

Point-of-Care ultrasonografie ve vnitřním lékařství

Zdeněk Monhart

Interní oddělení a urgentní příjem, Nemocnice Znojmo
Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

Point-of-Care ultrasound (POCUS) je ultrazvukové vyšetření prováděné u lůžka pacienta lékařem klinického oboru. POCUS je vhodným nástrojem pro rychlou diagnostiku a sledování stavu u mnoha pacientů vyšetřovaných internisty na urgentních příjmech a lůžkových odděleních, svoje využití má i v ambulantní praxi. Vyšetřujícímu lékaři umožňuje doplnit fyzikální vyšetření o další informace získané v reálném čase, a představuje užitečný nástroj pro diferenciální diagnostiku řady akutních stavů, jako je šok, dušnost apod. POCUS hrudníku zahrnuje orientační posouzení srdeční funkce a zhodnocení plicního parenchymu, včetně vyloučení perikardiálního výpotku, pneumothoraxu nebo fluidothoraxu. Jedna z nejčastějších aplikací POCUS představuje posouzení stavu žilní náplně vyšetřením dolní duté žíly. Při vyšetření břicha by internista měl být minimálně schopen diagnostikovat tekutinu v dutině břišní a vyloučit městnání v dutém systému ledvin. POCUS pro internisty také zahrnuje vyšetření žilních kmenů v tříslích a podkolení k vyloučení proximální žilní trombózy. Ani při provádění běžných invazivních výkonů se dnes bez ultrazvuku u lůžka neobjedeme, ať se jedná o punkce ascitu nebo pleurálního výpotku, nebo kanylaci centrální žíly. Výhodou POCUS je okamžitá dostupnost vyšetření a možnost libovolného opakování vyšetření při sledování vývoje stavu pacienta.

Klíčová slova: POCUS, vnitřní lékařství, ultrazvuk srdce, ultrazvuk plic, ultrazvuk břicha.

Point-of-Care Ultrasound in internal medicine

Point-of-Care ultrasound (POCUS) is bedside ultrasound examination performed by a clinician. POCUS is a suitable tool for rapid diagnosis and monitoring of the condition of many patients examined by internists in emergency departments and inpatient departments. POCUS allows the examining physician to supplement the physical examination with additional information obtained in real time, and is a useful tool for differential diagnosis of a number of acute conditions (shock, shortness of breath, etc.). Chest POCUS includes an indicative assessment of cardiac function and evaluation of the lung parenchyma, including exclusion of pericardial effusion, pneumothorax or fluidothorax. One of the most common applications of POCUS is to assess the state of the venous filling by examining the inferior vena cava. When examining the abdomen, the internist should at least be able to diagnose fluid in the abdominal cavity and exclude congestion in the hollow system of the kidney. POCUS for internists also includes examination of main venous trunks to rule out proximal venous thrombosis. Even when performing conventional invasive procedures, we cannot do without ultrasound at the bedside, whether it is a puncture of ascites or pleural effusion, or cannulation of the central vein. The advantage of POCUS is the immediate availability of the examination and the possibility to repeat scans when needed for monitoring the patient's condition.

Key words: Point-of-Care ultrasound, internal medicine, cardiac ultrasound, lung ultrasound, abdominal ultrasound.

Úvod

Point-of-Care ultrasound (POCUS) významně rozšiřuje diagnostické schopnosti a na ně navazující terapeutické možnosti lékařů klinických

oborů. Vyšetřujícímu lékaři umožňuje rozšířit fyzikální vyšetření o další informace získané v reálném čase již při prvním kontaktu s pacientem. POCUS je odlišný od konvenčních ultrazvukových vyšetření, která

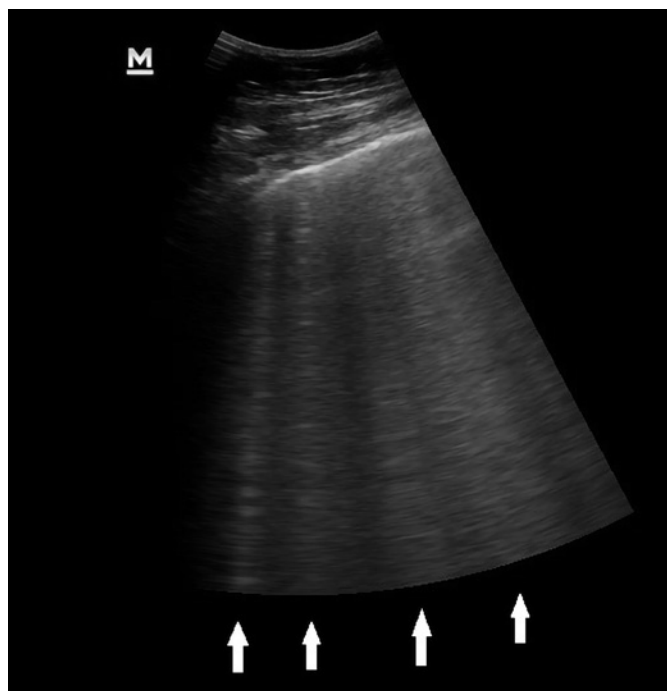
jsou prováděna dedikovanými specialisty (radiologové, kardiologové, angiologové), a jejich náplní je komplexní vyšetření dané anatomické oblasti, orgánu nebo orgánové soustavy. Za takovým vyšetřením se musí pacient zpravidla přesouvat na jiné pracoviště, a především nejsou dostupná okamžitě a kdykoli. Z tohoto pohledu je cílené použití ultrazvuku lékařem klinického oboru přímo u lůžka pacienta skutečný „game-changer“ a představuje zásadní inovaci ve využití ultrazvuku v běžné klinické medicíně (1). POCUS rozšiřuje diagnostické možnosti – je komplementární vyšetřovací metodou k fyzikálnímu vyšetření a dalším metodám, které používáme přímo u lůžka pacienta, jako je pulzní oxymetrie, EKG nebo základní Point-of-Care laboratorní vyšetření (POCT). Další odlišností proti zvyklému komplexnímu ultrazvuku, na které jsme byli zvyklí, je fakt, že POCUS často zahrnuje vyšetření více orgánových systémů a částí těla v jedné době. Typickým příkladem je diferenciální diagnostika u pacienta s akutní dušností zahrnující vyšetření plic, srdce i vyšetření žil dolních končetin. Výhodou ultrazvuku proti ostatním radiologickým vyšetřovacím metodám (rtg, CT) je také skutečnost, že pro pacienta ani personál nepředstavuje žádnou radiační zátěž, a proto může být tedy libovolně opakováno, což oceňují klinici především na pracovištích intenzivní péče. Není však metodou určenou pouze pro urgentní příjmy nebo JIP. Jeho šetrnost při použití přímo u lůžka (bez nutnosti zátěže pacienta transportem, čekáním na vyšetření s prolongovaným lačněním, podáváním kontrastní látky apod.) oceníme jistě u geriatrických pacientů, kteří představují významnou část hospitalizací na interním oddělení. Technologickou změnou, která umožnila rozvoj POCUS, je miniaturizace ultrazvukových přístrojů, která dosáhla velikosti tabletů a smartphonů, a jejich zlepšující se dostupnost. Bez ultrazvuku stabilně umístěného na JIP nebo urgentním příjmu nelze vyšetření provádět. POCUS můžeme definovat místem vyšetření (přímo u lůžka pacienta) a vyšetřujícím lékařem (klinický lékař akutních oborů), ale zásadní je pojetí této metody, která je využívána

