

Venous excess ultrasound a co vše zatím (ne)víme

Adam Koudelka^{1,2}, Michaela Habánová^{1,2}, Ondřej Ludka^{1,2}

¹Všeobecná interní klinika, Fakultní nemocnice Brno

²Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Venous excess ultrasound (VExUS) představuje novou, neinvazivní metodu semikvantitativního hodnocení žilní kongesce, založenou na dopplerovském vyšetření jaterních, portální a renálních žil. Rozšiřuje tak možnosti zhodnocení hemodynamiky pacienta ultrazvukem u lůžka. Poruchy vodní rovnováhy jsou denním klinickým problémem interních pacientů s onemocněním srdce a ledvin včetně akutních stavů. VExUS u těchto nemocných umožňuje neinvazivně nahlédnout na žilní část cirkulace a dle výsledků upravit léčbu. Následující přehledový článek se věnuje základům VExUS, možnostem jeho využití a budoucímu potenciálu tohoto vyšetření.

Klíčová slova: dolní dutá žíla, kardiorenální syndrom, městnání, pulzní doppler, point-of-care ultrasound, venous excess ultrasound.

Venous excess ultrasound – what we (don't) know so far

Venous excess ultrasound (VExUS) is a novel, non-invasive method for the semiquantitative assessment of venous congestion, using doppler examination of the hepatic, portal and renal veins. It expands the capabilities of bedside ultrasound in evaluating a patient's hemodynamic status. Disorders of fluid balance are a common clinical issue in internal medicine, particularly in patients with cardiac or renal disease, including acute conditions. In such cases, VExUS provides a non-invasive assessment of the venous part of the circulation and enables treatment adjustments based on the findings. This review article outlines the fundamentals of VExUS, its clinical applications, and the future potential of this diagnostic tool.

Key words: congestion, cardiorenal syndrome, inferior vena cava, pulsed wave doppler, point-of-care ultrasound, venous excess ultrasound.

Úvod

Tekutinové přetížení a kongesce v žilním systému jsou častým klinickým problémem u interních pacientů zhoršujícím prognózu v akutních i chronických stavech (1). Tradiční neinvazivní metody hodnocení stavu hydratace, které zahrnují fyzikální vyšetření (otoky, zvýšená náplň krčních žil, plicní chrůpky, změna hmotnosti atd.) nebo měření centrálního žilního tlaku (CŽT), mají své limity a nejsou vždy spolehlivé (2, 3).

Zajištění optimální perfuze orgánů bylo historicky cíleno na udržení adekvátního srdečního výdeje a arteriálního tlaku. Naopak vliv žilního tlaku býval často neprávem opomíjen. Přitom již téměř 100 let máme k dispozici data o nežádoucím vlivu zvýšeného žilního tlaku na funkci ledvin a produkci moči, který se rovná vlivu tlaku tepenného (4). Na vině

je právě pokles arteriovenózního gradientu uvnitř orgánů vedoucí ke snížení perfuze, ke kterému se v kritických stavech často přidává edém intersticia při dysfunkčním endotelu (5).

S rostoucí dostupností ultrazvukového vyšetření u lůžka ošetřujícím lékařem (POCUS, point-of-care ultrasound), které se stává novým standardem v péči o interní pacienty, přichází neinvazivní a snadnější metody posouzení hemodynamiky, jako tomu je i v případě VExUS (venous excess ultrasound). Koncept VExUS poprvé publikovali Beaubien-Souligny et al. v r. 2020 na základě výsledků post-hoc analýzy u 145 kardiokirurgických pacientů. Zde hodnocení splanchnické kongesce metodou VExUS předčilo CŽT v předpovědi vývoje městnavého akutního renálního poškození (3).

