZ vyšetření srdce (FATE, FOCUS, BSE Level 1) nebyla v rámci naší rešerše nalezena. Dalo by se však konstatovat, že pro potřeby urgentní medicíny je vhodný ten protokol, který dovoluje odpověď na aktuální klinické otázky a zároveň který je lékař schopen provést při respektování klinického stavu pacienta. U hemodynamicky nestabilního pacienta se lze spokojit s omezeným počtem echokardiografických projekcí v rozsahu FATE protokolu. U pacientů stabilních a spolupracujících je vhodnější aplikovat standardní postup v rozsahu BSE level 1.

V každém případě je třeba závěry POCUS vždy hodnotit v rámci komplexního vyšetření s vědomím možné chyby a limitace této metody. Porovnání efektivity jednotlivých protokolů u nejčastějších nálezů shrnuje Tabulka č.2. Pro minimalizaci vzniku chybné interpretace je doporučeno dodržování principů ABCD: **A**wareness (otevřená mysl); **B**e **S**uspicious (být podezřavý); **C**omprehensivness (komplexnost); **D**oubleR – **R**ecord, **R**eview (nahraj, reviduj) (34-42).

Tabulka2. Porovnání výtěžnosti POCUS protokolů u nejčastějších nálezů.

	FATE	FATE-R	FOCUS	L1 BSE
Tamponáda	+++	+++	+++	+++
Difúzní hypokineza	++	+++	++	+++
Fokální hypokineza	+	+++	+	++
Hypertrofie LK	++	+++	++	+++
Plicní hypertenze	+	++	+	++
Chlopenní vady	-	+	-	++

FATE – R: Rozšířený protokol FATE

L1 BSE – Level 1 Accreditation British Society of Echocardiography

Podobně i další POCUS vyšetření doplňované k echokardiografickému vyšetření vykazují vysokou přesnost výsledků i po běžném zaškolení personálu. Recentní studie popisují vysokou senzitivitu (96,1 %) a specificitu (96,8 %) při užití POCUS v rámci záchytu proximální hluboké žilní trombózy lékaři urgentního příjmu (19). Podobně využití BLUE protokolu v rámci cíleného UZ vyšetření plic u pacientů s respirační insuficiencí zvyšuje v porovnání s rentgenovým vyšetřením přesnost iniciační diagnózy z 64 % na 88 %. V případě pneumothoraxu byla senzitivita 94 % a specificita 100 %, pro intersticiální syndrom v případě plicního edému byla dosahována senzitivita 97 % a specificita 95 % (33).

VÝUKA FOCUS VE FAKULTNÍ NEMOCNICI V HRADCI KRÁLOVÉ

Z iniciativy lékařů oddělení neinvazivní kardiologie I. Interní kardio-angiologické kliniky a lékařů urgentního příjmu FN Hradec Králové byl v roce 2020 zahájen pilotní výukový program cíleného ultrazvukového vyšetření srdce lékařem bez kardiologické atestace. Jako rozsah edukace echokardiografického vyšetření byl zvolen protokol BSE level 1, který byl pro naše potřeby rozšířen o dvou dutinovou apikální projekci, tři dutinovou apikální projekci, měření gradientu na trikuspidální chlopni a rozměr ascendentní aorty. Rozšíření původního protokolu bylo provedeno ve snaze o posílení erudice a získání komplexnějšího vyšetření stran regionálních poruch kinetiky, aortální disekce a stanovení plicní hypertenze tak, aby lékař mohl dle potřeby základní vyšetření rozšířit o modality potřebné ke zhodnocení nejčastějších závažných stavů očekávaných na oddělení urgentní medicíny. Používaný protokol viz. obrázek 2, obrázek 3 a obrázek 4. Obrazový záznam vyšetření je vždy ukládán v nemocničním informačním systému. Vzdělávací program probíhá v následujících krocích:

1. Úvodní kurz cílené echokardiografie:

Úvodní tříhodinový seminář, kde je frekventant seznámen s principem FOCUS vyšetření a požadovaným rozsahem vyšetření. Součástí teoretické přípravy je i prezentace možných patologických nálezů UZ plic a jejich zasazení do kontextu celkového vyšetřovacího protokolu. V rámci úvodního kurzu si praktikant osvojuje práci s ultrazvukovým přístrojem včetně, optimalizace nastavení pro ideální zobrazení projekcí, archivace jednotlivých záznamů atd.