cíleně k rychlé detekci zásadních patologií. POCUS je často „binárním“ ano-ne vyšetřením – buď zvažovanou diagnózu potvrdíme, nebo vyloučíme (samozřejmě v případě nejednoznačného nálezu je nutné ověření další diagnostickou metodou). POCUS představuje pro lékaře akutního oboru cenný diferenciálně diagnostický nástroj, který má ve svých rukou k okamžitému použití – z toho také vychází potřeba formulace správné klinické otázky, na kterou má vyšetření dát odpověď. Z povahy vnitřního lékařství vyplývá skutečnost, že internisté jsou jednou z odborností, která tato vyšetření uplatní u mnoha svých pacientů v celé řadě akutních stavů a složitých klinických situací. Proto je nutné zdůraznit, že i POCUS vyžaduje dostatečnou erudici lékaře, který ji bude používat, a vyšetřující musí znát limitace metody i limity své zkušenosti, a v případě nejistoty nebo nejednoznačného nálezu indikovat vyšetření dalším lékařem nebo jinou metodou.

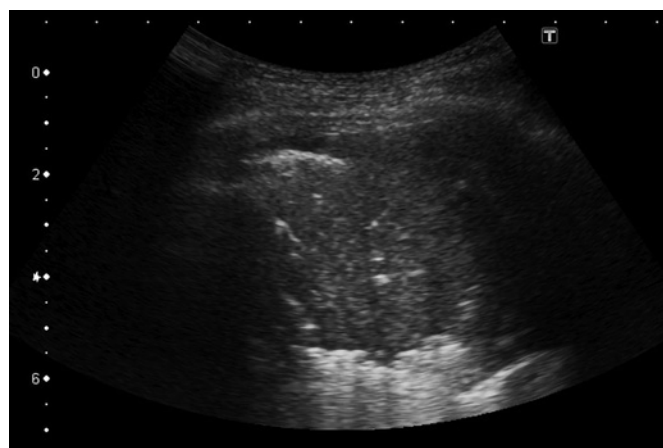
POCUS vyšetření hrudníku

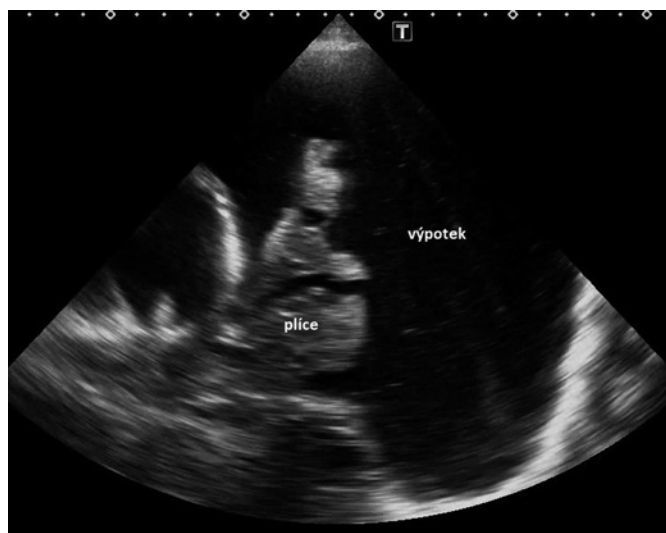
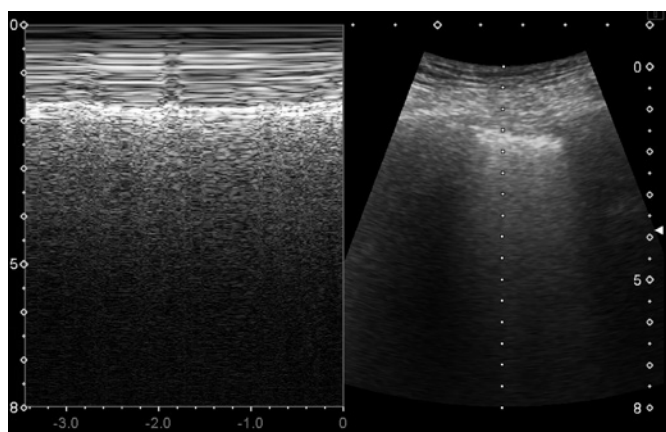
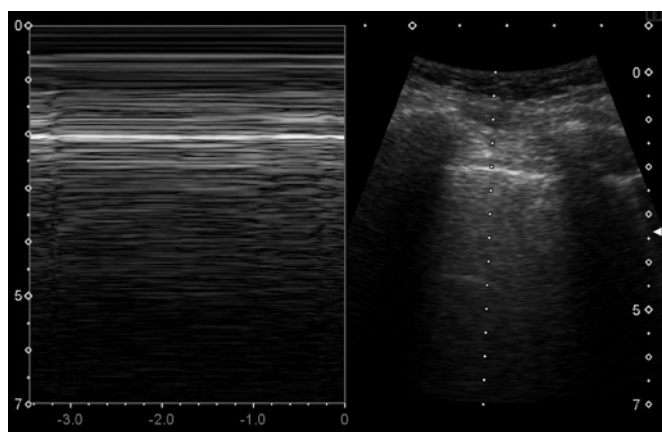
POCUS hrudníku pro běžnou praxi internistů zahrnuje vyšetření srdce, plic a pleurálního prostoru. Při vyšetření plic jsme po relativně rychlém zácvičku schopni v první řadě identifikovat přítomnost či nepřítomnost fluidothoraxu nebo pneumothoraxu, dále posoudit možnou přítomnost intersticiálního syndromu (tedy rozlišit suchou a vlhkou plíci), případně nalézt obraz infiltrace plicní. Intersticiální syndrom představuje zmnožení tekutiny v interlobulárních septech a je patrný jako difuzní „plicní komety“ – B profil (Obr. 1). Oboustranná přítomnost intersticiálního syndromu v interní praxi nejčastěji znamená kardiální plicní edém, a tento náález je tak dobře využitelný v diferenciální diagnostice akutní dušnosti (2). Obraz konsolidace plic můžeme nalézt, pokud je infiltrovaná oblast plicní tkáně v kontaktu s pleurou. Tak lze diagnostikovat pneumonii, viditelnou jako „hepatizace“ plic s neostrým přechodem do vzdušné tkáně v hloubce (3) (Obr. 2). Při hodnocení plicních nálezů ultrazvukem jistě využijeme výhodu možnosti sledování dynamiky nálezů a reakce na léčbu bez nutnosti opakovaných rtg či CT vyšetření. Zcela zásadní ultrazvukovou dovedností, kterou by si všichni internisté měli osvojit, je posouzení přítomnosti nebo nepřítomnosti pleurální tekutiny. Detekce fluidothoraxu je jednoznačnou doménou ultrazvukového vyšetření (Obr. 3). Hrudní sonografie vykazuje lepší senzitivitu a specifitu pro diagnostiku pleurální tekutiny než rtg vyšetření hrudníku, protože klasický rtg hrudníku může pominout přítomnost až 500 ml tekutiny (4).