Využití v praxi

Zvýšení CŽT s žilní kongescí doprovází především srdeční selhání a onemocnění ledvin, často při jejich kombinaci v rámci tzv. kardio-renálního syndromu. Dále se týká tekutinového přetížení v kritických stavech jako např. v léčbě sepse a septického šoku. Jde tedy o nejčastější diagnózy léčené internisty, kde se využití VExUS nabízí. Kromě zhodnocení tíže městnání lze takto sledovat i dynamiku změn během léčby, typicky právě u nemocných s pravostranným srdečním selháním, kde i v případech méně vyjádřených klinických známek městnání může kongesce orgány významně poškozovat. I při progredujících renálních parametrech zde není žádoucí překotná i. v. hydratace pacienta, jak tomu nezdávka v praxi bohužel bývá. Právě pokračování v dostatečné diuretické léčbě přináší nejen klinické, ale obvykle i laboratorní zlepšení a VExUS může posloužit k její titraci.

Princip metody

VExUS je součástí na hemodynamiku zaměřeného POCUS. Umožňuje semikvantitativně hodnotit míru městnání ve splachniku posouzením charakteru žilního toku v jaterních, portálních a intrarenálních žilách pomocí PW (pulsed wave, pulzního) doppleru (3). K vyšetření používáme sektorovou anebo konvexní sondu v přednastavení pro srdce anebo břicho. Celé vyšetření obvykle trvá při spolupráci pacienta jednotky minut.

Dolní dutá žíla

VExUS začíná zhodnocením dolní duté žíly (DDŽ) v předozadním průměru ze subxifoidálního nebo interkostálního přístupu zprava (Obr. 1) zhruba 2 cm od kavoatriální junkce. V původní VExUS studii byla DDŽ měřena pouze v dlouhé ose, nicméně práce zaměřující se na POCUS vyšetření DDŽ nabádají použít i krátkou osu k menší míře chybovosti měření (6). Vyšetření DDŽ vychází z faktu, že s rostoucím CŽT dochází k její dilataci. V případě průměru 2 cm a více pokračujeme posouzením toku v jaterní žíle. Při průměru menším než 2 cm ve VExUS nepokračujeme, protože není předpoklad zvýšeného CŽT a významná splachnická kongesce je tak nepravděpodobná (3). Problém v interpretaci rozměru DDŽ může nastat u atletů, kde průměr nad 2 cm není nutně známkou vyššího CŽT. Naopak při zvýšeném nitrobřišním tlaku

Obr. 1. Pozice sondy ultrazvuku při subxifoidálním a pravém interkostálním přístupu



(tenzní ascites, těžká pankreatitida atp.) nemusí být DDŽ dilatovaná ani při vysokém CŽT (7). U pacientů na umělé plicní ventilaci (UPV) je interpretace rozměrů DDŽ dlouhodobě sporná a neodpovídá interpretaci při spontánní ventilaci (8). U pacientů nižšího věku se nabízí adjustace hraniční hodnoty DDŽ dle tělesného povrchu při očekávaném menším průměru (9). Prozatím však data u VExUS ohledně adjustace DDŽ vzhledem k habitu chybí.

