

ECHODIDAKTIKA

Aplikace ultrazvuku u příjmu traumat a nejasných šokových stavů (FAST)

Waldauf Petr

Klinika anesteziologie a resuscitace, Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

Anest. intenziv. Med., 24, 2013, č. 5, s. 332–338

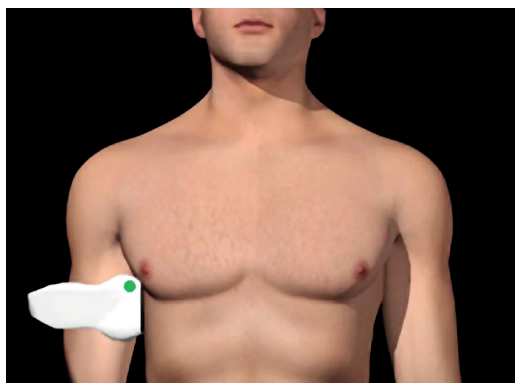
FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) je rychlé orientační sonografické vyšetření dutiny břišní a perikardu ve své rozšířené podobě (EFAST = extended FAST) zahrnuje i vyšetření hrudníku. FAST je dnes již rutinně používané vyšetření polytraumatizovaného pacienta. Fyzikální vyšetření u těchto pacientů s rizikem akutního život ohrožujícího krvácení naráží na stejná omezení jako u všech kriticky nemocných (hluboká analgosedace, eventuálně doplněná myorelaxací, umělá plicní ventilace atd.). Definitivní vyšetření především v podobě CT může vést ke zbytečné ztrátě času potřebného k akutnímu chirurgickému ošetření krvácení a tedy ohrozit pacienta na životě. FAST si neklade za cíl nahradit CT vyšetření, ale rozšířit možnosti fyzikálního vyšetření, a to velmi rychlým, okamžitě dostupným (bedside) a jednoduchým způsobem.

Primárním cílem FAST je detekce volné tekutiny v dutině břišní, pleurální a perikardiální. U polytraumatizovaného pacienta se předpoklá-

dá, že volnou tekutinou je krev (hemoperitoneum, hemotorax a hemoperikard). V případě pozitivitu FAST může následovat rychlá změna managementu pacienta (urgentní operační výkon místo CT), a to zvláště tehdy, pokud je přítomna oběhová nestabilita. K tomu podle práce Ollertona [1] dochází až ve 33 % případů a podle Wherretta stačí k identifikaci volné tekutiny pouze 19 sekund [2].

Sekundární cíl je poněkud kontroverznější, a ne zcela akceptovaný. U hemodynamicky stabilního pacienta se provede pouze FAST, a pokud je negativní, CT se již dále neprovádí (samozřejmě za podmínky, že není podezření na další poranění, jako je kraniotrauma, spinální trauma apod.). Pacient je dále monitorován a FAST se případně opakuje podle potřeby. Pacient tak není zbytečně ozařován a ušetří se finanční prostředky za CT vyšetření [3, 4, 5] – tabulka 1.

U základního FAST jsou vyšetřovány 4 torzo regiony (4P):



Obr. 1 Umístění sondy pro zobrazení Morisonova perihepatického prostoru



Obr. 2 Sonografický obraz Morisonova perihepatického prostoru



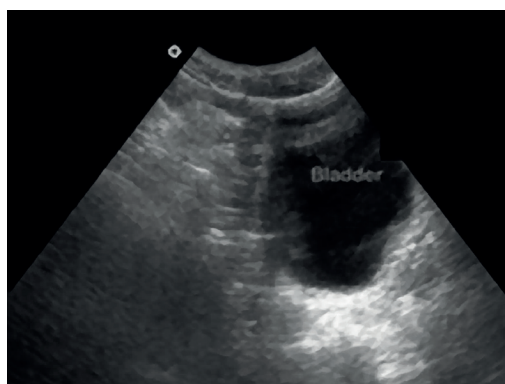
Obr. 3 Umístění sondy pro zobrazení perisplenického prostoru