Obr. 1. Plicní parenchym s B profilem



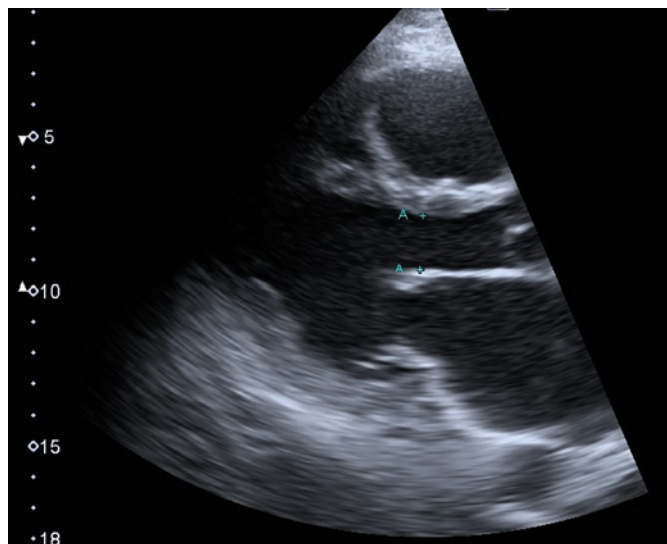
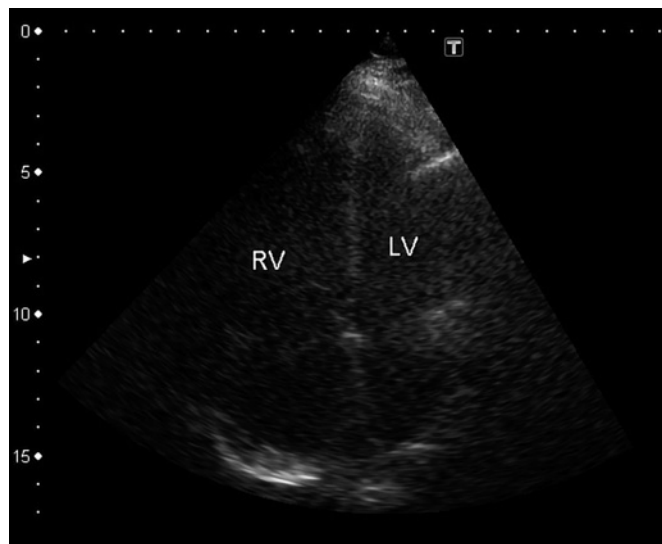
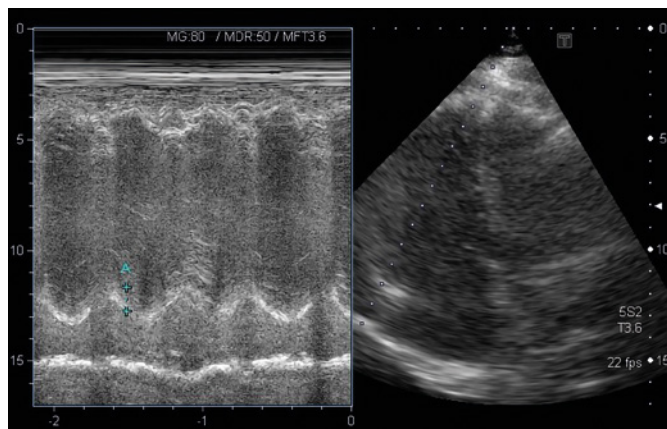
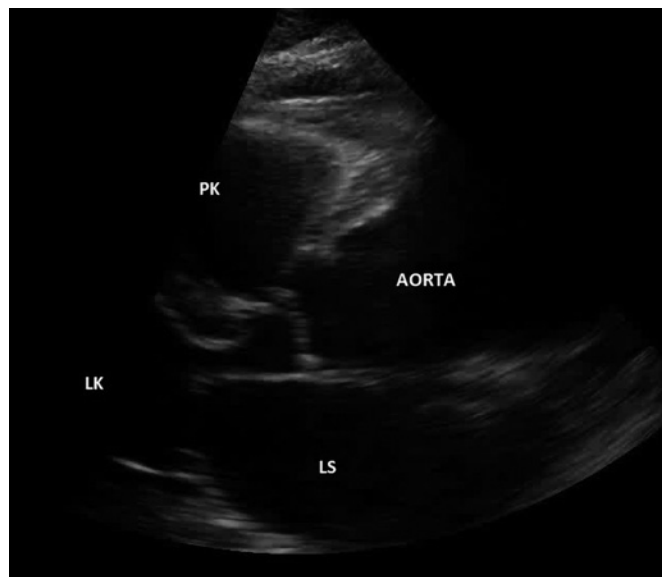
Obr. 2. Konsolidace plicní tkáně při pneumonii