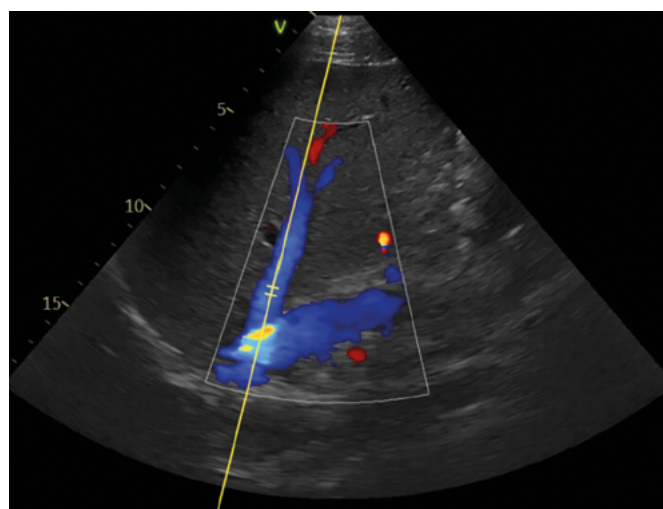
Jaterní žíly

Následně po DDŽ hodnotíme žíly jaterní. K tomu používáme také subxifoidální nebo pravý interkostální přístup. Záznam provedeme nejlépe během klidného dýchání či ke konci expirace k vyloučení pohybových artefaktů a významných změn nitrohruďního a nitrobřišního tlaku. Zde si již nevystačíme pouze s B módem a přidáme PW doppler s umístěním vzorkovacího objemu do průběhu jedné z jaterních žil (obvykle pravé nebo střední) 2 cm před vstupem do DDŽ (Obr. 2). Identifikaci jaterní žíly si můžeme usnadnit použitím barevného doppleru (CFM, color flow mapping), kdy toky v jaterní žíle budou zaznamenány ve zmíněných projekcích modře, tedy směrem od sondy. Současný záznam EKG ultrazvukovým přístrojem je nezbytný pro správné odlišení jednotlivých vln v PW křivce. Měření z jaterních žil zahrnuje vlnu A (která následuje na EKG po vlně P), vlnu S (následuje na EKG kmit R) a vlnu D (na EKG následuje vlna T). Někdy může být patrná i vlna V mezi vlnami S a D. K hodnocení VExUS používáme pouze vlny S a D. Fyziologicky má vlna S větší amplitudu než vlna D a obě jsou pod základní linií záznamu. S rostoucím CŽT se vlna S zmenšuje, až dojde k obrácení toku nad základní linií (Obr. 3). Problémy s interpretací PW záznamu mohou nastat u těžké trikuspidální regurgitace, kdy reverzi vlny S můžeme pozorovat i při nezvýšeném CŽT. U fibrilace síní vlna A chybí (7).

Portální žíla

Poté pokračujeme posouzením toku v portální žíle, pro kterou obvykle využijeme stejné projekce jako pro žílu jaterní. Stěny portální žíly jsou vůči okolnímu parenchymu jater hyperechogenní na rozdíl od stěn jaterních žil, čehož využíváme k jejich odlišení (při absenci

Obr. 2. Jaterní žíla. Umístění PW doppleru před vstupem do DDŽ. Pravá laterální projekce (archiv autorů)

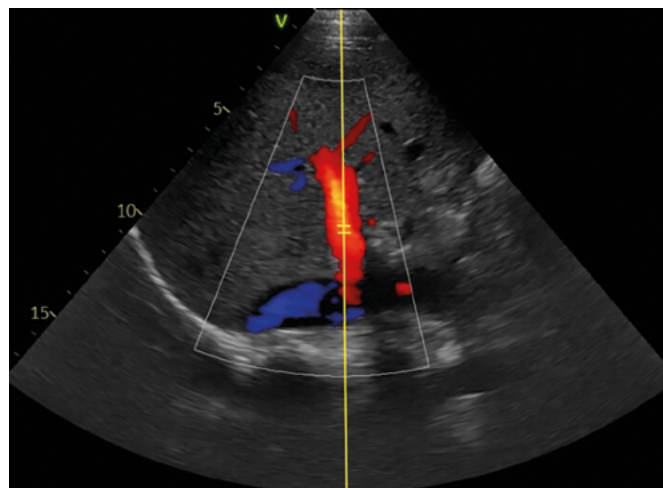


difuzního onemocnění jater zvyšujícího echogenitu, např. steatóza). Při použití CFM zaznamenejte barvu toku v oblasti jaterního hilu červeně, směřuje k sondě (Obr. 4). Fyziologicky je tok v portě při měření PW dopplerem monofázický s minimální variací pulzatility do 30 %. Zvyšující se pulzatility je známkou městnání a při variaci toku nad 50 % již hodnotíme nález jako těžkou kongesci (Obr. 5). Pulzatilní tok však můžeme pozorovat i v případě jaterní cirhózy anebo u hubených jedinců a nemusí se tak jednat pouze o známku vysokého CŽT. U těžké portální hypertenze může dojít i k obrácení toků hepatofugálně, tedy od sondy se záznamem pod základní linií (7, 10).