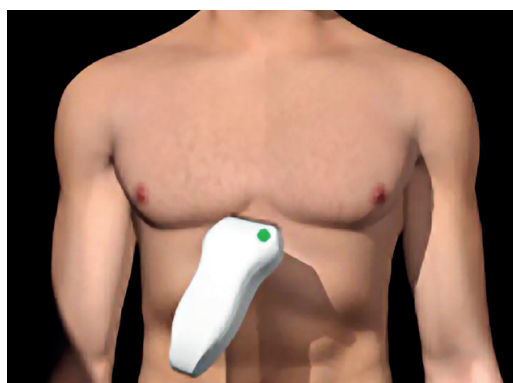
Obr. 4 Sonografický obraz perisplenického prostoru



Obr. 5 Umístění sondy pro zobrazení Douglasova pánevního prostoru



Obr. 6 Sonografický obraz Douglasova pánevního prostoru



Obr. 7 Umístění sondy pro zobrazení perikardiálního prostoru



Obr. 8 Sonografický obraz perikardiálního prostoru

POSTGRADUÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 9 Negativní FAST v Morisonově prostoru



Obr. 10 Pozitivní FAST v Morisonově prostoru

1. Perihepatický (Morisonův) prostor: mezi játry a pravou ledvinou – obrázky 1 a 2.
2. Perisplenický prostor: mezi slezinou a levou ledvinou – obrázky 3 a 4.
3. Pánevní (Douglasův) prostor: optimálně při naplněném močovém měchýři – obrázky 5 a 6.
4. Perikardiální prostor – obrázky 7 a 8.

Volná tekutina v dutině břišní je nejčastěji detekována v Morisonově prostoru (86 %), méně často v perisplenickém (55 %) a pánevním (43 %) [6]. Nález při negativním a pozitivním FAST v Morisonově prostoru je znázorněn na obrázku 9, respektive 10. Velká metaanalýza, která zahrnovala více než 18 tisíc pacientů, prezentovala senzitivitu FAST 79 % (95 % CI: 75 %, 83 %) a specifitu 99,2 % (95 % CI: 99,0 %, 99,4 %) [7]. Senzitivita a specifita FAST v detekci volné tekutiny v dutině břišní byla porovnávána nejčastěji proti CT, peritoneální laváži a laparatomii. Relativně nízká senzitivita je dána především schopností FAST detekovat tekutinu až od určitého objemu. Branney ve své práci zjistil, že nejmenší objem volné tekutiny v dutině břišní, který je možné v Morisonově prostoru detekovat, odpovídá přibližně 250 ml [8]. Objem 1000 ml by měl být detekovatelný již téměř ve 100 % případů. Na nízkou senzitivitu však není nutno nahlížet zcela nahradil jinou, do té doby rutinně používanou metodu pro detekci krve v dutině břišní, a to diagnostickou peritoneální laváž. Její extrémní senzitivita ($\geq 100,000$ RBCs/mm³, což je cca 20 ml

krve v 1000 ml lavážní tekutiny) vedla k častým neterapeutickým laparotomiím (6–26 %) [9].

Zvýšení senzitivity lze o pár procent dosáhnout několika opatřeními:

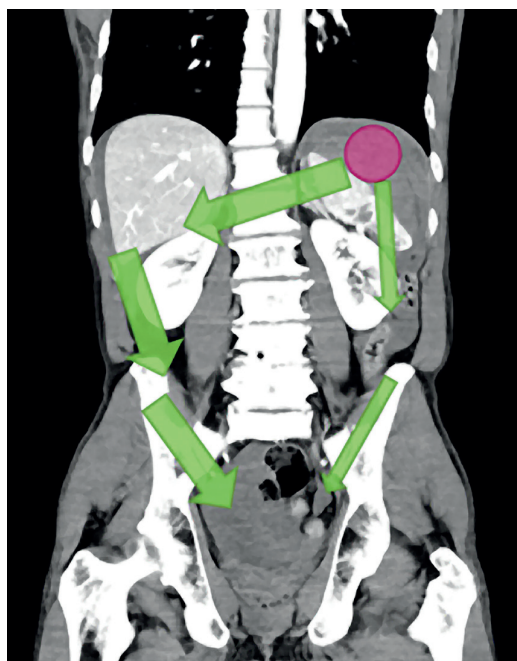
- přidáním zobrazovaných oblastí na pravý a levý subdiafragmatický a parakolický prostor,
- Trendelenburgovou pozicí (zvýší se pravděpodobnost detekce tekutiny v Morisonově prostoru),
- opakováním FAST v čase. Pokud FAST neprokaže volnou tekutinu ani po 6 hodinách je možno FAST označit za definitivně negativní [7].

