

Point-of-Care ultrasonografie – spolehlivost, vzdělávání

Roman Škulec

Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Fakultní nemocnice Hradec Králové

Fakulta zdravotnických studií, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

Výukové pracoviště Point-of-Care ultrasonografie, Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, Praha

Přehledový článek zpracovávající problematiku spolehlivosti Point-of-Care ultrasonografie a vzdělávání v této metodě v různých oborech medicíny.

Klíčová slova: Point-of-Care ultrasonografie, spolehlivost, vzdělávání.

Point-of-Care Ultrasound – accuracy, education

A review article discussing the reliability of Point-of-Care ultrasound and education in this method in various fields of medicine.

Key words: Point-of-Care Ultrasound, reliability, education.

Úvod

Point-of-Care ultrasonografie (POCUS) se stává stále důležitějším nástrojem v různých oborech medicíny. Principem metody je okamžité vyšetření pacienta, u kterého si klademe nějakou diagnostickou nebo terapeutickou otázku na místě, kde se právě nachází. Vyšetření je provedeno přenosným ultrazvukovým přístrojem a výsledek vyšetření se stává součástí klinického rozhodování v reálném čase. V medicíně se POCUS používá k hodnocení široké škály stavů při onemocnění různých orgánových systémů, u pacientů s různými akutními nebo chronickými symptomy nebo syndromy, u stavů s různou závažností od kriticky nemocných a pacientů se srdeční zástavou až po běžná lehká poranění muskuloskeletálního systému.

V tomto článku se autor zabývá využitím POCUS v medicíně, spolehlivostí POCUS vyšetření a vzděláváním a kompetencemi pro metodu POCUS.

Využití POCUS v různých oborech medicíny

V historickém kontextu byla prvním oborem medicíny, který začal využívat POCUS, urgentní medicína. V dalších letech docházelo k postupné implementaci v dalších akutních, ale i neakutních odbornostech (1).

Tabulka 1 shrnuje základní využití POCUS v různých oborech medicíny.

Metoda POCUS se stala pevnou součástí vnitřního lékařství. Zatímco v urgentní medicíně slouží POCUS zejména jako nástroj pro primární diagnostiku kriticky i nekriticky nemocných, ve vnitřním lékařství je velký potenciál k využití POCUS pro zvýšení spolehlivosti opakovaného klinického vyšetření v nemocnici nebo v ambulanci, pro monitorování efektu léčby a detekci komplikací léčby, pro vyhodnocování závažnosti stavu nemocných vzhledem k typu další péče (standardní oddělení, jednotka intenzivní péče) a pro navigaci diagnostických a terapeutických intervencí (2).

Tab. 1. Základní využití POCUS v různých oborech medicíny

Specializace	Využití POCUS
Anesteziologie	<ul style="list-style-type: none"> ■ navigace zajištění přístupu do cévního řečiště ■ navigace při regionální anestezii ■ perioperační hodnocení kardiopulmonálního statusu ■ primární vyšetření kriticky nemocných
Intenzivní medicína	<ul style="list-style-type: none"> ■ diferenciální diagnostika šoku a akutního respiračního selhání ■ hemodynamické monitorování ■ identifikace komplikací kritického onemocnění ■ mezioborová aplikace všech dalších vyšetření, které mohou být užitečné (celotělový POCUS) ■ navigace intervencí
Urgentní medicína	<ul style="list-style-type: none"> ■ primární vyšetření u kardiovaskulárních syndromů a symptomů ■ primární vyšetření u onemocnění spojených s dalšími orgánovými systémy (celotělový POCUS) ■ odlišení kritických a nekritických stavů ■ navigace intervencí
Vnitřní lékařství	<ul style="list-style-type: none"> ■ primární vyšetření pacientů s netraumatickými symptomy a syndromy ■ sledování efektu léčby v nemocnici i v ambulanci ■ navigace intervencí
Chirurgie	<ul style="list-style-type: none"> ■ perioperační diagnostika ■ pooperační monitorování
Traumatologie	<ul style="list-style-type: none"> ■ primární rychlé vyšetření pacientů se závažným úrazem ■ diagnostika poranění skeletu, kloubů a měkkých tkání
Pneumologie	<ul style="list-style-type: none"> ■ primární diagnostika onemocnění plic ■ sledování pacientů s chronickým onemocněním plic v nemocnici i v ambulanci
Infektologie	<ul style="list-style-type: none"> ■ identifikace zdroje infekce ■ diagnostika a monitorování sepse a septického šoku ■ navigace intervencí
Ortopedie a rehabilitační medicína	<ul style="list-style-type: none"> ■ vyšetření muskuloskeletálního systému
Oftalmologie	<ul style="list-style-type: none"> ■ vyšetření sítnice ■ identifikace cizího tělesa
Pediatric	<ul style="list-style-type: none"> ■ všechny aplikace u dospělých modifikované pro dětský věk
Angiologie	<ul style="list-style-type: none"> ■ diagnostika onemocnění žilního a arteriálního systému ■ sledování pacientů s chronickým onemocněním žilního a arteriálního systému
Dermatologie	<ul style="list-style-type: none"> ■ vyšetření kůže a měkkých tkání
Neurologie a neurochirurgie	<ul style="list-style-type: none"> ■ neurosonologie