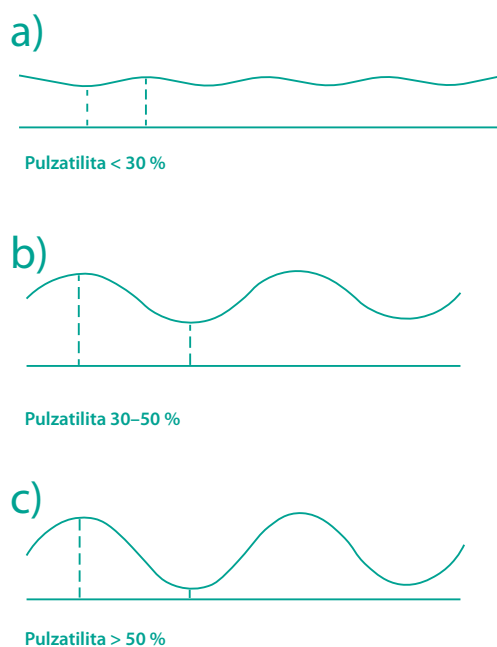
Intrarenální žíly

Jako poslední vyšetřujeme intrarenální žíly. Z praktického důvodu vyšetřujeme častěji pravou ledvinu, jejíž zobrazení z pravého laterálního přístupu po jaterní a portální žíle plynule navazuje kaudálním a mírně dorzálním posunem sondy. Za využití CFM identifikujeme mezi dřeňovými pyramidami toky v interlobárních žilách (Obr. 6). Normální žilní tok v ledvině je monofázický, který při směřování od sondy PW křivka zaznamenává pod základní linií. Současně s žilním tokem je obvykle ve stejném záznamu přítomen i tok tepenný nad základní linií, který nám může pomoci v rozeznání fáze srdečního cyklu. Se zvyšujícím se CŽT se žilní tok v ledvině stává pulzatilním. Pak lze v PW křivce rozeznat systolickou vlnu S a diastolickou vlnu D. S rostoucí kongescí se vlna S obrací nad základní linii jako v případě jaterních žil. Zde je však skryta za záznamem tepenného toku, a proto při nejvyšším stupni kongesce vidíme pouze vlnu D (Obr. 7). Vyšetření žil ledvin bývá v rámci VExUS techniky nejnáročnější a usnadnit nám ho může krátké zadržení dechu pacientem. Vzhledem k pomalým

Obr. 4. Portální žíla (červeně – tok k sondě) s umístěním PW doppleru. Pravá laterální projekce (archiv autorů)