Falešnou pozitivitu (a tedy sníženou specifitu) může zapříčinit detekce volné tekutiny, kterou však není krev. Často se jedná o pacienty s ascitem. Malé množství tekutiny v malé pánvi je přítomno také u žen v gestačním věku. Vzhledem k výše uvedené senzitivitě 99 % [8] není tento problém příliš klinicky významný. V individuálních případech je však potřeba na ascites pomýšlet.

FAST má do určité míry schopnost lokalizovat zdroj krvácení. Vlastní identifikace poraněného orgánu je však velmi omezená a FAST si tento cíl ani neklade. Identifikovat např. laceraci sleziny je možné zpravidla až po podání sono-kontrasní látky (mikrobuliny). Omezená možnost určit lokalitu krvácení spočívá v identifikaci místa s největším množstvím volné tekutiny (největší separace). Krvácení se dále šíří tradičními cestami, jak je pro případ lacerované sleziny zobrazeno na obrázku 11. V tomto případě se krev šíří z levého subdiafrag-

Tab. 1 Primární a sekundární cíl FAST

Primární cíl FAST (hemodynamicky nestabilní pacient)	Má být pacient převezen na CT nebo urgentně operován?
Sekundární cíl FAST (hemodynamicky stabilní pacient)	Má být pacient převezen na CT nebo pouze observován?



Obr. 11 Šíření krvácení tradičními cestami v případě lacerované sleziny

matického a splenorenálního prostoru do pravého subdiafragmatického a Morisonova prostoru. Z obou subdiafragmatických oblastí pak stéká do malé pánve parakolickými prostory (obr. 11).

Krev dále po určité době sedimentuje, což je opět možné zachytit na ultrazvuku (obr. 12). K sedimentačnímu efektu pak zpravidla dochází nejdříve v blízkosti zdroje krvácení.



Obr. 12 Sedimentační efekt

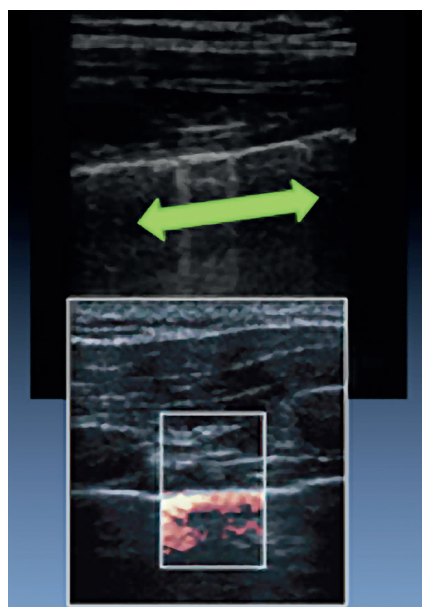
Limitace FAST jsou stejné jako u jiných sonografických vyšetření. Jedná se především o vyšetření u výrazně obézních pacientů nebo pacientů se subkutánním emfyzémem. Sražená krev může nezkušenému sonografistovi imponovat jako parenchymatozní orgán. FAST může být také falešně negativní, jak již bylo uvedeno výše, u pacientů se subkapsulární lacerací jater a sleziny bez přítomnosti volné krve v peritoneální dutině. Tekutinou naplněné kličky střev mohou imponovat jako volná tekutina, ale zpravidla mají na řezu oválný tvar na rozdíl od volné tekutiny, která se většinou zobrazuje jako troj- nebo mnohoúhelník.

EFAST (extended FAST)

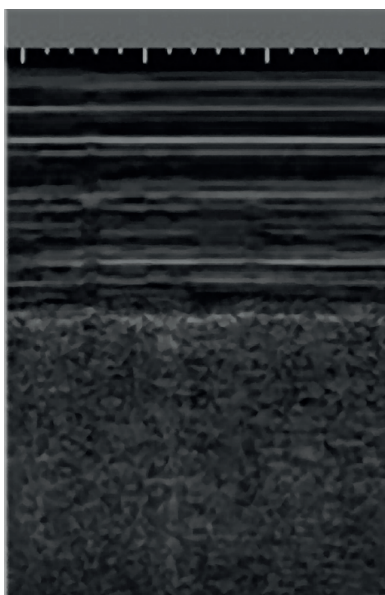
Jedná se o rozšířenou podobu FAST o vyšetření hrudníku s cílem detekovat hemotorax a pneumotorax. Rychlá detekce krve či vzduchu v pleurální dutině opět vede k bezprostřední změně našeho postupu – hrudní drenáží.