POCUS – Point-of-Care ultrasonografie

Spolehlivost POCUS

Celkovou obecnou spolehlivost POCUS nelze jednoznačně určit. Záleží především na:

- tom, co je kritérium hodnocení spolehlivosti,
- typu vyšetření (vyšetřovaný orgán, tělesný kompartment nebo protokol),
- rozsahu vyšetření,
- množství potenciálních nálezů vysvětlujících klinickou indikaci vyšetření,
- typu přístroje, kterým vyšetřujeme,
- zkušenosti vyšetřujícího,

- okolních podmínek, za kterých vyšetřujeme, a času, který máme na vyšetření k dispozici.

Kritérium spolehlivosti je důležitá součást hodnocení spolehlivosti a úzce souvisí s principy POCUS. V případě konvenčního ultrasonografického vyšetřování je obvyklým kritériem spolehlivosti porovnání s jiným expertním vyšetřením nebo se zobrazovacím zlatým standardem. V případě POCUS, vzhledem k tomu, že POCUS je úzce spjato s klinickým kontextem a s bezprostředním klinickým rozhodováním, to může být totéž, ale kritériem může být i vliv na finální klinické rozhodnutí či dokonce vliv na prognózu pacienta. Ve velké většině však máme k dispozici pouze porovnání s expertním vyšetřením nebo jinou zobrazovací metodou. Prognostické údaje jsou k dispozici například pro POCUS prováděný během srdeční zástavy a pro náhle vzniklou dušnost (3, 4).

Spolehlivost vyšetření je ovlivněná četností předpokládaného patologického nálezu v populaci, množstvím možných nálezů vysvětlujících klinickou situaci a složitostí vyšetření. Například senzitivita a specifita dvoumístné kompresní ultrasonografie žilního systému dolních končetin v diagnostice proximální hluboké žilní trombózy prováděné urgentistou nebo intenzivistou je > 86 % a > 96 % (5, 6). Vysokou spolehlivost zajišťuje především jednoduchost vyšetření a pouze dva možné výsledky – trombóza je přítomna nebo nepřítomna. Když ale u pacienta s bolestí v horní polovině břicha provedeme ultrasonografické vyšetření s nálezem solitární cholecystolitiázy, spolehlivost, že je zároveň příčinou klinických obtíží, je mnohem nižší.

Spolehlivost může ovlivnit i typ přístroje, který je použit k vyšetření. Přesnost (accuracy) přenosných přístrojů při vyšetření břicha byla zjištěna o něco nižší než u konvenčních ultrasonografických přístrojů (74 vs. 84 %), nicméně stále zůstává na vysoké míře spolehlivosti (7).