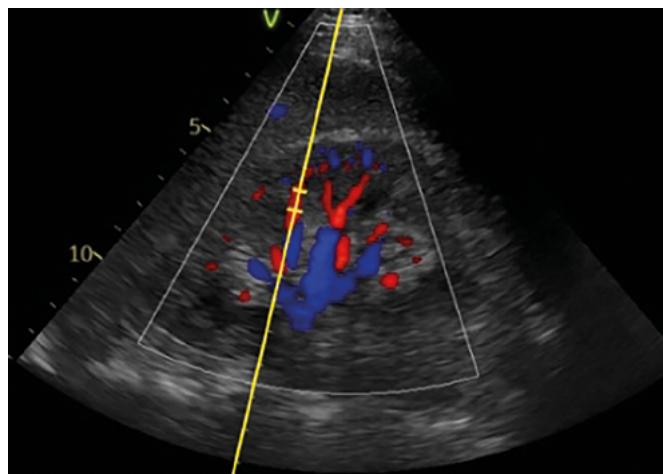


Obr. 5. PW křivky z portální žíly

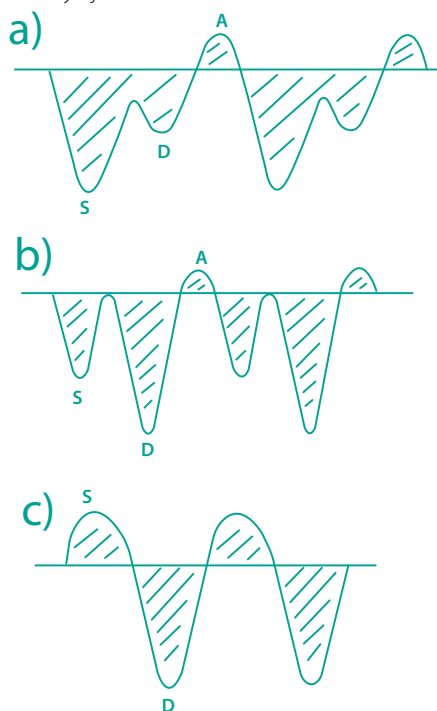


a) fyziologický záznam, variace toku je menší než 30 %; b) lehká kongesce, variace toku mezi 30 % a 50 %; c) těžká kongesce, variace toku nad 50 %

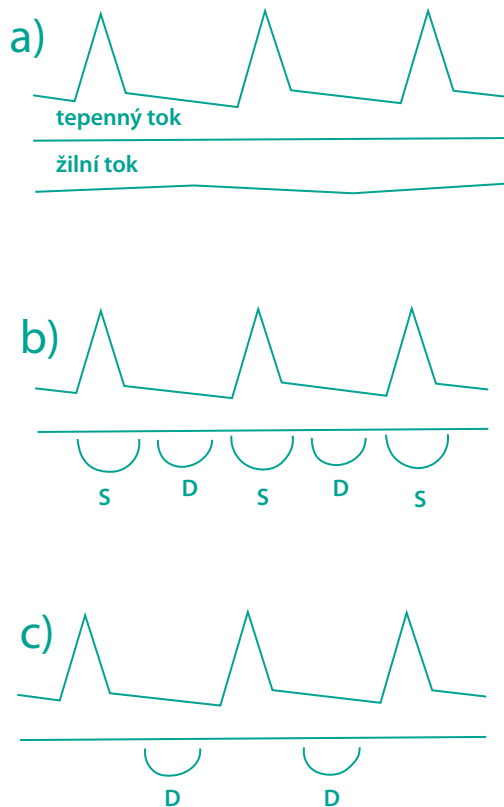
Obr. 6. Interlobární žíly i tepny v jednom záznamu s umístěním PW doppleru (archiv autorů)



Obr. 3. PW křivky z jaterních žil



a) fyziologický záznam s vlnami S, D a A; b) lehká kongesce, vlna S je menší než vlna D; c) těžká kongesce, vlna S je nad základní linií

Obr. 7. PW křivky z intrarenálních žil

a) fyziologický záznam, monofázický tok v žilách. Nad základní linií současně zaznamenán tepenný tok; b) lehká kongesce, žilní tok je již pulzatilní s vlnami S a D; c) těžká kongesce, pod základní linií viditelná pouze vlna D

tokům v intrarenálních žilách si může pomoci při jejich identifikaci snížením Nyquistova limitu pod 10–15 cm/s a zvýšením gainu CFM. Žíly nevyšetřujeme v hilu ledviny, kde toky mohou být pulzatilní i fyziologicky (11).

Hodnocení

Při průměru DDŽ pod 2 cm je automaticky VExUS stupeň 0, není předpoklad městnání v břišních orgánech. Hraniční hodnoty u habituálně menších jedinců hodnotíme individuálně obzvláště při absenci kolapsu DDŽ s nádechem. Při průměru DDŽ 2 a více cm může kongesce nabývat tří stupňů dle charakteru jednotlivých křivek (Tab. 1). U jaterních žil je jako lehké městnání považována menší vlna S než vlna D a jako těžké městnání obrácení vlny S nad základní linií. U portální žíly bereme jako lehké městnání variaci toků o 30–50 % a jako těžké městnání nad 50 %. V případě intrarenálních žil pak jako lehkou kongesci hodnotíme přítomnost pulzatility s jasně definovanými vlnami S a D, u těžkého

městnání pak pozorujeme pouze vlnu D. Součtem těchto měření stanovíme celkovou závažnost městnání. VExUS stupeň 1 určuje alespoň jedna křivka se známkami lehké kongesce. Jako stupeň 2 označíme měření při jednom záznamu křivky s těžkou kongescí. Pokud jsou alespoň 2 křivky se záznamem těžké kongesce, pak nález hodnotíme jako stupeň 3 (3).

