

ECHODIDAKTIKA

Ultrazvuk a jeho současná role v rozhodovacích procesech a při intervencích v oblasti dýchacích cest

Doležal D., Novotný T.

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

Anest. intenziv. Med., 26, 2015, č. 3, s. 161–167

SOUHRN

Ultrazvuk získává v posledních letech ve spojení s diagnostikou a intervencemi v oblasti managementu dýchacích cest stále větší uplatnění. Rozšiřující se a prohlubující se dovednosti lékařů využívajících ultrazvuk v perioperační a intenzivní péči a pochopení zvláštností sonoanatomie dýchacích cest a spolu s pokrokem v oblasti technologií umožňují bedside použití ultrazvuku v reálném čase i v akutních situacích. Díky tomu je možné dnes použít ultrazvuk k lokalizaci správného místa pro provedení urgentní koniotomie, či dokonce navigovat endotracheální intubaci při neúspěšné laryngoskopii. Odhad velikosti ET rourky měřením průměru trachey, stanovení náplně žaludku před intubací či anestezíí, predikce obtížné laryngoskopie u obézních pacientů, potvrzení endotracheální intubace, asistence při perkutánní tracheostomii či nervová blokáda pro facilitaci „awake“ intubace pak v žádném případě není úplným výčtem možných použití ultrazvuku ve spojení s respiračním traktem. K definitivnímu konsenzuálnímu stanovení role ultrazvuku v této oblasti je však ještě třeba více kvalitních evidence-based informací.

KLÍČOVÁ SLOVA

ultrazvuk – dýchací cesty – management – perioperační péče – intenzivní péče

ABSTRACT

Doležal D., Novotný T.: The role of ultrasound in clinical decision-making and interventions in airway management

The role of ultrasound in clinical decision-making and interventions in airway management has expanded during the last decade. The ultrasound modality might be used in the emergency setting thanks to better knowledge of sonoanatomy of the upper and lower airways along with the growing skills in the usage of ultrasound as well as the technological advance. As examples, ultrasound might be used to localise the cricothyroid membrane during urgent coniotomy and even during real-time navigation of intubation when laryngoscopy has failed. It can be used for the assessment of the size of the endotracheal tube, the fasting status before intubation or induction of anaesthesia, it might be applied to predict difficult laryngoscopy in obese patients and to confirm endotracheal intubation. There are many other applications like, for example, ultrasound assistance during percutaneous tracheostomy or the performance of the superior laryngeal nerve block to facilitate awake intubation. Further investigations and more evidence-based data are, however, needed to establish a consensual role of ultrasound in this area.

KEYWORDS

ultrasound – airways – management – perioperative care – intensive care

ÚVOD

Schopnost zajištění dýchacích cest, posouzení různých patologických stavů v oblasti horních i dolních dýchacích cest a včasná detekce či řešení různých komplikací patří k důležitým činnostem a dovednostem nejen anesteziologů a intenzivistů. Vzhledem k tomu, že je tato oblast současně významným zdrojem mortality a morbidit pacientů v perioperační a intenzivní péči, je pochopitelná snaha o neustálý rozvoj technik a technologií umožňujících zvýšit bezpečnost a úspěšnost diagnosticko-terapeutických postupů.

Ultrazvuk má díky své schopnosti zobrazení v reálném čase, opakovatelnosti, možnosti „bed-side“ použití, praktické absenci nežádoucích účinků a své neinvazivitě všechny předpoklady pro to, aby byl užitečným rozšířením našeho portfolia právě v situacích uvedených v úvodu.

Zdánlivě nepříznivým momentem je ovšem skutečnost, že vzduch (podobně jako kost) je vnímán jako médium spíše komplikující využití ultrazvuku. Významný rozdíl v akustické impedanci struktur naplněných vzduchem a ostatními tkáněmi a to, že vzduch má jako médium pro šíření ultrazvuku velmi vysoký koeficient útlumu, je důvodem, proč v oblasti dýchacích cest byly dlouho zobrazovány ultrazvukem pouze pretracheální struktury a výpotky v pohrudničních dutinách.