Zkušenost vyšetřujícího je zásadním faktorem. Duanmu et al. ukázali v americkém rezidentském programu urgentní medicíny, že k získání dostatečné zkušenosti v povinných dovednostech je nutné provedení celkem cca 300 vyšetření (8).

Ve většině klinických situací a v případě většiny protokolů je specifita POCUS vyšetření vyšší než senzitivita. Z toho vyplývá, že POCUS v klinickém kontextu je spolehlivější v potvrzení pracovní diagnózy (rule-in) než v jejím vyloučení (rule-out). Tento rozdíl se pravděpodobně zmenšuje s narůstající zkušeností vyšetřujícího.

Tabulka 2 ukazuje spolehlivost použití POCUS u některých akutních nemocnění různých orgánových systémů.

Z uvedeného je zřejmé, že spolehlivost POCUS nelze vyjádřit jednoduchou a všeobecně platnou kalkulací parametrů spolehlivosti, ale záleží na tom jaká je klinická indikace, jaký orgánový systém vyšetřujeme, kdo vyšetření provádí, jaký máme k dispozici přístroj a jaké otázky si při vyšetření klademe. Záleží také na tom, jaký je zdravotnický systém a systém práce, do kterého POCUS implementujeme. Jeho význam narůstá především ve zdravotnických systémech s omezenými zdroji (20).

Vzdělávání, kompetence

Přístup ke vzdělávání a k systému kompetencí v POCUS je velmi variabilní v různých zemích a v různých oborech. Odlišnosti pramení zejména z různých dlouholetých tradic v jednotlivých oborech a zemích

Tab. 2. Spolehlivost POCUS u různých onemocnění a v různých klinických situacích

Onemocnění, klinická situace, protokol	Typ publikace	Spolehlivost	Citace
Nediferencovaný šok na urgentním příjmu u dospělých	Metaanalýza	■ Diagnostická přesnost určení hemodynamického typu šoku 80–89 % při použití POCUS ve srovnání s 45–60 % bez použití POCUS.	9
Náhle vzniklá dušnost na urgentním příjmu u dospělých	Původní práce	■ Konkordance závěru POCUS a finální diagnózy $\chi = 0,688$ (nejlepší pro pneumotorax (1,000), pleurální výpotek (0,850) a kardiogenní plicní edém (0,836), nejhorší pro ARDS (0,392))	10
Pneumonie u dospělých	Metaanalýza	■ Senzitivita POCUS 88 %, specifická 86 %	11
Nefrolitiázy u pacientů s renální kolikou	Metaanalýza	■ Senzitivita POCUS 70,2 %, specifická 75,4 % pro identifikaci nefrolitiázy	12
Apendicitida u pacientů bez omezení věku	Metaanalýza	■ Senzitivita POCUS 91 %, specifická 97 % pro identifikaci nefrolitiázy	13
Akutní cholecystitida na urgentním příjmu u dospělých	Původní práce	■ Senzitivita POCUS 40 %, specifická 99 % pro potvrzení klinické diagnózy	14
Absces měkkých tkání u pacientů bez omezení věku na urgentním příjmu	Metaanalýza	■ Senzitivita POCUS 95,5 %, specifická 80,3 % pro potvrzení klinické diagnózy	15
Proximální hluboká žilní trombóza u dospělých na urgentním příjmu	Metaanalýza	■ Senzitivita POCUS 96,1 %, specifická 96,8 % pro potvrzení klinické diagnózy nebo radiologického nálezu	5
Protokol extended Focused Assessment with Sonography in Trauma u pacientů s úrazem	Metaanalýza	■ Senzitivita a specifická POCUS pro detekci pneumotoraxu 69 % a 99 %, pro detekci perikardiální tekutiny 91 % a 94 %, pro detekci intraabdominální volné tekutiny 74 % a 98 %	16
Ruptura aneuryzmatu abdominální aorty na urgentním příjmu	Metaanalýza	■ Senzitivita a specifická POCUS pro detekci ruptury aneuryzmatu 97,8 % a 97 %	17
Dospělý pacient s tupým poraněním hrudníku	Původní práce	■ Senzitivita a specifická POCUS pleury a plic pro detekci pneumotoraxu 75,0 % a 100 %, pro detekci hemotoraxu 45,4 % a 100 %, pro detekci kontuze plic 58,1 % a 100 %	18
Akutní srdeční selhání s dušností u dospělého pacienta	Původní práce	■ Senzitivita a specifická POCUS pleury a plic 92,5 % a 85,7 %	19