Obr. 3. Velký pleurální výpotek**Obr. 4.** Lung sliding**Obr. 5.** Obraz normální plíce v M módu tzv. sea shore sign**Obr. 6.** Obraz pneumothoraxu v M módu, tzv. bar code sign

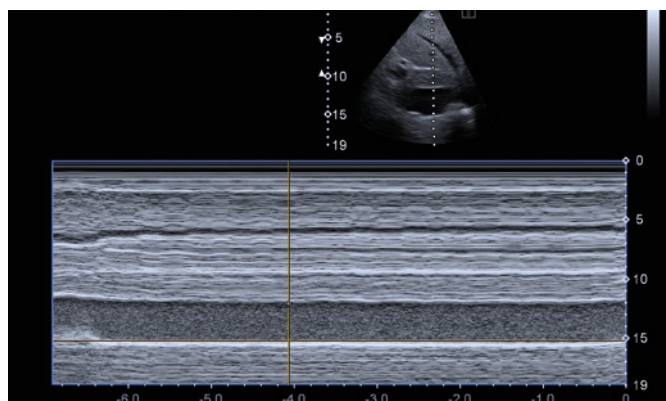
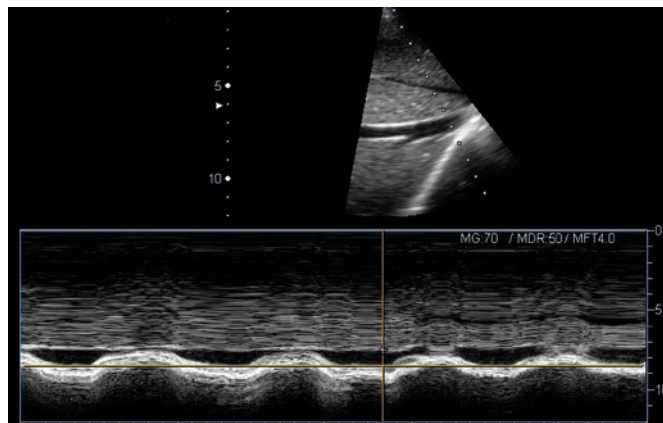
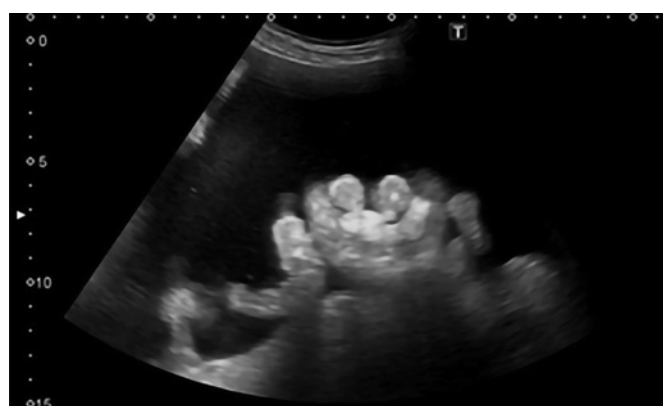
Zkušenější vyšetřující je schopen posoudit i kvalitu výpotku – zda se jedná o prostou tekutinu, hnis, nebo krev s koaguly. Diagnostika, resp. vyloučení pneumothoraxu, je dalším důležitým využitím ultrazvuku u lůžka pacienta nejen v intenzivní péči (5). Při vylučování pneumothoraxu hodnotíme přítomnost „lung slidingu“, což je typický kyvadlový pohyb způsobený posunem listů pleury po sobě v rámci dechového cyklu, který u pneumothoraxu nenalezneme (Obr. 4). Zásadní výhodou ultrazvuku v této indikaci představuje možnost detekce parciálního, ventrálně lokalizovaného pneumothoraxu, u kterého je senzitivita standardního rtg vyšetření hrudníku nízká. Při diagnostice pneumothoraxu kromě dvourozměrného vyšetření využijeme i M-mode, který bude mít zcela odlišný obraz v přítomnosti a nepřítomnosti pneumothoraxu (Obr. 5, 6). Jednoznačným potvrzením pneumothoraxu je pak nalezení tzv. „lung pointu“, což je rozhraní přítomnosti „lung sliding“ a jeho absence, tento náález je přítomen u parciálního pneumothoraxu v místě, kde dochází k separaci listů pleury vzduchem. Pro vyšetření plic a pleurálního prostoru používáme konvexní „abdominální“ sondu, cíleně pro zobrazení „lung sliding“ nebo povrchu pleury můžeme použít sondu lineární, která má díky vyšší frekvenci lepší rozlišovací schopnost – limitací je pak omezení na povrchně uložené struktury (vyšší frekvence sondy umožňuje lepší rozlišení na úkor penetrance do hloubky). Vyšetření

srdce v rámci POCUS nechce a ani nemůže nahrazovat komplexní echokardiografické vyšetření provedené kardiologem. Internista by však měl zvládnout zobrazit srdeční oddíly v základních projekcích (parasternální, apikální, subkostální), a posoudit přítomnost či nepřítomnost významnější dilatace srdečních oddílů, těžké systolické dysfunkce obou komor, a dále přítomnost či nepřítomnost perikardiálního výpotku. Jak již bylo uvedeno výše, vyšetření má poskytnout odpověď na konkrétní klinickou otázku – např. je přítomna významná porucha kontraktility levé/pravé komory, která by mohla být příčinou aktuálního stavu pacienta? Systolickou funkci levé komory (LK) lze odhadnout z parasternální, apikální nebo subkostální projekce, optimální je samozřejmě využití více projekcí. Neprovádíme přesné stanovení ejekční frakce (LK), ale potřebujeme „kvalitativní“ informaci, zda je či není přítomna významnější porucha. Pokud bychom kromě odhadu chtěli při hodnocení systolické funkce LK v rámci POCUS použít nějaký kvantitativní parametr, můžeme změřit EPSS (early point septal separation). Jedná se o vzdálenost mezi otevřeným předním cípem mitrální chlopně a mezikomorovým septem v parasternální projekci na dlouhou osu. Vzdálenost větší než 0,7 cm svědčí pro významné snížení systolické funkce LK (6) (Obr. 7). Pro posouzení přítomnosti dilatace pravé komory (PK) lze použít poměr PK/LK při vyšetření ze čtyřdutinové apikální projekce – zjevná dilatace PK je