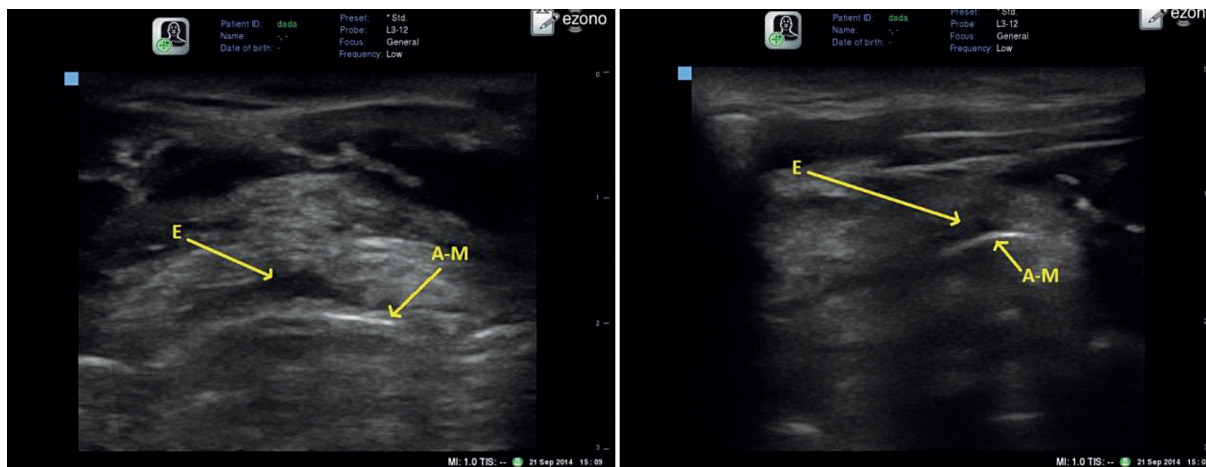
Další využití bylo s odkazem na špatné rozlišení a četnost artefaktů pomíjeno. A právě porozumění vlivu různých fyziologických a patofyziologických stavů na četnost a druh těchto

artefaktů vedlo k rozvoji ultrazvukových metod v diagnostice onemocnění plicního parenchymu. Se zvyšujícím se stupněm porozumění a narůstajícími dovednostmi se otevíraly další možnosti ve využití ultrazvuku ve spojení s respiračním traktem i mimo plíce samotné.

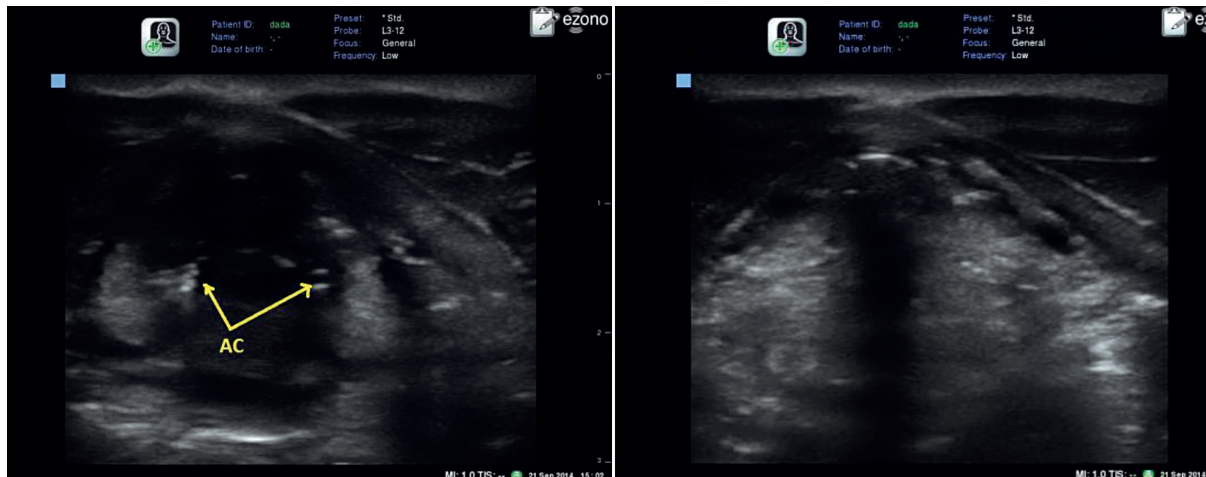
VOLBA VHODNÉ SONDY A NASTAVENÍ ULTRAZVUKOVÉHO PŘÍSTROJE.