POCUS – Point-of-Care ultrasonografie; ARDS – syndrom akutní dechové tísně

Tab. 3. Národní a mezinárodní oficiální dokumenty odborných společností zpracovávající problematiku POCUS

Odborná společnost	Název dokumentu	Citace
European Federation of Internal Medicine	■ Point-of-Care ultrasound in internal medicine: A position paper by the ultrasound working group of the European federation of internal medicine	21
European Society of Intensive Medicine	■ Recommendations for core critical care ultrasound competencies as a part of specialist training in multidisciplinary intensive care: a framework proposed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) ■ Basic ultrasound head-to-toe skills for intensivists in the general and neuro intensive care unit population: consensus and expert recommendations of the European Society of Intensive Care Medicine	22, 23
American College of Emergency Physicians	■ Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine	24
Society for Academic Emergency Medicine	■ Consensus Core Point-of-Care Ultrasound Applications for Pediatric Emergency Medicine Training	25
European Society of Cardiovascular Imaging	■ Focus cardiac ultrasound core curriculum and core syllabus of the European Association of Cardiovascular Imaging	26
European Respiratory Society	■ European Respiratory Society statement on thoracic ultrasound	27
European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care	■ International evidence-based guidelines on Point-of-Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC)	28
American society of echocardiography and the society of cardiovascular anesthesiologists	■ Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: Recommendations of the American society of echocardiography and the society of cardiovascular anesthesiologists	29
American Academy of Family Physicians	■ Recommended Curriculum Guidelines for Family Medicine Residents: Point-of-Care Ultrasound	30
European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology	■ EFSUMB Clinical Practice Guidelines for Point-of-Care Ultrasound: Part One (Common Heart and Pulmonary Applications)	31
International Liaison Committee on Lung Ultrasound	■ International evidence-based recommendations for Point-of-Care lung ultrasound	32

z hlediska kompetence expertního konvenčního orgánového ultrasonografického vyšetření v rámci oborové specializace, v technickém zázemí pro provádění POCUS a také v odborném názoru na potřeby implementace POCUS. Některé mezinárodní odborné společnosti

vyvíjejí úsilí vytvořit sjednocující curricula pro tuto problematiku, což se daří pro nejzákladnější definice cílů vzdělávání, obsahu vzdělávání a kompetencí. Tabulka 3 shrnuje některé mezinárodní a národní dokumenty odborných společností zpracovávající problematiku POCUS.

V jednotlivých dokumentech je patrná nejednotnost z hlediska struktury požadovaných dovedností i minimálního počtu výkonů k získání kompetence. V některých zemích Evropy se prosazuje víceúrovňová koncepce ultrazvukové praxe založená na klinických zkušenostech, praktických kompetencích, výsledků výzkumu a schopnosti vyučovat, zavádějí přesné regulované požadavky na odbornou přípravu pro každou úroveň. Pokusem o mezioborové sjednocení koncepcí je aktivita European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology. Navrhla tři úrovně odborné přípravy a odbornosti pro vyšetřování jednotlivých orgánových systémů. Pro každý modul byl vypracován učební plán pro tyto tři úrovně odborné přípravy, který zahrnuje teoretickou přípravu v oblasti anatomie a patologie a praktický učební plán s výčtem stavů, které by měly být zahrnuty do praxe školení. Úroveň 1 většinou odpovídá základním požadavkům napříč jednotlivými curricula, vyšší úrovně již v některých případech překračují rámec přístupu POCUS. Tento koncept je však poměrně komplikovaný a finančně, organizačně i personálně náročný. V intenzivní a urgentní medicíně se požadavky na znalosti rozdělují na dvě úrovně, na základní povinné dovednosti a na volitelné (22–24, 26). České a slovenské Curriculum urgentní ultrasonografie pro specialisty v oboru urgentní medicína uvádí pouze jednu základní sadu požadovaných dovedností pro jednotlivé orgánové systémy a klinické situace, navíc s doporučením vyšetřovacích protokolů pro každý systém či klinickou situaci (33). V tabulce XX je souhrn základních dovedností definovaných European Federation of Internal Medicine (EFIM) (21).