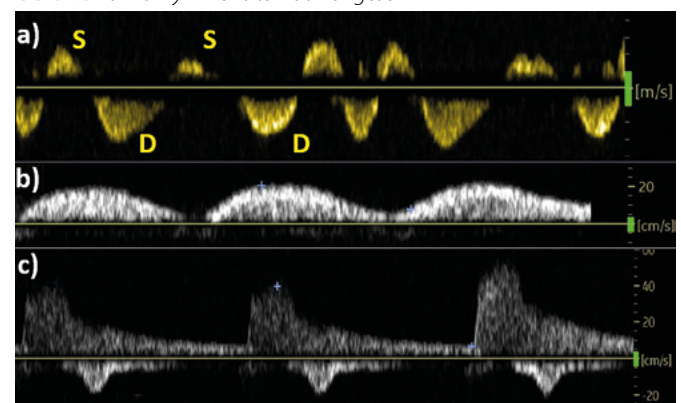
Limitace a nevýhody

Limitace VExUS spočívá v absenci rozsáhlejší studie mimo populaci kardiokirurických pacientů. Z původní studie byli vyloučeni pacienti s jaterní cirhózou nebo chronickým renálním selháním G5. Všichni pacienti sledovaní ve studii byli spontánně ventilující v poloze na zádech (3). Nabízí se tedy obezřetnost k interpretaci výsledků u pacientů na UPV či při měření kongesce v pronační poloze. Z menšího množství prací hodnotících VExUS u UPV ale zatím významné ovlivnění výsledků nevyplyvá (12). Data o vlivu pronační polohy na VExUS doposud chybí.

Další praktické omezení vzniká při vyšetření výrazně dušných pacientů. Rychlé dechové exkurze vedou k obtížnému udržení vzorkovacího objemu PW doppleru ve stabilním místě se vznikem artefaktů. Stejně tak výrazné změny nitrohruďního a nitrobřišního tlaku zde ovlivní výsledný tvar křivek záznamu (7). U těchto pacientů ovšem stanovení městnání v břišních orgánech nebývá prioritou. Naopak rozumným prvním krokem je využití na dušnost zaměřeného POCUS.

Většina POCUS vyšetření je obvykle limitována na konkrétní klinickou otázku s požadavkem na rychlou odpověď, k čemuž často používáme tzv. handheld přenosné ultrazvuky. Některé z těchto přístrojů stále postrádají pro VExUS nezbytnou funkci PW doppleru. Navíc současné snímání EKG u nich zatím žádný z výrobců nenabízí. Přitom pro správnou interpretaci záznamu z jaterních žil se bez současného EKG nelze obejít. Výjimkou je záznam těžkého městnání při fibrilaci síní. Zde vidíme pouze reverzi vlny S, která se střídá s vlnou D (Obr. 8). Vlna A chybí, a proto není obtížné jednotlivé vlny od sebe rozpoznat. V ostatních případech lze při známkách těžké kongesce v portální žíle i intrarenálně v rámci redukováného VExUS jaterní žíly vynechat. I tento nález by totiž dostačoval k průkazu těžkého městnání.

VExUS nerozezná orgánovou kongesci v důsledku objemového nebo tlakového přetížení. Nezbytné je proto výsledek hodnotit v kontextu ostatních informací o stavu pacienta. VExUS nenahrazuje klinické vyšetření, ale jakožto součást POCUS přidává v nejasných případech

Obr. 8. Záznamy křivek s těžkou kongescí

a) jaterní žíla při fibrilaci síní; b) portální žíla; c) intrarenální žíly (archiv autorů)