Pro zobrazení povrchových struktur horních cest dýchacích bývá velmi dobře využitelná lineární sonda i s vyššími pracovními frekvencemi (5–14 MHz), stejně jako při zobrazení povrchových struktur na hrudníku (žebra, pleura). V některých situacích při sagitálním a parasagitálním zobrazení jazyka a submandibulárních či supraglotických struktur může být konvexní sonda výhodnější pro možnost zobrazení širšího pole. Tato sonda s nižší pracovní frekvencí (3–6 MHz) je využívána i během ultrazvukového vyšetření plic. Pro toto vyšetření je velmi dobře využitelná i mikrokonvexní sonda (5–8 MHz), která přináší výhodu relativně kvalitního zobrazení jak povrchových, tak hlubších struktur a ergonomicky příznivější tvar, speciálně v situacích, kdy je třeba vyšetřit dorzální části hrudníku u pacienta v supinální poloze.

Ve většině situací lze využít defaultní nastavení přístroje a pouze optimalizovat obraz podle hloubky zobrazovaných struktur. V momentě, kdy využíváme přítomnost artefaktů, je vhodné vypnout případná softwarová vylepšení obrazu, jako je např. harmonické zobrazení.



Obr. 1 Transverzální zobrazení epiglottis (E) skrze thyrohyoideální membránu vlevo, zobrazení při longitudinálním parasagitálním zobrazení Air-mucosa artefakt (A-M)



Obr. 2 „Pravé“ hlasivky (patrné i arytenoidní chrupavky – AC) vlevo
Na obrázku vpravo „nepravé“ hlasivky (více echogenní, kraniálněji zachytitelné).

POLOHA PACIENTA A ZPŮSOB UZ ZOBRAZENÍ VE VZTAHU K DÝCHACÍM CESTÁM

Kromě vyšetření dorzálních partií plic je možné komfortním způsobem provést UZ zhodnocení vyšetřované oblasti s pacientem v supinní poloze, přičemž u horních cest dýchacích je pacient polohován do tzv. „čichací polohy“.

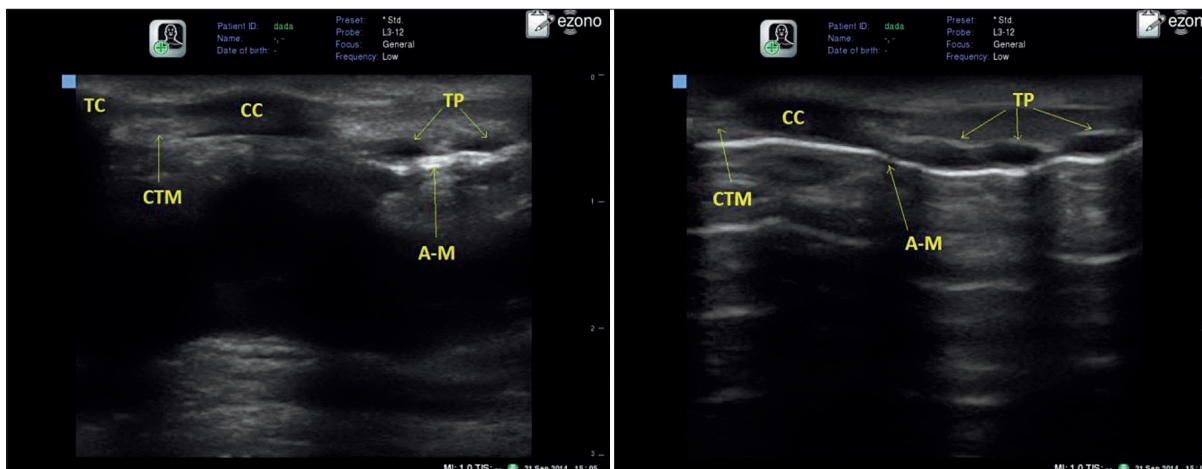
Sonda je pak při vyšetření struktur na krku orientována sagitálně (longitudinální zobrazení ve střední čáře), parasagitálně nebo transverzálně.