V rámci většiny lékařských specializací by kompetence v požadované úrovni měla být získána formou specializační přípravy v daném oboru. V zemích, kde to není možné, by měly být dostupné doplňkové postgraduální školicí programy organizované jednotlivými národními odbornými společnostmi. Tyto programy by měly být k dispozici ve všech zemích i pro kolegy, kteří absolvovali specializační přípravu před zařazením POCUS.

Vzdělávání v oblasti POCUS by mělo být koncipováno jako pestrá kombinace různých forem teoretické a praktické výuky, jako jsou teoretické a praktické prezenční kurzy s nácvikem vyšetřování na zdravých figurantech, prezenční stáže u lůžka pacienta a v ultrasonografické laboratoři, distanční vzdělávání formou on-line webinářů, e-learningové kurzy a nácvik vyšetřování formou inscenace klinických scénářů pomocí ultrasonografických simulátorů (34).

Curricula by měla obsahovat informaci o minimálním počtu vyšetření jednotlivých orgánových systémů, protokolů nebo vyšetření ve specifických klinických situacích, které by měly být provedeny k získání kompetence. Tato vyšetření zahrnují jak přímé vyšetření pod dohledem, tak samostatné vyšetření s následnou kontrolou. Počty vyšetření jsou v různých dokumentech různé. Podle EFIM je doporučeno, aby školení provedli minimálně 150 vyšetření pod dohledem v průběhu

1–6 měsíců (21). Podle doporučení American College of Emergency Physicians by měli školení provést minimální počet 25–50 vyšetření pod dohledem v různých aplikacích. Celkově by měli provést 150–300 vyšetření v závislosti na typu vyšetření. Dokument navíc deklaruje, že plán vzdělávání by měl mít vzestupnou strukturu obtížnosti, a že definovaný počet vyšetření počítá s dalším celoživotním vzděláváním a udržováním kompetence (24).

V České republice má využití POCUS letitou tradici a v současné době tuto problematiku paralelně úspěšně rozvíjí několik odborných společností. Na podzim 2022 vznikla Mezioborová pracovní skupina pro doporučené postupy, vzdělávání a výzkum v oblasti Point-of-Care ultrasonografie (Czech Multidisciplinary Task Force Group for standards, education and research in Point-of-Care ultrasound; CMG-POCUS). Úkoly pracovní skupiny budou především koordinace aktivit spojených s problematikou POCUS v jednotlivých oborech medicíny, podpora implementace, vzdělávání a vědy a výzkumu v POCUS a také snaha o zahrnutí POCUS do úhradového systému zdravotní péče v České republice. Podrobnější informace o této aktivitě je publikována v tomto čísle časopisu.

Závěr

POCUS je nekonvenční způsob využití ultrasonografie, který má velký vliv na rozhodování, diagnostiku a terapii v mnoha oborech medicíny a především v akutní medicíně. Efektivní a bezpečné používání POCUS vyžaduje znalosti nejenom metody jako takové, ale i objektivní sledování spolehlivosti. Použití ultrasonografie v místě péče se bude nadále rozšiřovat napříč lékařskými specializacemi a situacím v péči. Mezi budoucí výzvy patří lepší pochopení toho, kdy a jak ultrasonografie v místě péče může být efektivně využita, stanovení školení a hodnocení, které bude nutné k zajištění kompetentního používání a strukturování politiky a úhrad, aby se podpořila vhodná a účinná používání.