Tab. 1. Stupně VExUS

Stupeň	VExUS nález	Hodnocení
0	Dolní dutá žíla menší než 2 cm	bez městnání
1	Záznam alespoň jedné PW křivky s lehkým městnáním	lehké městnání
2	Záznam jedné PW křivky s těžkým městnáním	středně těžké městnání
3	Dva nebo všechny tři PW záznamy s těžkým městnáním	těžké městnání

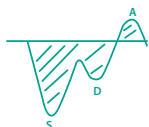
VExUS – venous excess ultrasound, PW – pulzní doppler

Obr. 9. VExUS krok po kroku

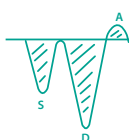
1. vyšetření DDŽ pokud $\geq 2\text{cm}$

2. vyšetření jaterní žíly

fyziologický tok



lehké městnání



těžké městnání



3. vyšetření portální žíly

fyziologický tok



lehké městnání



těžké městnání



4. vyšetření intrarenálních žil

fyziologický tok



lehké městnání



těžké městnání



5. výsledek VExUS

stupeň 0

všechny křivky
fyziologické

stupeň 1

≥ 1 křivka
s lehkým
městnáním

stupeň 2

1 křivka
s těžkým
městnáním

stupeň 3

≥ 2 křivka
s těžkým
městnáním

podrobnější informace o hemodynamickém stavu. Např. vysoký stupeň VExUS při srdeční tamponádě by jistě neměl vést k diuretické léčbě, ale především k drenáži perikardu.

Budoucnost metody

Primárním cílem původní VExUS studie byla predikce rozvoje kardio-renálního syndromu 1. typu. Vzhledem k měření v jaterní i portální žíle se nabízí využití i pro zhodnocení jaterní a střevní dysfunkce v důsledku městnání. Pro střevní poškození však data prozatím zcela chybí. U jaterního poškození jsou zmínky o úspěšném vedení léčby dle výsledků VExUS pouze na úrovni kazuistik (13). Také u pacientů s chronickým renálním onemocněním je využití VExUS logickou volbou a lze takto při klinických pochybách upřesnit stupeň městnání (14). Popsány jsou případy úspěšného navýšení ultrafiltrace u dialyzovaných dle výsledků VExUS i při absenci klinických známek kongesce (15).

Komplikace vyplývající z městnání se však netýkají pouze plic a břišních orgánů. Pozitivní tekutinová bilance je nezávislým rizikovým faktorem rozvoje deliria u kriticky nemocných (16). Data z populace kardiochirurgických pacientů ukazují na zvýšené riziko pooperačního deliria v případě kongesce měřené pulzatilním tokem v portální žíle (17). U akutně hospitalizovaných interních pacientů tvoří delirium značnou část komplikací (18). I zde se proto nabízí prostor pro další výzkum a hledání vhodných intervencí na základě POCUS, respektive VExUS výsledků.

V úvodní fázi léčby sepse a septického šoku hraje hlavní roli časné podání antibiotik, tekutin a vazopresorů. Avšak přehnaná hydratace s vysokou kumulativní bilancí s sebou nese riziko komplikací z městnání a zvýšené mortality (19). Zařazení POCUS a hodnocení stupně VExUS se tak zdají praktickou volbou. Rozsáhlejší práce však zatím čekáme a vyhlížíme výsledky studií Andromeda-VEXUS a VExLUS (20, 21).

Závěr

Možnosti diagnostiky u lůžka pacienta se neustále rozšiřují a VExUS patří mezi novou neinvazivní časově nenáročnou vyšetřovací metodu. Umožňuje nahlédnout na žilní část oběhu a systémové městnání revolučním pohledem. V klinicky méně jasných případech může přinést další informace o stavu hemodynamiky,

ky, které by dříve nebyly k dispozici, a dle toho upravit přístup k tekutinové strategii oběma směry. Data ohledně využití máme především z prostředí jednotek intenzivní péče a kardiochirurgie. Do budoucna se tak nabízí potenciální prostor pro další výzkum u širokého spektra interních pacientů, kterých se problematika přetížení tekutinami týká.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Publikace byla zpracována s využitím uvedené literatury a nebyla publikována ani zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** Žádný. **Financování:** Ne. **Poděkování:** N/A. **Registrace v databázích:** N/A. **Projednání etickou komisí:** N/A.