2. Příprava v klinické praxi:

Vlastní klinická příprava probíhá v prostorách oddělení urgentní medicíny a oddělení neinvazivní kardiologie I. interní kliniky. Pod dohledem školitelů, atestovaných kardiologů s dlouhodobou praxí v echokardiografii, praktikant provádí ultrazvukové vyšetření srdce dle definovaného protokolu. Jednotlivé snímky jsou archivovány v centrálním úložišti.

3. Závěrečné hodnocení:

Formální přezkoušení probíhá za přítomnosti dvou echokardiografistů a skládá se ze samostatného provedení emergentního echokardiografického vyšetření s archivací záznamu a zpracováním výsledkového protokolu. Následná druhá část závěrečné zkoušky spočívá v hodnocení nejčastějších echokardiografických nálezů. V případě pozitivního hodnocení oběma zkoušejícími získá absolvent osvědčení o úspěšném zakončení kurzu, na základě čeho je danému lékaři do jeho kompetencí přidáno provádění emergentního ultrazvukového vyšetření srdce jeho nadřízeným.

Pro udržení kvality vyšetření a kompetence je nutné doložit každoročně minimálně padesát vyšetření a jedenkrát za rok absolvovat čtyř hodinový pobyt na oddělení neinvazivní kardiologie pod dohledem garanta k formálnímu ověření udržení kvality vyšetření. Všechny prováděné studie musí být archivované a nálezy v nemocničním informačním systému.

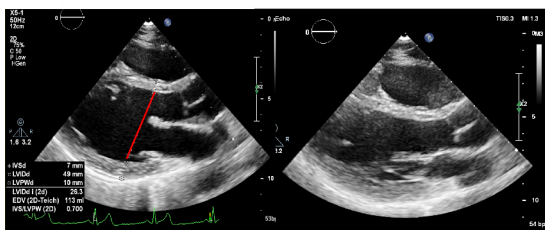
ZÁVĚR

Point of care echokardiografie je důležitou diagnostickou metodou urgentní medicíny, jejíž význam bude v následujících letech dále narůstat. Hlavním přínosem metody je relativně přesné a rychlé odhalení mnoha závažných onemocnění srdce. Jako stěžejní bod při popularizaci a rozšíření emergentní echokardiografie mezi lékaře bez kardiologické specializace vnímáme otázku standardizace vyšetření, stanovení kompetencí a systematickosti vzdělávání. Komplexní příprava lékařů k samostatnému provádění point of care echokardiografie je náročná, ale nutná k zajištění efektivity a bezpečnosti vyšetření.

PLAX

Cíle vyšetření, možné patologie:

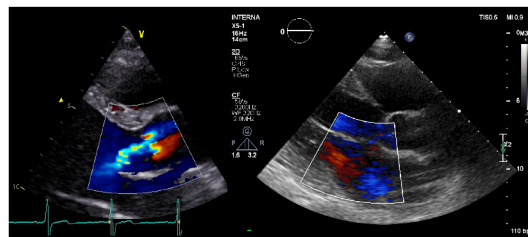
Celková funkce levé komory a regionální poruchy kinetiky,
velikost pravé komory, rozměr levé komory v enddiastole,
perikardiální výpotek



PLAX barevný doppler

Cíle vyšetření, možné patologie:

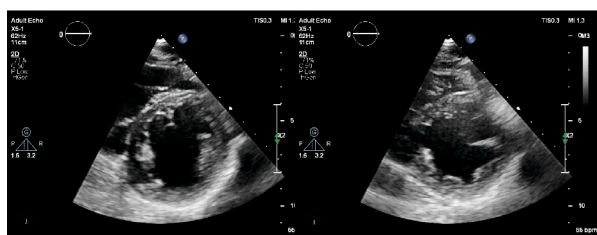
Aortální chlopeč (Aortální insuficience)
Mitrální chlopeč (Mitrální insuficience)