Při vyšetření plic je pak sonda umístěna kolmo na vyšetřované mezižebří ve zvolených segmentech

s drobnými inklinacemi. Vyšetření plic nebude v tomto textu dále podrobně probíráno a pozornost bude věnována hlavně strukturám dýchacích cest v oblasti krku.

SONOANATOMIE HORNÍCH CEST DÝCHACÍCH

Jak již bylo řečeno, vzduch a kostěné struktury jsou zdrojem artefaktů. Vzduch, který se nachází intraluminárně, produkuje artefakty typu reverberace či „comet tail“ artefakty, kost se zobrazuje pouze jako hyperechogenní linie na povrchu kosti s akustickým stínem. Důležité jsou chrupavčité



Obr. 3 Longitudinální zobrazení v úrovni krikothyroidní membrány (CTM), thyroideální chrupavka (TC), krikoidní chrupavka (CC), tracheální prstence (TP), Air-mucosa artefakt (A-M)

POSTGRADUÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

struktury, které se jeví jako homogenně hypoechogenní. Typické pro vyšetření horních cest dýchacích je i zobrazení hyperechogenní linie přechodu sliznice dýchacích cest a vzduchu (A-M artefakt, air-mucosa).

Tento A-M artefakt je patrný i při zobrazení **epiglottis**, kterou je možno zachytit skrze thyrohyoideální membránu, nejlépe při transversálním zobrazení, možné je i zobrazení parasagitální [1] – obrázek 1.

Pro praxi je významné i zobrazení **hlasivek**, které zachytíme nejsnáze skrze akustické okno thyroideální chrupavky, kdy se hlasivky jeví jako mediálně hyperechogenní struktury ve tvaru písmene „A“. Je třeba je odlišit od tzv. „falešných hlasivek“. Ty je možno zachytit při naklonění sondy více kraniálně. Od pravých hlasových vazů se liší více homogenně hyperechogenním zobrazením a minimální pohyblivostí během fonace [1] – obrázek 2.

Zobrazení **prstenčité chrupavky a krikothyroidní membrány** je další velmi zajímavou možností využití UZ. Prstenčitá chrupavka je nejlépe zachycena při parasagitálním zobrazení jako homogenně hypoechogenní oválná struktura, která navazuje na distálně uložené menší hypoechogenní obrazy tracheálních prstenců. Kraniálně pak prstenčitou chrupavku od homogenně hypoechogenního stínu chrupavky štítné odděluje hyperechogenní stín cricothyroidní membrány. Na spodní části chrupavčitých struktur je jasně patrný A-M artefakt (obr. 3). Tracheální prstence samozřejmě zachytíme i při transversálním zobrazení (1).

Svůj význam má i **zobrazení štítné žlázy**, kdy při transversálním zobrazení zachytíme oba laloky i istmus žlázy. Zobrazení je u normální žlázy homogenní, mírně hyperechogenní ve srovnání s okolními svaly.

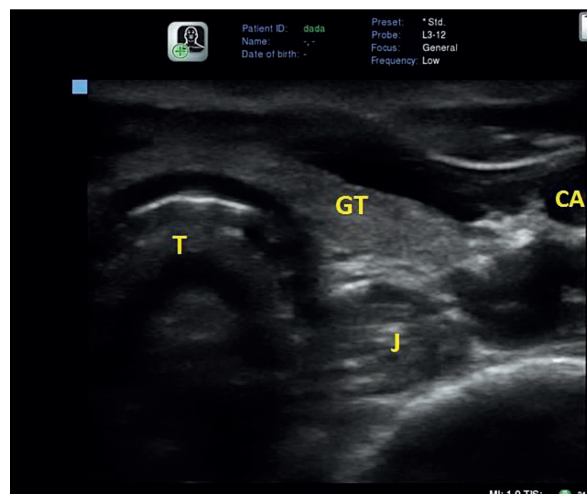
Při transversálním zobrazení v úrovni těsně nad jugulární jamkou posterolaterálně od trachey zachytíme **jícen** (obr. 4) jako hyperechogenní strukturu, jejíž identifikaci usnadní případně polknutí pacienta, kdy je patrný peristaltický pohyb [1].