Obr. 7. Měření EPSS**Obr. 8.** Patologický poměr PK a LK**Obr. 9.** Měření TAPSE**Obr. 10.** Dilatace ascendentní aorty

přítomna, pokud je poměr PK/LK větší než 1 (7) (Obr. 8). Ke zhodnocení významné systolické dysfunkce PK použijeme opět jeden z kvantitativních parametrů – v M-mode změříme pohyb trikuspidálního anulu, tedy TAPSE (tricuspid annular plane systolic excursion). Pro dysfunkci PK svědčí hodnota této amplitudy pohybu trikuspidálního anulu nižší než 1,7 cm, dále bývá patrný pouze minimální pohyb volné stěny pravé komory, případně oploštění mezikomorového septa z parasternální projekce (8) (Obr. 9). V rámci orientačního vyšetření srdce je užitečné též zhodnocení průměru kořene a ascendentní aorty – zjevná dilatace může vyšetřujícího lékaře nasměrovat k úvaze o aneuryzmatu ascendentní aorty s možnou disekcí či rupturou a k indikaci dalšího cíleného vyšetření, tedy CT angiografie (Obr. 10). Přítomnost či nepřítomnost perikardiálního výpotku je nezbytnou součástí při POCUS, které může provést internista – zásadní informací pro nás je velikost perikardiálního výpotku, který bude určující pro jeho hemodynamický dopad (Obr. 11). Přesnější posouzení takového nálezu, stejně jako zhodnocení významnosti chlopenních vad či detailní popis přítomných ložiskových poruch kontraktility myokardu, je již doménou specialisty – kardiologa. V rámci POCUS standardně ještě doplňujeme posouzení průměru a kolapsibility dolní duté žíly (DDŽ) ze subkostální projekce. Toto vyšetření slouží k základnímu odhadu cirkulujícího objemu. Pro hypovolemii svědčí průměr

DDŽ menší než 1,5 cm s kolapsem v inspirii o více než 50 %, a pro hypervolemii hovoří průměr DDŽ nad 2,5 cm bez naznačené respirační variability (Obr. 12, 13). Zhodnocení kalibru a respiračního kolapsu dolní duté žíly dovoluje provést kvalifikovaný odhad výše tlaku v pravé síni (< 1,5 cm: 0–5 mm Hg; 1,5–2,5 cm a inspirační kolaps \geq 50 %: 5–10 mm Hg; 1,5–2,5 cm a inspirační kolaps \leq 50 %: 10–15 mm Hg; > 2,5 cm a inspirační kolaps \leq 50 %: 15–20 mm Hg) (9). Obraz dilatované rigidní DDŽ může být však přítomen i při významné plicní embolizaci nebo při srdeční tamponádě, ale tyto patologie jsou v rámci dif. dg. patrné i z orientačního ultrazvukového vyšetření srdce. Pro vyšetření srdce v rámci POCUS je optimální sektorová sonda používaná při standardním echokardiografickém vyšetření, ale není nezbytnou podmínkou, ze základních projekcí lze většinu pacientů bazálně vyšetřit i konvexní „abdominální“ sondou. Základní odhad srdeční funkce již nezahrnuje Dopplerovské vyšetření, samozřejmě možnost doplnění této modality je vždy výhodou, ale představuje již vyšší úroveň kompetence a vyžaduje zkušenějšího vyšetřujícího s větší praxí.

Obr. 11. Velký perikardiální výpatek**Obr. 13.** Dilatovaná rigidní dolní dutá žíla**Obr. 12.** Kolabující dolní dutá žíla**Obr. 14.** Objemný ascites

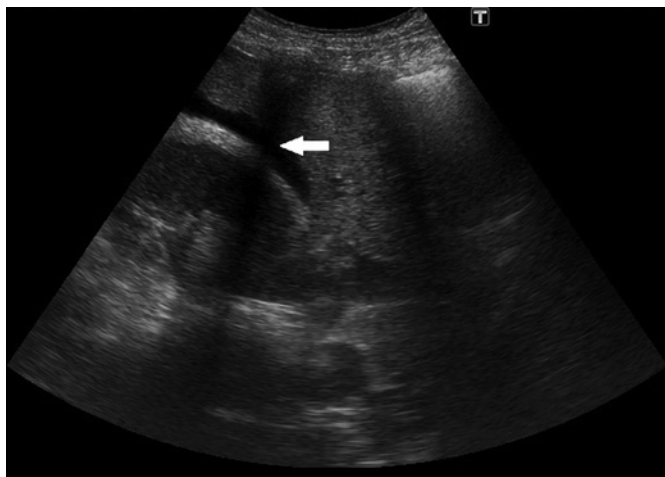
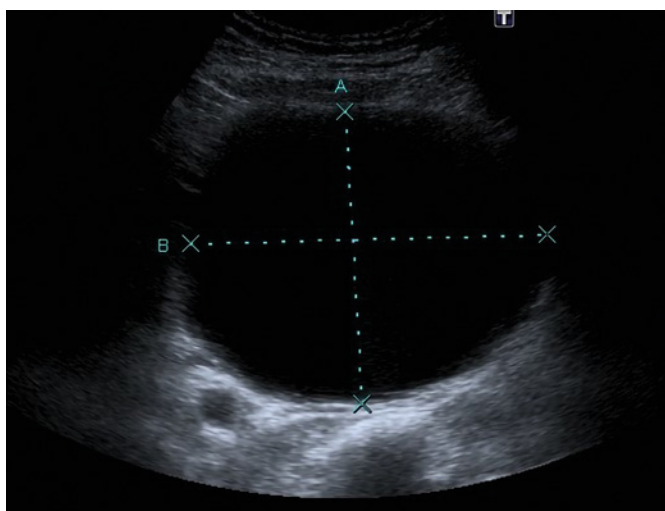
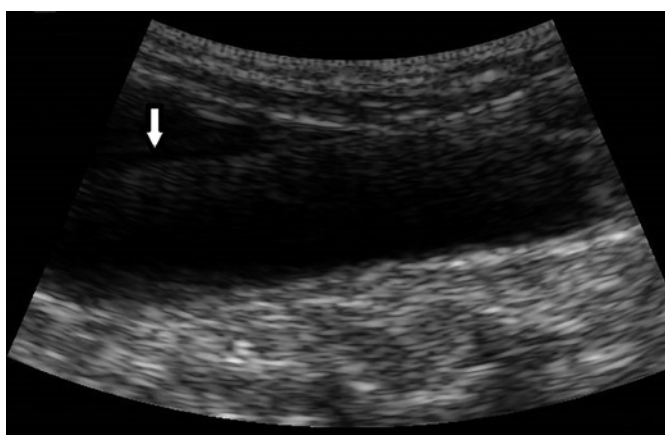
POCUS vyšetření břicha