Hemotorax hodnotíme přiložením sondy přibližně v zadní axilární čáře nad úroveň bránice. Je možné i orientačně odhadnout objem volné tekutiny v pleurální dutině, a to změřením pleurální separace. Objem v mililitrech pak získáme vynásobením maximální separace parietální a viscerální pleury (nikoliv parietální pleury a bránice nad játry či slezinou) v milimetrech hodnotou 20 [11].

Abychom byli schopni identifikovat pneumotorax pomocí ultrazvuku, je nutné nejdříve se seznámit se základními sonografickými nálezy.



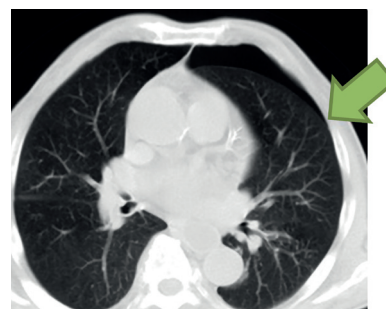
Obr. 13 Pleurální sliding v B-modu a jeho zvýraznění přidáním barevného dopplerovského mapování



Obr. 14 Seashore sign



Obr. 15 Atmosphere sign/
Barcode sign



Obr. 16 Lung point



Obr. 17 Střídající se seashore
a atmosphere sign
v oblasti lung pointu

1. Pleurální sliding

Pro vzdušnou plíci samozřejmě není možné prostřednictvím ultrazvuku vyšetřit. Můžeme ale detekovat pohyb viscerální pleury během nádechu a výdechu po přiložení sondy do mezižebřího

prostoru. Sliding je možné zvýraznit v B-modu přidáním barevného dopplerovského mapování (obr. 13). Analogií pleurálního slidingu je lung pulse, což je pleurální sliding daný přenosem kardiálních kontrakcí, nikoli ventilací. Je samozřejmě patrný převážně v oblastech plic přilehlých k srdci.

2. Seashore a atmosphere sign

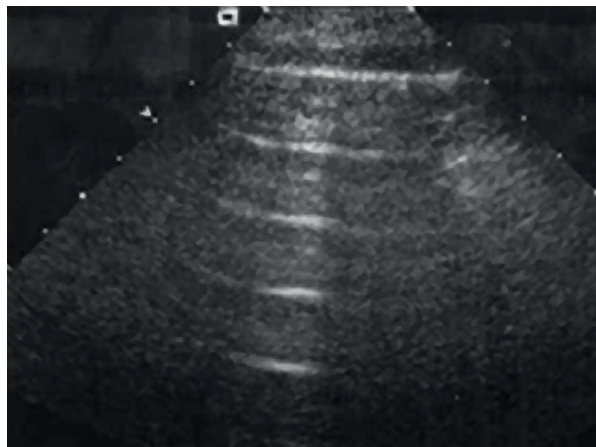
Je analogií přítomnosti či nepřítomnosti slidingu v M-modu. V případě nepřítomnosti pneumotoraxu, a tedy přítomnosti slidingu, můžeme sledovat lineární artefakty (připomínající moře) proximálně od pleury a zrnité artefakty (připomínající písek) distálně od pleury (obr. 14). V případě nepřítomnosti pleurálního slidingu, plicního pulzu a komet (B linií, viz níže) u pneumotoraxu vidíme pouze lineární artefakty (atmosphere/barcode sign, obr. 15).