SAX

Cíle vyšetření, možné patologie:

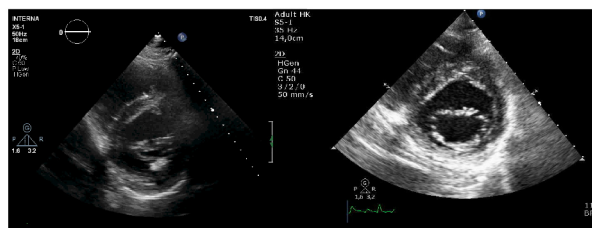
v úrovni papilárních svalů - regionální a kinetika levé komory
v úrovni hrotu - regionální kinetika levé komory



SAX

Cíle vyšetření, možné patologie:

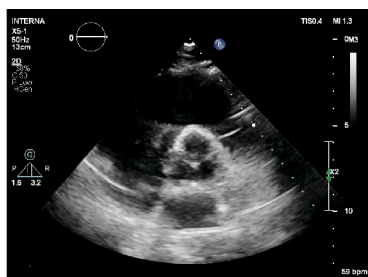
v úrovni mitrální chlopně - charakter chlopně, regionální a
globální kinetika LK



SAX

Cíle vyšetření, možné patologie:

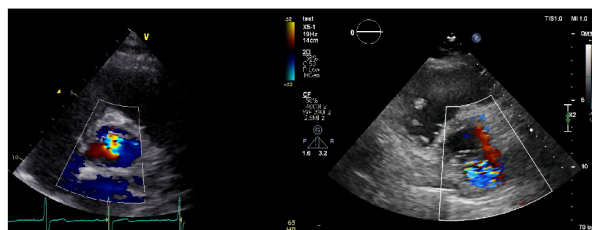
v úrovni aortální chlopně - charakter chlopně, pohyblivost cípů



SAX barevný doppler

Cíle vyšetření, možné patologie:

Aortální chlopeč – Aortální insuficience
Mitrální chlopeč – Mitrální insuficience

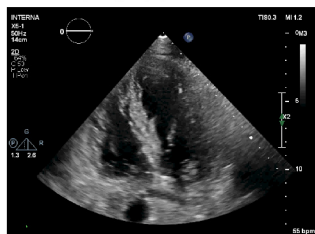


Obrázek 2. Protokol UZ vyšetření srdce vycházející z BSE L1, autor MUDr. Karel Mědílek.

A4CH

Cíle vyšetření, možné patologie:

velikost levé komory celková funkce, velikost PK
zhodnocení interventrikulárního septa (hypertrofie)
mitrální chlopeč (pohyb), velikost LS, velikost PS

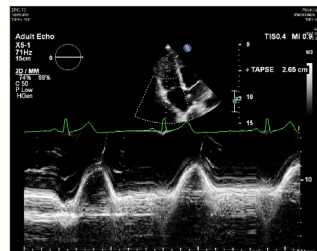


A4CH

Cíle vyšetření, možné patologie:

Funkce pravé komory – TAPSE

TAPSE (Tricuspid annular plane systolic excursion)



A4CH

Cíle vyšetření, možné patologie:

Zhodnocení přítomnosti perikardiálního výpotku

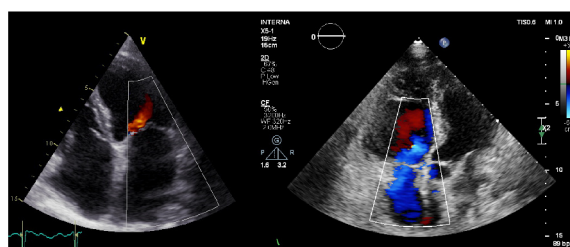


A4CH barevný dopler

Cíle vyšetření, možné patologie:

Mitrální chlopeč – mitrální insuficience, mitrální stenóza

Trikuspidální chlopeč – trikuspidální insuficience

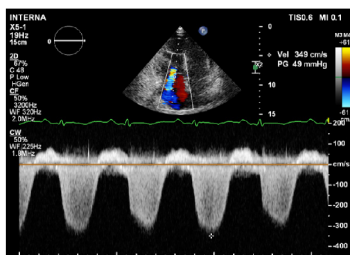


A4CH – CW Doppler

Continuous Wave Doppler

Cíle vyšetření, možné patologie:

Na trikuspidální chlopní k posouzení přítomnosti plicní hypertenze



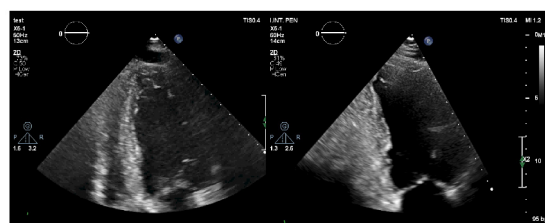
A2CH

Cíle vyšetření, možné patologie:

regionální kinetika levé komory

mitrální chlopeč (pohyb)

perikardiální výpotek



Obrázek 3. Protokol UZ vyšetření srdce vycházející z BSE L1, autor MUDr. Karel Mědílek.

ZKRATKY

ACCA (Acute Cardiovascular Care Association of the European Society of Cardiology)

A2CH (Apical two chamber view)

A3CH (Apical three chamber view)

A4CH (Apical four chamber view)

A5CH (Apical five chamber view)

BSE (British Society of Echocardiography)

BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency)

EACA (European Association of Cardiothoracic Anaesthesiology)

EACVI (European Association of Cardiovascular Imaging)

ESA (European Society of Anaesthesiology)

ESA (European Society of Anaesthesiology)

FoCUS (Focused Cardiac Ultrasound)

FATE (Focuss Assessed Transthoracic ECHO)

POCUS (Point-of-care ultrasound)

PLAX (Parasternal long axis)

SAX (Parasternal short axis)

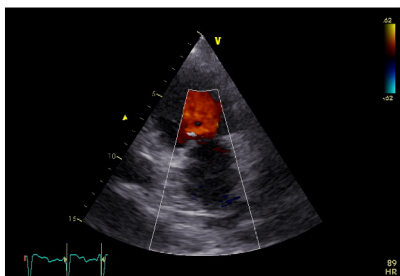
S4CH (Subcostal four chamber view)

SVCV (Subcostal vena cava inferior)

WINFUCU (World Interactive Network Focused On Critical Ultrasound)

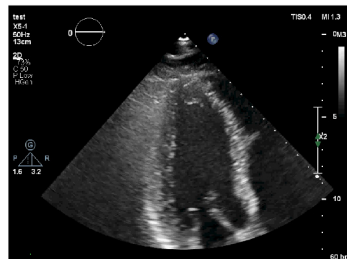
A2CH barevný doppler

Cíle vyšetření, možné patologie:
mitrální chlopeň – mitrální insuficience



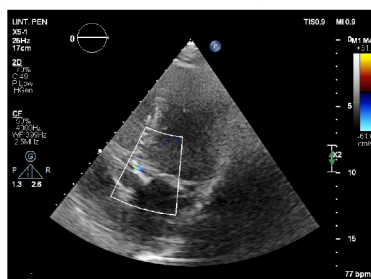
A3CH

Cíle vyšetření, možné patologie:
regionální kinetika levé komory, charakter aortální chlopně, charakter mitrální chlopně



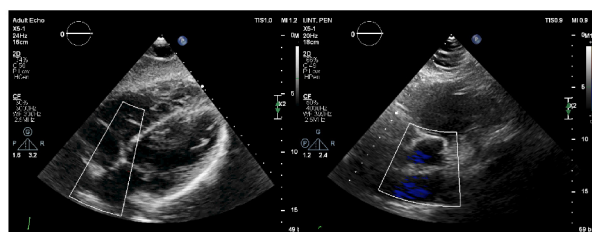
A5CH

Cíle vyšetření, možné patologie:
charakter aortální chlopně



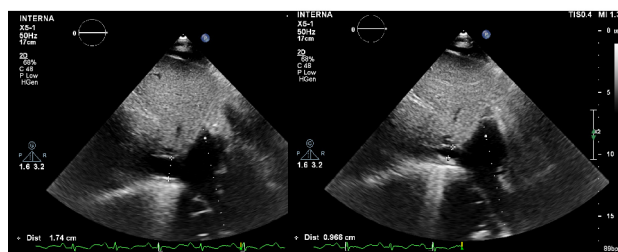
S4CH

Cíle vyšetření, možné patologie:
velikost komor, hypertrofie volné stěny pravé komory
zhodnocení interatriálního septa (defekt)