Ultrazukové vyšetření je historicky řadou internistů prováděno ve formě komplexní abdominální sonografie, podrobné ultrazukové vyšetření všech orgánů břišní dutiny však vyžaduje velkou erudici. V rámci POCUS proto v rámci břicha využijeme cíleně pouze některé vyšetřovací modality, které splňují podmínky pro základní vyšetřovací kompetence v rámci POCUS – především jsou snadno „naučitelné“ pro všechny internisty a pro udržení kompetence stačí relativně malý objem následující praxe. Rozsah POCUS vyšetření v oblasti břicha se v různých doporučeních a vzdělávacích programech liší. Minimálním požadavkem je posouzení přítomnosti volné tekutiny v břišní dutině. Diagnostika objemného ascitu je snadným vyšetřením a často v takovém případě následně využijeme ultrazuk i k bezpečnému provedení punkce (Obr. 14). V rámci POCUS kompetencí bychom měli zvládnout i detekci menšího množství tekutiny, což zahrnuje vyšetření ve všech abdominálních kvadrantech s důrazem na vyšetření Morrisonova prostoru mezi játry a pravou ledvinou (Obr. 15). Další ultrazukovou kompetencí, kterou internisté v běžné praxi využijí prakticky v každodenní praxi, je posouzení přítomnosti nebo nepřítomnosti obstrukce vývodných cest močových. Minimem je požadavek na vyloučení městnání v dutém systému ledvin posouzením velikosti centrálního echokomplexu a také zhodnocení náplně močového měchýře (10) (Obr. 16, 17). Ultrazuk ledvin totiž jednou ze základních vyšetřovacích metod při diferenciální

diagnostice pacientů prezentujících se oligurií nebo anurií. V těchto případech má diagnóza vývodných cest močových zřejmě terapeutické konsekvence, a to nejen u pacientů s oligoanurickým renálním selháním, ale také v případech infekce močových cest nebo sepse nejasného původu. Z oblasti abdominální sonografie bychom mohli uvést další vyšetření, která jsou v některých vzdělávacích programech řazena mezi kompetence vhodné pro internisty v rámci POCUS: posouzení přítomnosti dilatace žlučových cest, konkrementů ve žlučníku, velikost sleziny, dilatace tenkého střeva, diferenciální diagnostika hmatné rezistence v dutině břišní – solidní hmota/tekutina (11). Schopnost vizualizace abdominální aorty, resp. detekce jejího aneuryzmatu, může být užitečná při diferenciální diagnostice u pacienta s bolestí břicha. Abdominální ultrazukové vyšetření může být znesnadněno omezenou vyšetřitelností konkrétního pacienta, a v takovém případě je nutno mít na paměti základní pravidlo zodpovědného používání POCUS: buď je daný nález jednoznačný (je přítomen/není přítomen), nebo musíme doplnit další vyšetření, kterým bude v takovém případě nejspíše komplexní abdominální sonografie provedená specialistou nebo CT vyšetření.