PRAKTICKÉ VYUŽITÍ ULTRAZVUKU V MANAGEMENTU DÝCHACÍCH CEST

Ultrazvuk zaznamenal při posouzení dýchacích cest a s nimi spojených intervencích po počáteční zdrženlivosti velký rozmach. Nadšení pro využití ultrazvuku vzhledem k jeho výhodám je i nadále motorem pro rozšiřování spektra situací, kdy je možné ho s úspěchem použít.

Predikce velikosti endotracheální rourky a tracheostomické kanyly

Určení správné velikosti endotracheální rourky je důležitým momentem především v populaci



Obr. 4 Ultrazvukové zobrazení jícnu

Transverzální sken v úrovni nad jugulární jamkou. Trachea s A-M artefaktem (T), Jícen (J), štítná žláza (GT), a. carotis interna (CA).

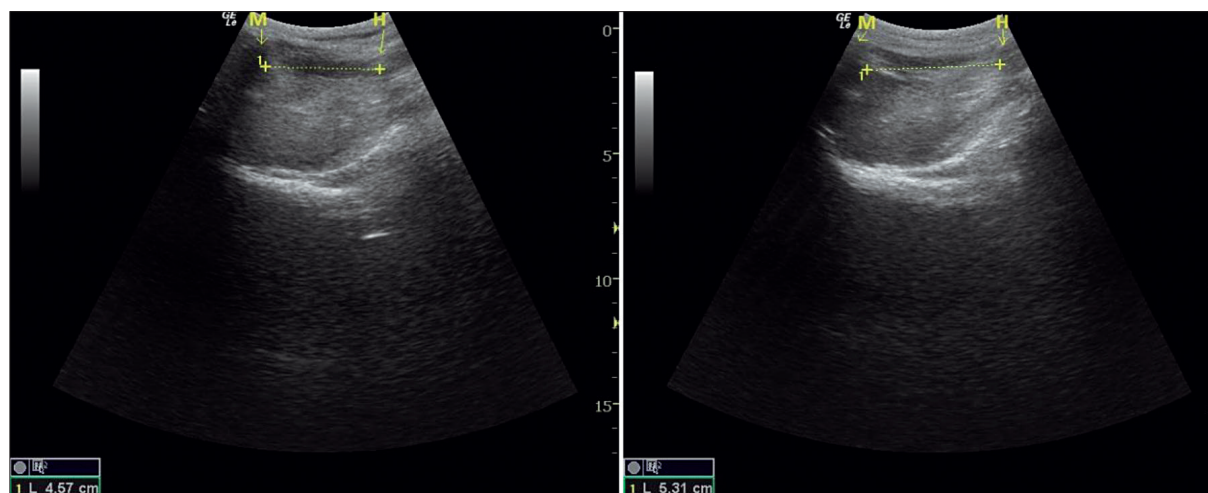
dětských pacientů, kde nejvyšším průměrem disponuje subglotický prostor. Jeho změření je snadné vzhledem k tomu, že kalcifikace v chrupavkách se v oblasti trachey objevují až ve třetí dekádě života. Publikované práce prokázaly dobrou korelaci i s vyšetřením NMR [2].