IVC

Cíle vyšetření, možné patologie:
měření dolní duté žíly pod hepatální žílou, maximální rozměr a reakce na hluboký nádech (kolaps >50%)



Obrázek 4. Protokol UZ vyšetření srdce vycházející z BSE L1, autor MUDr. Karel Mědílek.

FINANCOVÁNÍ

Práce byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (Specifický výzkum projekt č.: SV/FVZ202101) a Ministerstvem obrany České republiky, “Dlouhodobým záměrem rozvoje organizace – Klinické obory” Fakulty vojenského zdravotnictví Hradec Králové Univerzity obrany.

FUNDING

The work was supported by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic (Specific Research Project No: SV/FVZ202101) and by the Ministry of Defence of the Czech Republic “Long Term Development Plan – Clinical Fields” of the Faculty of Military Health Sciences Hradec Kralove, University of Defence, Czech Republic

PROHLÁŠENÍ O STŘETU ZÁJMŮ / CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

Autoři prohlašují, že se nejedná o střet zájmů. / Authors state no conflict of interests.

ADHERENCE TO ETHICAL STANDARDS

This article does not contain any studies involving animals performed by any of the authors. This article does not contain any studies involving human participants performed by any of the authors.

REFERENCES

1. Elison DM, McConnaughey S, Freeman RV, et al. Focused cardiac ultrasound training in medical students: Using an independent, simulator-based curriculum to objectively measure skill acquisition and learning curve. *Echocardiography*. 2020;37(4):491-6.
2. Arishenkoff S, Eddy C, Roberts JM, et al. Accuracy of Spleen Measurement by Medical Residents Using Hand-Carried Ultrasound. *J Ultrasound Med*. 2015;34(12):2203-7.
3. Smallwood N, Dachsel M. Point-of-care ultrasound (POCUS): unnecessary gadgetry or evidence-based medicine? *Clin Med (Lond)*. 2018;18(3):219-24.
4. Royse CF, Seah JL, Donelan L, et al. Point of care ultrasound for basic haemodynamic assessment: novice compared with an expert operator. *Anaesthesia*. 2006;61(9):849-55.
5. Wei K, Mulvagh SL, Carson L, et al. The safety of deFinity and Optison for ultrasound image enhancement: a retrospective analysis of 78,383 administered contrast doses. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(11):1202-6.
6. Chen L, Malek T. Point-of-Care Ultrasonography in Emergency and Critical Care Medicine. *Crit Care Nurs Q*. 2018;41(2):94-101.
7. Leo M. Potential for Point-of-Care Ultrasonography to Improve Patient Care in Diagnosis of Dyspnea. *Ann Intern Med*. 2021;174(7):1016-7.
8. Nazerian P, Vanni S, Volpicelli G, et al. Accuracy of point-of-care multiorgan ultrasonography for the diagnosis of pulmonary embolism. *Chest*. 2014;145(5):950-7.
9. Galderisi M, Santoro A, Versiero M, et al. Improved cardiovascular diagnostic accuracy by pocket size imaging device in non-cardiologic outpatients: the NaUSiCa (Naples Ultrasound Stethoscope in Cardiology) study. *Cardiovasc Ultrasound*. 2010;8:51.
10. Soliman-Aboumarie H, Breithardt OA, Gargani L, et al. How-to: Focus Cardiac Ultrasound in acute settings. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021.
11. Farsi D, Hajsadeghi S, Hajighanbari MJ, et al. Focused cardiac ultrasound (FOCUS) by emergency medicine residents in patients with suspected cardiovascular diseases. *J Ultrasound*. 2017;20(2):133-8.
12. Bernard A, Chemaly P, Dion F, et al. Evaluation of the efficacy of a self-training programme in focus cardiac ultrasound with simulator. *Arch Cardiovasc Dis*. 2019;112(10):576-84.
13. Mustahsan SM. Bedside Ultrasound in Cardiac Emergency. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2015;27(3):741.
14. Mayron R, Gaudio FE, Plummer D, et al. Echocardiography performed by emergency physicians: impact on diagnosis and therapy. *Ann Emerg Med*. 1988;17(2):150-4.
15. Via G, Hussain A, Wells M, et al. International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(7):683 e1- e33.
16. Prinz C, Voigt JU. Diagnostic accuracy of a hand-held ultrasound scanner in routine patients referred for echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24(2):111-6.
17. Scholten C, Rosenhek R, Binder T, et al. Hand-held miniaturized cardiac ultrasound instruments for rapid and effective bedside diagnosis and patient screening. *J Eval Clin Pract*. 2005;11(1):67-72.
18. Zanobetti M, Scorpiniti M, Gigli C, et al. Point-of-Care Ultrasonography for Evaluation of Acute Dyspnea in the ED. *Chest*. 2017;151(6):1295-301.
19. Dietrich CF, Goudie A, Chiorean L, et al. Point of Care Ultrasound: A WFUMB Position Paper. *Ultrasound Med Biol*. 2017;43(1):49-58.
20. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*. 2011;364(8):749-57.
21. Arnold MJ, Jonas CE, Carter RE. Point-of-Care Ultrasonography. *Am Fam Physician*. 2020;101(5):275-85.
22. Tanael M. Users' guide to point-of-care ultrasonography. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2020;1(6):1777.
23. Eckel H. [Sonography in emergency diagnosis of the abdomen (author's transl)]. *Rontgenblatter*. 1980;33(5):244-8.