POCUS vyšetření cév

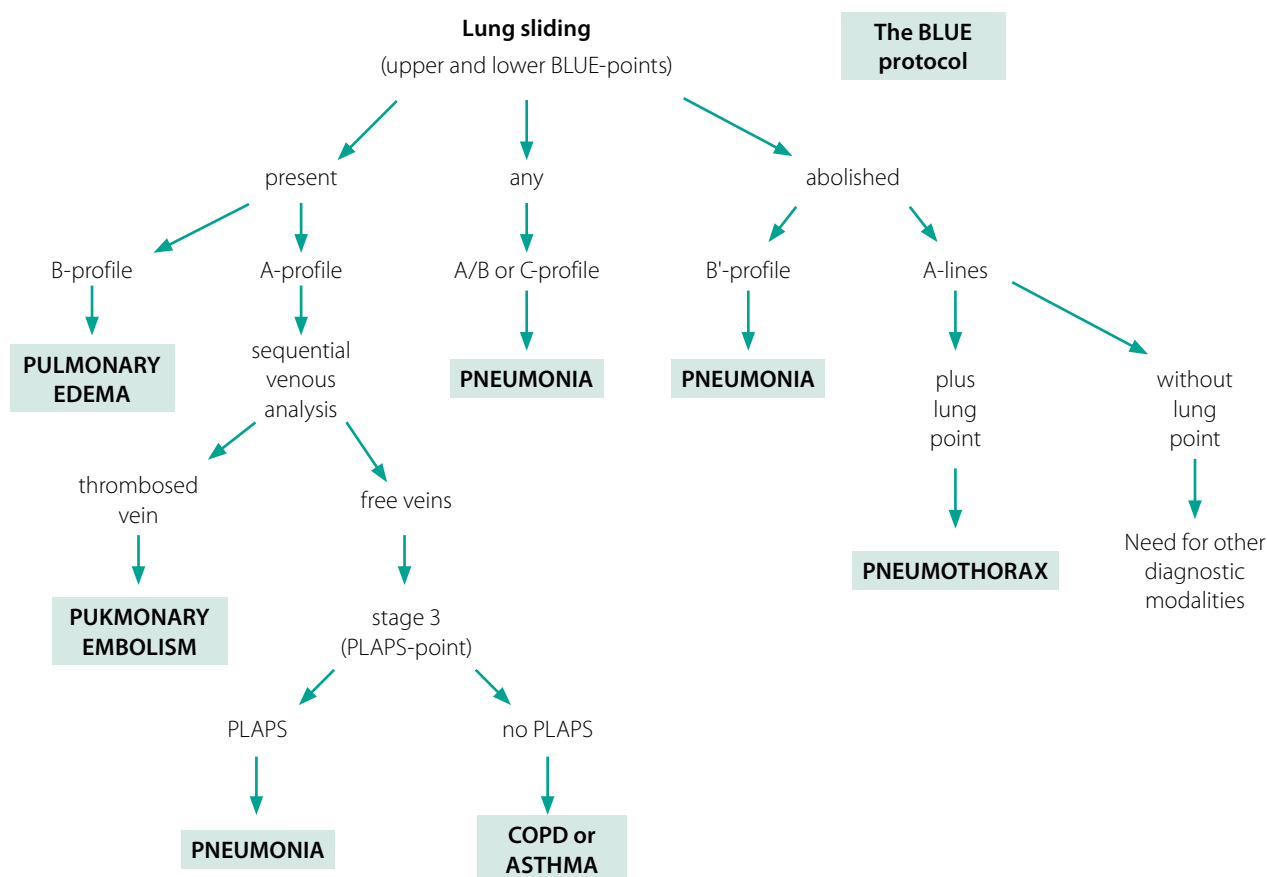
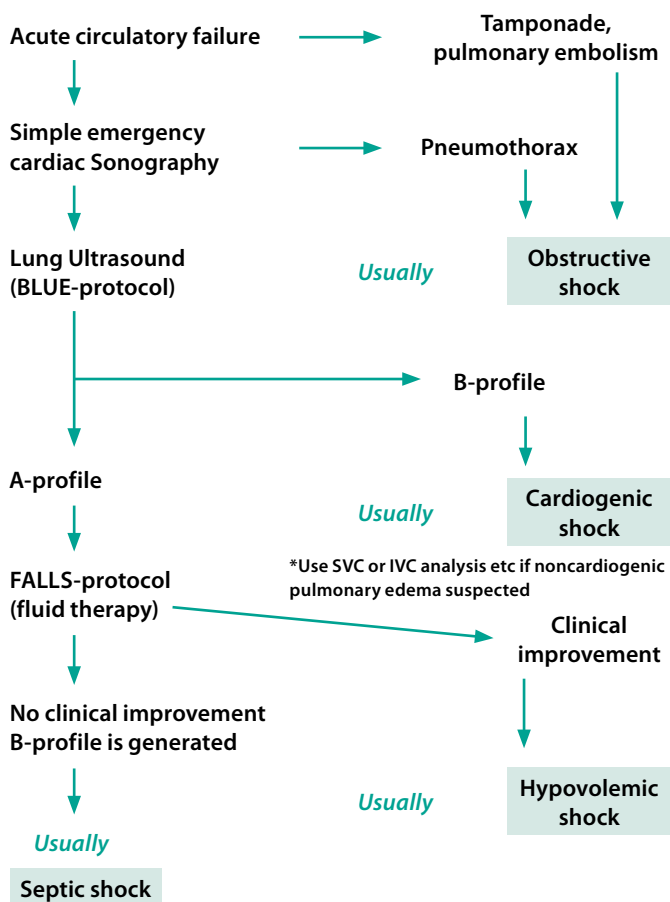
Další užitečnou a pro internisty široce využitelnou ultrazukovou kompetencí je diagnostika proximální žilní trombózy, opět využitelná u interních pacientů v rámci diferenciální diagnostiky u pacientů s dušností a/nebo jednostranným otokem dolní končetiny. Při vyšetření žilních kmenů na stehně a v podkolení lze posoudit přítomnost či ne-

Obr. 15. Tekutina v Morrisonově prostoru**Obr. 16.** Dilatace dutého systému ledviny a ureteru při subrenální obstrukci**Obr. 17.** Dilatovaný močový měchýř**Obr. 18.** Dilatovaná nestlačitelná femorální žíla s trombem**Obr. 19.** Katétr v centrální žíle

přítomnost významnější žilní trombózy (12). Její vyloučení spočívá ve verifikaci zachovaného lumen žíly a jeho stlačitelnosti při přímém tlaku sondou. Při přítomnosti trombu je žíla nestlačitelná a v lumen může být v pozdějších fázích patrný echogenní trombus (Obr. 18).

Výkony pod ultrazvukovou navigací

POCUS v rámci vnitřního lékařství nepředstavuje pouze diagnostický nástroj, ale představuje dnes již nezbytnou pomůckou při provádění řady invazivních výkonů. Punkce či drenáž výpotků (fluidothoraxu či ascitu, a případně také perikardiální tekutiny) jsou jednoznačně bezpečnější s ultrazvukovou navigací a bez ní by neměly být prováděny (13). Na jednotkách intenzivní péče využíváme ultrazvuk v každodenní praxi rovněž při zajištění cévních vstupů pod přímou nebo nepřímou UZ kontrolou – při přímé kontrole během procedury přímo sledujeme zavedení jehly, vodiče a kanyly do žíly/arterie, při nepřímé kontrole kanylujeme minimálně po předchozím ozřejmění průběhu cévy (Obr. 19). Rutinní zavádění centrálního žilního katétru s využitím ultrazvuku by dnes již mělo být standardním postupem (14). Během zavádění centrálního žilního katétru využijeme ultrazvuk nejen pro navigaci při vlastní punkci žíly, ale toto vyšetření představuje také komplexní metodu k ověření nepřítomnosti postpunkčních komplikací – postup k vyloučení pneumothoraxu je zmíněn výše a k ověření správné polohy

Obr. 20. BLUE protokol u pacienta s dušností**Obr. 21.** FALLS protokol u pacienta v šoku**The FALLS-protocol (Schematic decision tree)**

hrotu katétru využijeme zobrazení okamžitého přítoku kontrastní látky (např. agitovaného fyziologického roztoku) do pravé síně po podání do centrální žilní linky (15). Pro tyto ultrazukové metody je výhodou možnost využití lineární „vaskulární“ sondy, nicméně pokud ji nemáme k dispozici, lze i na tyto aplikace opět využít konvexní sondu.