Predikce obtížné laryngoskopie u obézních pacientů

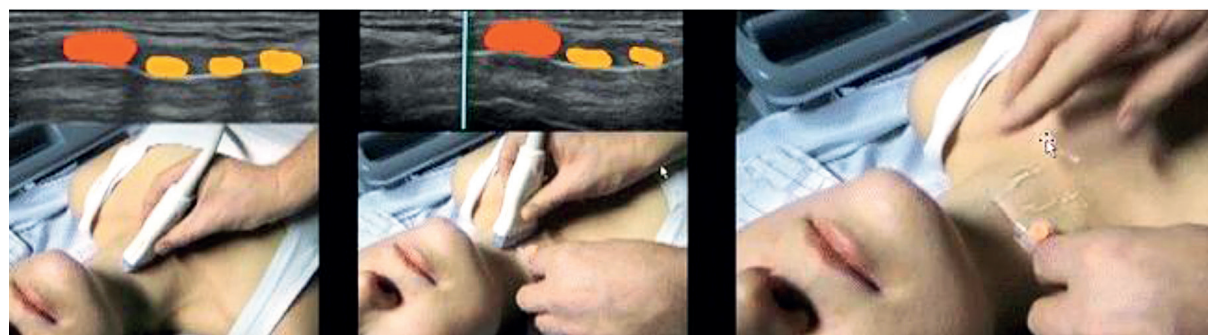
V této oblasti je dosud publikováno několik prací, jejichž výsledky jsou příslibem kvalifikovanější rozvahy při stanovení našeho plánu zajištění dýchacích cest.

Při predikci obtížné laryngoskopie je využíváno měření pretracheální masy ve výši hlasových vazů při transversálním zobrazení. Měření se provádí v sagitální rovině a 15 mm laterálně na obě strany, a to od kůže k přední hraně trachey. Průměr těchto tří hodnot nad 28 mm v kombinaci se změřeným obvodem krku nad 50 cm (měřeno také ve výši hlasivek) je prediktorem obtížné laryngoskopie přes snahu o optimalizaci manipulací hrtanem [3]. Výsledky této práce však nebyly následně zcela potvrzeny prací, ve které bylo cílem posoudit laryngoskopii bez manipulace [4].

Jako slibný se jeví postup využívající měření hyomentální vzdálenosti během sagitálního zobrazení, a to u pacienta s hlavou v neutrální poloze a v maximální extenzi (obr. 5). Získané hodnoty jsou podkladem pro získání „hyomentálního poměru“, tj. indexu obou výše uvedených rozměrů (viz obr. 5). Obézní pacienti s hodnotou poměru nad 1,1 měli všichni Cormac-Lehane skóre 1 a 2. Oproti tomu poměr pod 1,1 byl prediktorem obtížné laryngoskopie (Cormack-Lehane 3 a 4) [5].



Obr. 5 Měření hyomentální vzdálenosti, vlevo hlava v neutrální poloze, vpravo v extenzi
Mentum (M), os hyoideum (H). Index je zde přibližně $5,3/4,6 = 1,15$



Obr. 6 Lokalizace krikothyroidní membrány s využitím akustického stínu na kůži přiložené flexily
[Kristensen MS, Insights Imaging 2014, s. 262]

Pokud se například posouzení pretracheální masy kombinuje s vyšetřením jazyka a spodiny dutiny ústní, zvyšuje se podle dalších prací úspěšnost predikce obtížné laryngoskopie [6]. Je jasné, že již nyní mohou popsané techniky pozitivně pomoci při stanovení plánu pro zajištění dýchacích cest oběžných pacientů. Ke stanovení konsenzuálně přijímaného postupu je však třeba dalších dat.

Urgentní koniotomie, transtracheální kanylace, perkutánní tracheostomie

Při zajištění dýchacích cest je urgentní koniotomie velmi náročnou situací, ve které je správná lokalizace krikothyroidní membrány krucíálním momentem. Identifikace konvenčním způsobem – pomocí palpce a povrchových orientačních bodů – anesteziology za neurgentní situace je však možná až překvapivě má-

lo úspěšná – 30 % [7]. Ultrazvuk naproti tomu umožňuje identifikovat krikothyroidní membránu snadno a rychle. Je tak využitelný nejen při urgentní koniotomii, ale i při transtracheální kanylaci v rámci intratracheální aplikace lokálního anestetika při awake intubaci nebo retrográdní intubaci pomocí zavedeného vodiče [8]. Krikothyroidní membránu lze lokalizovat velmi snadno při longitudinálním uložení sondy na krku, skenováním laterálně na obě strany lokalizujeme okraje trachey a membrány, výšku pak snadno určíme za pomoci flexily přiložené napříč pod sondou na kůži krku s využitím jejího akustického stínu (obr. 6).