Point-of-Care ultrasonografie představuje inovativní přístup a nekonvenční způsob využití ultrasonografie, který má velký vliv na rozhodování, diagnostiku a terapii v mnoha oborech medicíny, a především v akutní medicíně. Ve srovnání s klinickým vyšetřením POCUS přináší vyšší diagnostickou přesnost u většiny klinických stavů, s nimiž se setkáváme na odděleních v nemocnici, na urgentním příjmu, v přednemocniční neodkladné péči i v ambulancích. Pro efektivní a bezpečné používání POCUS je nezbytné znát spolehlivost POCUS vyšetření v konkrétních indikacích a situacích a také je potřebné zajistit vzdělávací systém, který umožní získat všem uživatelům POCUS dostatečnou kvalifikaci a kompetenci k používání této metody. Odborná komunita v České republice, která se zajímá o problematiku POCUS, vnímá tyto požadavky jako velké výzvy do budoucích let a věnuje jejich naplnění velké úsilí.

LITERATURA

1. Moore CL, Copel JA. Point-of-Care Ultrasonography. *New England Journal of Medicine*. 2011;364(8):749–757.
2. Leidi A, Rouyer F, Marti C, et al. Point of care ultrasonography from the emergency department to the internal medicine ward: current trends and perspectives. *Intern Emerg Med* 2020;15(3):395–408.
3. Soar J, Böttiger BW, Carli P, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2021;161:115–151.
4. Szabó GV, Szigetváry C, Szabó L, et al. Point-of-care ultrasound improves clinical outcomes in patients with acute onset dyspnea: a systematic review and meta-analysis. *Intern Emerg Med*. 2023;18(2):639–653.