LITERATURA

1. Koratala A, Ronco C, Kazory A. Diagnosis of fluid overload: from conventional to contemporary concepts. *Cardiorenal Med.* 2022;12(4):141-154.
2. Stevenson LW, Perloff JK. The limited reliability of physical signs for estimating hemodynamics in chronic heart failure. *JAMA.* 1989;261:884-888.
3. Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, et al. Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J.* 2020;12(1):16.
4. Winton FR. The influence of venous pressure on the isolated mammalian kidney. *J Physiol.* 1931;72:49-61.
5. De Backer D, Orbegozo Cortes D, Donadello K, et al. Pathophysiology of microcirculatory dysfunction and the pathogenesis of septic shock. *Virulence.* 2014;5:73-79.
6. Rola P, Haycock K, Spiegel R. What every intensivist should know about the IVC. *J Crit Care.* 2024;80:154455.
7. Soliman-Aboumarie H, Denault AY. How to assess systemic venous congestion with point of care ultrasound. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2023;24(2):177-180.
8. 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;14(1):33.
9. Taniguchi T, Ohtani T, Nakatani S, et al. Impact of body size on inferior vena cava parameters for estimating right atrial pressure: a need for standardization? *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(12):1420-1427.
10. Wachsberg RH, Needleman L, Wilson DJ. Portal vein pulsatility in normal and cirrhotic adults without cardiac disease. *J Clin Ultrasound.* 1995;23(1):3-15.
11. Beaubien-Souligny W, Benkreira A, Robillard P, et al. Alterations in portal vein flow and intrarenal venous flow are associated with acute kidney injury after cardiac surgery: a prospective observational cohort study. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(19):e009961.
12. Andrei S, Nguyen M, Bouhemad B, et al. High VExUS grades are linked to cardiac function in general intensive care unit patients. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2025;14(1):24-30.
13. Dollar F, Gonzalez I, Shankar N, et al. Congestive Hepatopathy Diagnosed by Venous Excess Ultrasound Score. *ACG Case Rep J.* 2024;11(5):e01325.
14. Koratala A, Argaiz ER, Romero-González G, et al. Point-of-care ultrasound training in nephrology: a position statement by the International Alliance for POCUS in Nephrology. *Clin Kidney J.* 2024;17(11):sfæ245.
15. Koratala A, Ibrahim M, Gudlawar S. VExUS to Guide Ultrafiltration in Hemodialysis: Exploring a Novel Dimension of Point of Care Ultrasound. *POCUS J.* 2024;9(1):16-19.
16. Nguyen DN, Huyghens L, Parra J, et al. Hypotension and a positive fluid balance are associated with delirium in patients with shock. *PLoS One.* 2018;13:e0200495.
17. Benkreira A, Beaubien-Souligny W, Mailhot T, et al. Portal hypertension is associated with congestive encephalopathy and delirium after cardiac surgery. *Can J Cardiol.* 2019;35(9):1134-1141.
18. Efraim NT, Zikrin E, Shacham D, et al. Delirium in Internal Medicine Departments in a Tertiary Hospital in Israel: Occurrence, Detection Rates, Risk Factors, and Outcomes. *Front Med.* 2020;7:581069.
19. Messmer AS, Zingg C, Müller M, et al. Fluid overload and mortality in adult critical care patients-A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Crit Care Med.* 2020;48:1862-1870.
20. Prager R, Argaiz E, Pratte M, et al. Doppler identified venous congestion in septic shock: protocol for an international, multi-centre prospective cohort study (Andromeda-VEXUS). *BMJ Open.* 2023;13(7):e074843.
21. Romano M, Viana E, Martins JD, et al. Evaluation Of Congestion Levels in Septic Patients Admitted to Critical Care Units with a Combined Venous Excess-Lung Ultrasound Score (VExLUS) – a Research Protocol. *POCUS J.* 2023;8(1):93-98.