Ozřejmění situace u složitých anatomických poměrů je jistě výhodou i před perkutánní dilatční tracheostomií. Můžeme nejen identifikovat správnou polohu trachey, správně zvolit prostor mezi tracheálními prstenci, ale i identifikovat

polohu istmu štítné žlázy, případně cévy či cévní malformace. Sonografie nám umožňuje zvolit supra nebo infraisthmický přístup a zvolit i správný typ kanyly podle hloubky kanálu TS.

Ověření úspěšné endotracheální intubace

K ověření správného uložení endotracheální rourky se standardně využívají poslechové jevy a kapnografická křivka. Ultrazvuk může pomoci přímou vizualizací endotracheálního zavedení rourky v reálném čase, kdy technika longitudinálního zobrazení krikothyroideální membrány a zachycení průchodu rourky do trachey je velmi snadná [9]. V úrovni nad jugulární jamkou lze případnou ezofageální intubaci identifikovat při transverzálním zobrazení – rourka v jícnu je patrná jako hyperechogenní linie s akustickým stínem. Nepřímo pak lze intubaci ověřit vizualizací pohybu bránice či přítomnosti „slidingu“ pleury na obou stranách hrudníku. Oproti klasické kontrole může být tento způsob výhodnější v situacích, kdy hluk či patologie způsobí špatnou jedno- i oboustrannou slyšitelnost poslechových fenoménů, dále v situacích s extrémně nízkým srdečním výdejem, kdy může být problematické ověření pomocí kapnografické křivky.

Stanovení náplně žaludku

Ověření náplně žaludku před intubací může být výhodné u pacientů v intenzivní péči, nespolehlivých pacientů na urgentním příjmu nebo před úvodem do anestezie u nespolehlivých pacientů, či dětí s nespolehlivými rodiči. Ultrazvuk je relativně citlivou metodou při identifikaci plného žaludku, zobrazení prázdného antra bývá obtížnější [10]. Kvantifikace rezidua je zvláště při uložení pacienta na pravý bok spolehlivá až do objemu 300 ml [11]. Antrum žaludku je patrné při sagitálním zobrazení pod levým jaterním lalokem (viz obr. 6). Odlišení tekutého a pevného obsahu je možné [12].

Další možnosti využití ultrazvuku ve vztahu k dýchacím cestám

Jak již bylo řečeno, vyšetření plic, detekce pneumotoraxu a detekce a kvantifikace pleurálních výpotků je samostatnou rozsáhlou oblastí, která překračuje rámec tohoto sdělení.

Další možnosti využití ultrazvuku v oblasti dýchacích cest pak zahrnují diagnostiku maxilární sinusitidy před plánovanou nazotracheální intubací [13], posouzení rizika přítomnosti a odhad závažnosti spánkové apnoe [14, 15], blokádu n. laryngeus superior při „awake“ intubaci [16] a v neposlední řadě potenciální možnost ultrazvukem navigované „real-time“ intubace při neúspěšné laryngoskopii [17].

ZÁVĚR

Stejně jako v jiných oblastech je ultrazvuk při managementu dýchacích cest subjektivní metodou, jejíž výtežnost je závislá na schopnostech toho, kdo ji provádí. Je nepochybné, že nemůže nahradit takové techniky, jako je např. „awake“ intubace pod fibroskopickou kontrolou. Nicméně je stejně tak naprosto zřejmé, že ultrazvuk může být dalším účinným nástrojem, jak zvýšit bezpečnost pacientů, snížit četnost komplikací při intervencích v oblasti dýchacích cest a diagnostice mnoha patologií a v neposlední řadě, jak zlepšit náš osobní komfort a jistotu při poskytování léčebné péče.