3. Lung point

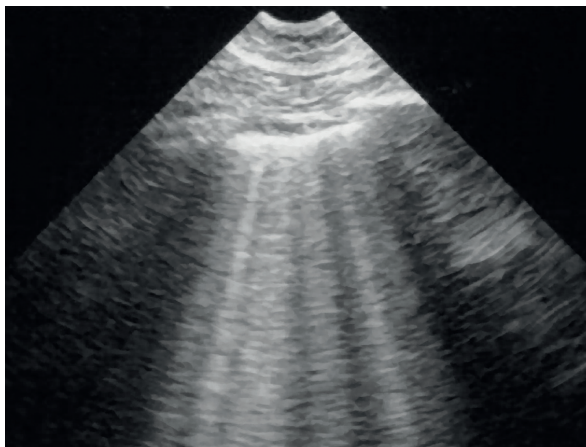
V případě přítomnosti pneumotoraxu je místo, kde se viscerální pleura odděluje od parietální označováno jako lung point (obr. 16). Tento bod je charakterizován střídající se přítomností a nepřítomností slidingu, respektive střídajícím se seashore a atmosphere sign s dechovým cyklem pacienta tak, jak se lehce mění pozice lung pointu (obr. 17).

4. A-linie

A-linie jsou horizontální artefakty dané reverberací pleurálního rozhraní. Vzdálenost mezi



Obr. 18 A-linie



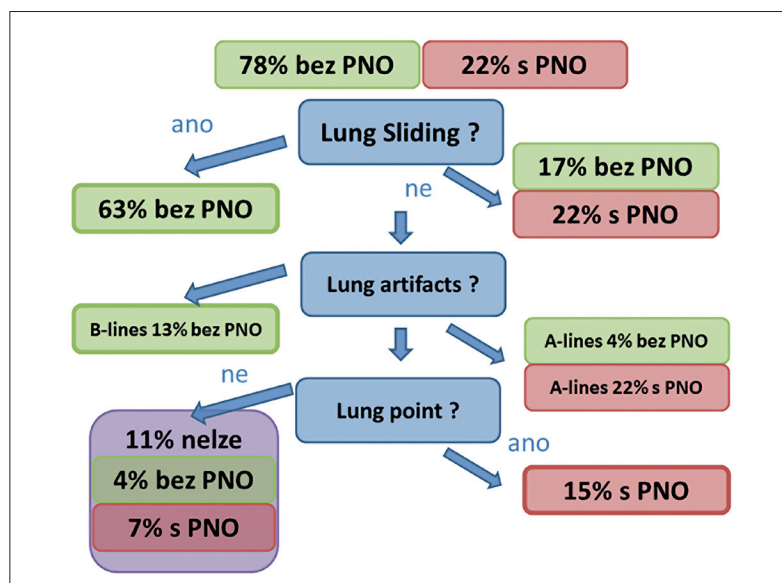
Obr. 19 B-linie

jednotlivými A-liniemi je tedy přibližně stejná (obr. 18).

5. B-linie

B-linie jsou naopak horizontální artefakty šířící se od pleurálního rozhraní do periferie (obr. 19). Jsou také označovány jako comet tails nebo lung rockets. Zajímá nás nejenom jejich přítomnost či nepřítomnost, ale také jejich četnost. B-linie vznikají odrazy ultrazvuku pod viscerální pleurou v plicním parenchymu a jejich četnost narůstá

zcela nespecificky u plicních patologií (např. plicního edému). Fyziologicky můžeme zobrazit B-linie v dependentních oblastech plic, kde je plicní parenchym lehce „kondenzovanější“. V případě plicního edému se pak rozšiřují i do ventrálních oblastí. Pro nás je však nejdůležitější, že vylučují přítomnost pneumotoraxu, neboť základní podmínkou vzniku B-linie je naléhání plicního parenchymu, respektive viscerální pleury, na pleuru parietální.



Obr. 20 Schéma pro diagnostiku pneumotoraxu [12]

Diagnostický postup identifikace přítomnosti či nepřítomnosti pneumotoraxu podle sonografie je možné shrnout do rozhodovacího diagramu z publikace Daniela Lichtensteina [12] – obrázek 20.

Prvním krokem je snaha o identifikaci plicního slidingu. Hledáme jej nejdříve v jednotlivých ventrálních mezižebřích a postupujeme laterálně až do zadní axilární čáry. Pokud se nám v jednotlivých lokalitách sliding zobrazuje, můžeme pneumotorax v těchto oblastech vyloučit. Pokud sliding přítomen není, hledáme plicní pulz a vertikální B-linie. Jejich přítomnost opět vylučuje pneumotorax ve vyšetřované lokalitě. Horizontální A-linie jsou často dobře vyjádřeny u pacientů s pneumotoraxem, ale bohužel se mohou vyskytovat i u pacientů bez pneumotoraxu, např. pokud viscerální pleura adhezuje k parietální. V tomto případě neza-