Inzerce

5. Pomeroy F, Dentali F, Borretta V, et al. Accuracy of emergency physician-performed ultrasonography in the diagnosis of deep-vein thrombosis: a systematic review and meta-analysis. *Thromb Haemost.* 2013;109(1):137-145.
6. Kory PD, Pellicchia CM, Shiloh AL, et al. Accuracy of ultrasonography performed by critical care physicians for the diagnosis of DVT. *Chest.* 2011;139(3):538-542.
7. Haider SJA, DiFlorio-Alexander R, Lam DH, et al. Prospective comparison of diagnostic accuracy between point-of-care and conventional ultrasound in a general diagnostic department: Implications for resource-limited settings. *Journal of Ultrasound in Medicine.* 2017;36(7):1453-1460.
8. Duanmu Y, Henwood PC, Takhar SS, et al. Correlation of OSCE performance and point-of-care ultrasound scan numbers among a cohort of emergency medicine residents. *Crit Ultrasound J.* 2019;11(1):3.
9. Berg J, Walpot K, Lamprecht H, et al. A Systemic Review on the Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Ultrasound in Patients With Undifferentiated Shock in the Emergency Department. *Cureus.* 2022;14(3):e23188.
10. Baid H, Vempalli N, Kumar S, et al. Point of care ultrasound as initial diagnostic tool in acute dyspnea patients in the emergency department of a tertiary care center: diagnostic accuracy study. *Int J Emerg Med.* 2022;15(1).
11. Long L, Zhao HT, Zhang ZY, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: A meta-analysis. *Medicine (United States).* 2017;96(3):e5713.
12. Wong C, Young P, Ross M, Lee Robertson H, et al. The accuracy and prognostic value of point-of-care ultrasound for renal colic: a systematic review. *CJEM.* 2017;19(S1):S56.
13. Matthew Fields J, Davis J, Alsop C, et al. Accuracy of Point-of-care Ultrasonography for Diagnosing Acute Appendicitis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Academic Emergency Medicine.* 2017;24(9):1124-1136.
14. Wehrle CJ, Talukder A, Tien L, et al. The Accuracy of Point-of-Care Ultrasound in the Diagnosis of Acute Cholecystitis. *Am Surg.* 2022;88(2):267-272.
15. Long B, Koyfman A, Gottlieb M. Accuracy of Point-of-care Ultrasound for Diagnosing Soft Tissue Abscess. *Academic Emergency Medicine.* 2020;27(5):429-430.
16. Netherton S, Milenkovic V, Taylor M, et al. Diagnostic accuracy of eFAST in the trauma patient: A systematic review and meta-analysis. *Canadian Journal of Emergency Medicine.* 2019;21(6):727-738. doi:10.1017/cem.2019.381
17. Fernando SM, Tran A, Cheng W, et al. Accuracy of presenting symptoms, physical examination, and imaging for diagnosis of ruptured abdominal aortic aneurysm: Systematic review and meta-analysis. *Academic Emergency Medicine.* 2022;29(4):486-496.
18. Jahanshir A, Moghari SM, Ahmadi A, et al. Value of point-of-care ultrasonography compared with computed tomography scan in detecting potential life-threatening conditions in blunt chest trauma patients. *Ultrasound Journal.* 2020;12(1):36.
19. Nakao S, Vaillancourt C, Taljaard M, et al. Diagnostic Accuracy of Lung Point-Of-Care Ultrasonography for Acute Heart Failure Compared With Chest X-Ray Study Among Dyspneic Older Patients in the Emergency Department. *Journal of Emergency Medicine.* 2021;61(2):161-168.
20. Tran TT, Hlaing M, Krause M. Point-of-Care Ultrasound: Applications in Low- and Middle-Income Countries. *Curr Anesthesiol Rep.* 2021;11(1):69-75.
21. Torres-Macho J, Aro T, Bruckner I, et al. Point-of-care ultrasound in internal medicine: A position paper by the ultrasound working group of the European federation of internal medicine. *Eur J Intern Med.* 2020;73:67-71.
22. Robba C, Wong A, Poole D, et al. Basic ultrasound head-to-toe skills for intensivists in the general and neuro intensive care unit population: consensus and expert recommendations of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* 2021;47(12):1347-1367.
23. Wong A, Galarza L, Forni L, et al. Recommendations for core critical care ultrasound competencies as a part of specialist training in multidisciplinary intensive care: a framework proposed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Crit Care.* 2020;24(1):393.
24. Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Ann Emerg Med.* 2017;69(5):e27-e54. doi:10.1016/j.annemergmed.2016.08.457
25. Shefrin AE, Warkentine F, Constantine E, et al. Consensus Core Point-of-care Ultrasound Applications for Pediatric Emergency Medicine Training. *AEM Educ Train.* 2019;3(3):251-258.
26. 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):475-481.
27. Laursen CB, Clive A, Hallifax R, et al. European Respiratory Society statement on thoracic ultrasound. *European Respiratory Journal.* 2021;57(3):2001519.
28. Singh Y, Tissot C, Fraga M V, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care.* 2020;24(1):65.
29. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, et al. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: Recommendations of the American society of echocardiography and the society of cardiovascular anesthesiologists. *Journal of the American Society of Echocardiography.* 2011;24(12):1291-1318.
30. Recommended Curriculum Guidelines for Family Medicine Residents. Accessed April 14, 2023. https://www.aafp.org/dam/AAFP/documents/medical_education_residency/program_directors/Reprint290D_POCUS.pdf
31. Jarman RD, Mcdermott C, Colclough A, et al. EFSUMB Clinical Practice Guidelines for Point-of-Care Ultrasound: Part One (Common Heart and Pulmonary Applications) LONG VERSION. *Ultraschall in der Medizin.* 2023;44(1):E1-E24.
32. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Medicine.* 2012;38:577-591.
33. Škulec R, Čmurej CP, Durila M, et al. Curriculum urgentní ultrasonografie pro specialisty v oboru urgentní medicína. *Anesteziologie a intenzivní medicína.* 2018;29(6):338-345.
34. Lien WC, Lin P, Chang CH, Wu MC, Wu CY. The effect of e-learning on point-of-care ultrasound education in novices. *Med Educ Online.* 2023;28(1):2152522.