LITERATURA

1. Singh, M., Chin, K. J., Chan, V. W. et al. Use of sonography for airway assessment: An observational study. *J. Ultrasound Med.*, 2010, 29, p. 79–85.
2. Lakhal, K., Delplace, X., Cottier, J. P., Tranquart, F., Sauvagnac, X., Mercier, C. et al. The feasibility of ultrasound to assess subglottic diameter. *Anaesth. Analg.*, 2007, 104, 611–614.
3. Ezri, T., Gewürtz, G., Sessler, D. I. et al. Prediction of difficult laryngoscopy in obese patients by ultrasound quantification of anterior neck soft tissue. *Anaesthesia*, 2003, 58, p. 1111–1114.
4. Komatsu, R., Sengupta, P., Wadhwa, A. et al. Ultrasound quantification of anterior soft tissue thickness fails to predict difficult laryngoscopy in obese patients. *Anaesth. Intensive Care*, 2007, 35, p. 32–37.
5. Wojtczak, J. A. Submandibular sonography: assessment of hyomental distances and ratio, tongue size, and floor of the mouth musculature using portable sonography. *J. Ultrasound Med.*, 2012, 31, p. 523–528.
6. Adhikari, S., Zeger, W., Schmier, C. et al. Pilot study to determine the utility of point-of-care ultrasound in the assessment of difficult laryngoscopy. *Acad. Emerg. Med.*, 2011, 18, p. 754–758.
7. Elliott, D. S., Baker, P. A., Scott, M. R. et al. Accuracy of surface landmark identification for cannula cricothyroidotomy. *Anaesthesia*, 2010, 65, p. 889–894.
8. Nicholls, S. E., Sweeney, T. W., Ferre, R. M., Strout, T. D. Bedside sonography by emergency physicians for the rapid identification of landmarks relevant to cricothyrotomy. *Am. J. Emerg. Med.*, 2008, 26, p. 852–856.
9. Ma, G., Davis, D. P., Schmitt, J. et al. The sensitivity and specificity of transcricothyroid ultrasonography to confirm endotracheal tube placement in a cadaver model. *J. Emerg. Med.*, 2007, 32, p. 405–407.
10. Jacoby, J., Smith, G., Eberhardt, M., Heller, M. Bedside ultrasound to determine prandial status. *Am. J. Emerg. Med.*, 2003, 21, p. 216–219.
11. Perlas, A., Chan, V. W., Lupu, C. M. et al. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Anesthesiology*, 2009, 111, p. 82–89.
12. Cubillos, J., Tse, C., Chan, V. W., Perlas, A. Bedside ultra-

sound assessment of gastric content: an observational study. *Can. J. Anaesth.*, 2012, 59, p. 416–423.

13. Lichtenstein, D., Biderman, P., Meziere, G., Gepner, A. Sinusogram, a real time ultrasound sign of maxillary sinusitis. *Intensive Care Med.*, 1998, 24, p. 1057–1061.

14. Liu, K. H., Chu, W. C., To, K. W. et al. Sonographic measurement of lateral parapharyngeal wall thickness in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep*, 2007, 30, p. 1503–1508.

15. Lahav, Y., Rosenzweig, E., Heyman, Z. et al. Tongue base ultrasound: a diagnostic tool for predicting obstructive sleep apnea. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 2009, 118, p. 179–184.

16. Barberet, G., Henry, Y., Tatu, L. et al. Ultrasound description of a superior laryngeal nerve space as an anatomical basis for echoguided regional anaesthesia. *Br. J. Anaesth.*, 2012, 109, p. 126–128.

17. Marciniak, B., Fayoux, P., Hébrard, A. et al. Airway management in children: ultrasonography assessment of tracheal intubation in real time? *Anesth. Analg.*, 2009, 108, p. 461–465.

Práce byla přednesena na kongresu ČSARIM v Olomouci 3. 10. 2014.

Adresa pro korespondenci:

MUDr. David Doležal

Hoděšovice 86

534 01 Býšť

e-mail: david.dolezal@fnhk.cz

Česká společnost anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny

Platinový partner:

B | BRAUN
SHARING EXPERTISE

**FRESENIUS
KABI**

abbvie

Zlatý partner:

MSD

COVIDIEN
positive results for life

Stříbrný partner:

Teleflex®

WWW.CSARIM.CZ