24. Villavicencio C, Leache J, Marin J, et al. Basic critical care echocardiography training of intensivists allows reproducible and reliable measurements of cardiac output. *Ultrasound J*. 2019;11(1):5.
25. Popescu BA, Andrade MJ, Badano LP, et al. European Association of Echocardiography recommendations for training, competence, and quality improvement in echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10(8):893-905.
26. Popescu BA, Stefanidis A, Fox KF, et al. Training, competence, and quality improvement in echocardiography: the European Association of Cardiovascular Imaging Recommendations: update 2020. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21(12):1305-19.
27. Dresden S, Mitchell P, Rahimi L, et al. Right ventricular dilatation on bedside echocardiography performed by emergency physicians aids in the diagnosis of pulmonary embolism. *Ann Emerg Med*. 2014;63(1):16-24.
28. Gartlehner G, Wagner G, Affengruber L, et al. Point-of-Care Ultrasonography in Patients With Acute Dyspnea: An Evidence Report for a Clinical Practice Guideline by the American College of Physicians. *Ann Intern Med*. 2021;174(7):967-76.
29. Neskovic AN, Edvardsen T, Galderisi M, et al. Focus cardiac ultrasound: the European Association of Cardiovascular Imaging viewpoint. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014;15(9):956-60.
30. Neskovic AN, Skinner H, Price S, et al. Focus cardiac ultrasound core curriculum and core syllabus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(5):475-81.
31. Wharton G, Steeds R, Allen J, et al. A minimum dataset for a standard adult transthoracic echocardiogram: a guideline protocol from the British Society of Echocardiography. *Echo Res Pract*. 2015;2(1):G9-G24.
32. Zengin S, Al B, Genc S, et al. Role of inferior vena cava and right ventricular diameter in assessment of volume status: a comparative study: ultrasound and hypovolemia. *Am J Emerg Med*. 2013;31(5):763-7.
33. Laursen CB, Sloth E, Lassen AT, et al. Point-of-care ultrasonography in patients admitted with respiratory symptoms: a single-blind, randomised controlled trial. *Lancet Respir Med*. 2014;2(8):638-46.
34. Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, et al. Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol*. 2004;21(9):700-7.
35. Kimura BJ. Point-of-care cardiac ultrasound techniques in the physical examination: better at the bedside. *Heart*. 2017;103(13):987-94.