chytíme ani sliding. Posledním krokem je snaha o identifikaci lung pointu. Pokud jej zachytíme, znamená to přítomnost pneumotoraxu. Podle jeho lokality můžeme odhadovat i velikost pneumotoraxu. Je nutné podotknout, že při rozsáhlém pneumotoraxu, kdy je kolabovaná celá plíce, lung point samozřejmě nezobrazíme a právě toto snižuje senzitivitu uvedeného postupu. Lichtenstein byl ve své práci schopen vyloučit pneumotorax u 94 % pacientů, kteří ho neměli (100 % - 4 %/63 %) a potvrdit u 68 % pacientů, kteří ho měli (15 %/22 %). U 32 % pacientů zůstal pneumotorax nedignostikován. Přestože je toto číslo relativně vysoké, je nutné si uvědomit, že řada studií prokazuje vyšší senzitivitu a stejnou specifitu diagnostiky pneumotoraxu proti RTC, a to zvláště, pokud je okulní [13].

LITERATURA

1. Ollerton, J. E., Sugrue, M., Balogh, Z. et al. Prospective study to evaluate the influence of FAST on trauma patient management. *J. Trauma*, 2006, 60, p. 785–791.
2. Wherrett, L. J., Boulanger, B. R., McLellan, B. A. et al. Hypotension after blunt abdominal trauma: The role of emergent abdominal sonography in surgical triage. *J. Trauma*, 1996, 41, p. 815–820.
3. Rose, J. S., Levitt, M. A., Porter, J. et al. Does the presence of ultrasound really affect computed tomographic scan use? A prospective randomized trial of ultrasound in trauma. *J. Trauma*, 2001, 51, p. 545–550.
4. Arrillaga, A., Graham, R., York, J. W. et al. Increased efficiency and cost-effectiveness in the evaluation of the blunt trauma patient with the use of ultrasound. *Am. Surg.*, 1999, 65, p. 31–35.
5. Branney, S. W., Moore, E. E., Cantrill, S. V. et al. Ultrasound based key clinical pathway reduces the use of hospital resources for the evaluation of blunt abdominal trauma. *J. Trauma*, 1997, 42, p. 1086–1090.
6. Rozycki, G. S., Ochsner, M. G., Feliciano, D. V. et al. Early detection of hemoperitoneum by ultrasound examination of the right upper quadrant: A multicenter study. *J. Trauma*, 1998, 45, p. 878–883.
7. Scalea, T. M., Rodriguez, A., Chiu, W. C. et al. Focused assessment with sonography for trauma (FAST): Results from an international consensus conference. *J. Trauma*, 1999, 46, p. 466–472.
8. Stengel, D., Bauwens, K., Rademacher, G. et al. Association between compliance with methodological standards of diagnostic research and reported test accuracy: Meta-analysis of focused assessment of US for trauma. *Radiology*, 2005, 236, p. 102–111.
9. Branney, S. W., Wolfe, R. E., Moore, E. E. et al. Quantitative sensitivity of ultrasound in detecting free intraperitoneal fluid. *J. Trauma*, 1995, 39, 2, p. 375–380.
10. Henneman, P. L., Marx, J. A., Moore, E. E. et al. Accuracy in predicting necessary laparotomy following blunt and penetrating trauma. *J. Trauma*, 1990, 30, p. 1345–1355.
11. Balik, M., Plasil, P., Waldauf, P., Pazout, J., Fric, M., Otahal, M., Pachi Ultrasound estimation of volume of pleural fluid in mechanically ventilated patients. *J. Intensive Care Med.*, 2006, 32, 2, p. 318–321. Epub 2006 Jan 24.
12. Lichtenstein, D., Meziere, G., Biderman, P. et al. The “lung point”: An ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med.*, 2000, 26, p. 1434–1440.
13. Kirkpatrick, A. W., Sirois, M., Laupland, K. B., Liu, D., Rowan, K., Ball, C. G. et al. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: The extended focused assessment with sonography for trauma (EFAST). *J. Trauma*, 2004, 57, p. 288–295.

Adresa pro korespondenci:

MUDr. Petr Waldauf

Klinika anesteziologie a resuscitace
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady
Šrobárova 50
100 34 Praha 10
e-mail: petrwaldauf@seznam.cz