POCUS v diferenciální diagnostice akutních stavů

POCUS neslouží pouze k diagnostice jednotlivých patologií, ale je především okamžitě dostupným diferenciálně diagnostickým nástrojem u řady akutních stavů ve vnitřním lékařství. Snad nejčastějším příkladem je diferenciální diagnostika akutní dušnosti. Takoví pacienti představují významný podíl případů na interních příjmových ambulancích. Základní ultrazukové vyšetření podle BLUE protokolu představuje typický příklad využití této metody v rychlé diagnostice u akutního pacienta (16) (Obr. 20). Algoritmus vyšetření je vedený postupným vylučováním/potvrzováním patologií, které mohou být příčinou tohoto stavu, zahrnuje stanovení přítomnosti či nepřítomnosti pneumothoraxu nebo významného flui-dothoraxu, obrazu městnání nebo pneumonie. Doplnujícím krokem je vyšetření žilních kmenů na dolních končetinách, kdy případný nález proximální žilní trombózy (při normálním sonografickém nálezu na plících) směřuje k diagnóze žilního tromboembolismu jako příčiny stavu. POCUS u pacienta s akutní dušností může být doplněn (již mimo BLUE protokol) o základní echokardiografické projekce – k odhadu funkce levé i pravé komory, zhodnocení jejich poměru a přítomnosti či nepřítomnosti významného perikardiálního výpotku. Tento postup přímo u lůžka šetří čas, redukuje potřebu rentgenových vyšetření a ve svém důsledku dia-

gnostiku také zpřesňuje. Vyšetřovací postupy založené na využití odhadu systolické funkce při současném sonografickém zhodnocení přítomnosti městnatiny v plicním parenchymu prokazují vysokou senzitivitu a přispívají ke zrychlení diagnostiky u pacientů s akutním srdečním selháním (17). Další aplikací POCUS ve vnitřním lékařství je diferenciální diagnostika u pacienta s bolestí na hrudi. Ta zahrnuje posouzení přítomnosti poruch kontraktility myokardu, dilatace kořene aorty, přítomnosti perikardiálního výpotku, infiltrace plicní tkáně nebo přítomnosti tekutiny v pleurální dutině. Využití ultrazvuku u takového pacienta na urgentním příjmu může přispět k rozhodnutí mezi kardiální a nekardiální příčinou obtíží, případně nasměřovat další již cílenou diagnostiku. Další POCUS vyšetřovací protokoly (FALLS, RUSH) slouží pro rychlou diferenciální diagnostiku šokových stavů na příjmových odděleních a mohou být využívány také v přednemocniční péči (18) (Obr. 21).

LITERATURA

- Weile J, Brix J, Moellekaer AB. Is point-of-care ultrasound disruptive innovation? Formulating why POCUS is different from conventional comprehensive ultrasound. *Crit Ultrasound J*. 2018 Oct 1;10(1):25.
- Chiu L, Jairam MP, Chow R, et al. Meta-Analysis of Point-of-Care Lung Ultrasonography Versus Chest Radiography in Adults With Symptoms of Acute Decompensated Heart Failure. *Am J Cardiol*. 2022 Jul 1;174:89-95.
- Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, Kaszubowski E, et al. Lung Ultrasound for the Emergency Diagnosis of Pneumonia, Acute Heart Failure, and Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease/Asthma in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Emerg Med*. 2019 Jan;56(1):53-69.
- Eibenberger KL, Dock WL, Ammann ME, et al. Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography. *Radiology*. 1994 Jun;191(3):681-4.
- Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, et al. Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis. *Crit Care*. 2013 Sep 23;17(5):R208.
- McKaigney CJ, Krantz MJ, La Rocque CL, et al. E-point septal separation: a bedside tool for emergency physician assessment of left ventricular ejection fraction. *Am J Emerg Med*. 2014 Jun;32(6):493-7.
- Weekes AJ, Thacker G, Troha D, et al. Diagnostic Accuracy of Right Ventricular Dysfunction Markers in Normotensive Emergency Department Patients With Acute Pulmonary Embolism. *Ann Emerg Med*. 2016 Sep;68(3):277-91.
- Daley JL, Dwyer KH, Grunwald Z, Shaw DL, et al. Increased Sensitivity of Focused Cardiac Ultrasound for Pulmonary Embolism in Emergency Department Patients With Abnormal Vital Signs. *Acad Emerg Med*. 2019 Nov;26(11):1211-1220.
- Ciozda W, Kedan I, Kehl DW, et al. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovasc Ultrasound*. 2016 Aug 20;14(1):33.

Závěr

Použití Point-of-Care ultrazvuku jako součásti vyšetření přímo u lůžka pacienta významně rozšiřuje naše diagnostické možnosti u řady akutních stavů ve vnitřním lékařství. Internisté jej využijí k doplnění fyzikálního vyšetření především u pacientů s dušností, bolestmi na hrudi nebo šokovými stavy v rámci iniciační diferenciální diagnostiky, použití této metody v průběhu hospitalizace navíc umožňuje průběžně sledovat stav pacienta a řídit jeho léčbu bez nadbytečné zátěže. Ultrazvuková navigace v neposlední řadě napomáhá při bezpečném provedení některých invazivních procedur. Schopnost spolehlivě provést alespoň základní sonografickou diagnostiku významně rozšiřuje naše medicínské schopnosti a diagnostické možnosti.

- Wong C, Teitge B, Ross M, Young P, et al. The Accuracy and Prognostic Value of Point-of-care Ultrasound for Nephrolithiasis in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med*. 2018 Jun;25(6):684-698.
- Torres-Macho J, Aro T, Bruckner I, et al; EFIM's ultrasound working group. 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 Mar;73:67-71.
- Falster C, Jacobsen N, Coman KE, et al. Diagnostic accuracy of focused deep venous, lung, cardiac and multiorgan ultrasound in suspected pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 2022 Jul;77(7):679-689.
- Mercaldi CJ, Lanes SF. Ultrasound guidance decreases complications and improves the cost of care among patients undergoing thoracentesis and paracentesis. *Chest*. 2013 Feb 1;143(2):532-538.
- Franco-Sadud R, Schnobrich D, et al; SHM Point-of-care Ultrasound Task Force; Soni NJ. Recommendations on the Use of Ultrasound Guidance for Central and Peripheral Vascular Access in Adults: A Position Statement of the Society of Hospital Medicine. *J Hosp Med*. 2019 Sep;14(9):E1-E22.
- Wilson SP, Assaf S, Lahham S, Subeh M, Chiem A, Anderson C, Shwe S, Nguyen R, Fox JC. Simplified point-of-care ultrasound protocol to confirm central venous catheter placement: A prospective study. *World J Emerg Med*. 2017;8(1):25-28.
- Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008 Jul;134(1):117-25.
- Zanobetti M, Scorpiniti M, Gigli C, et al. Point-of-Care Ultrasonography for Evaluation of Acute Dyspnea in the ED. *Chest*. 2017 Jun;151(6):1295-1301. Lichtenstein DA. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest*. 2015 Jun;147(6):1659-1670.