

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

Urgentní infraglotické zajištění dýchacích cest – koniopunkce, koniostomie, BACT

Otáhal M.¹, Michálek P.^{1,2}

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

²Department of Anaesthesia, Antrim Area Hospital, Antrim, Spojené království

Anest intenziv Med. 2018;29:158-165

SOUHRN

Infraglotické punkční a chirurgické přístupy do trachey jsou poslední možností zajištění dýchacích cest, oxygenace a ventilace u pacientů, u nichž selžou konvenční techniky. Hlavní indikací především v anestezii jsou stavy „cannot intubate, cannot oxygenate“. Infraglotické přístupy mohou být primární technikou zajištění dýchacích cest u traumatu obličeje, nádorů, otoku nebo ve válečné medicíně. Výuka a pravidelný trénink na kadaverech nebo modelech jsou klíčovými prvky ve zvládnutí těchto život zachraňujících technik především z toho důvodu, že jejich četnost v reálné medicíně je extrémně nízká. Přehledný článek diskutuje jednotlivé techniky – koniopunkci, koniostomii a bužíř-assis-tovanou koniostomii, jejich provedení, výuku, výhody a nevýhody.

KLÍČOVÁ SLOVA

infraglotické techniky – koniopunkce – koniostomie – bužíř – výuka

ABSTRACT

Otáhal M., Michálek P.: Urgent infraglottic airway – cricothyroid puncture, cricothyrotomy and bougie-assisted cricothyrotomy (BACT)

Infraglottic needle/cannula insertion and surgical approaches to the trachea are the last resort choices of providing a patent airway, oxygenation and ventilation in patients where conventional techniques have failed. The main indication, especially in anaesthesia, is “can not intubate, can not oxygenate” situation. Infraglottic approaches may be the primary technique of providing patent airways in facial trauma, tumours, swelling, or in military medicine. Teaching and regular training on cadavers or models are key elements in managing these life-saving techniques, especially because their real frequency is extremely low. This review article discusses individual techniques – cricoid puncture, cricothyrotomy and bougie-assisted cricothyrotomy, their implementation, teaching, advantages and disadvantages.

KEYWORDS

infraglottic airway techniques – cricoid puncture – cricothyrotomy – bougie – teaching

ÚVOD

Urgentní infraglotické zajištění dýchacích cest je poslední možností zajistit oxygenaci a ventilaci u pacienta v situaci CICO (cannot intubate – cannot oxygenate), kdy selžou ostatní předchozí pokusy o zajištění dýchacích cest (OTI / LMA / ventilace obličejevou maskou). Jejich místo je nejen u těchto stavů v anestezii, ale také v urgentní medicíně, přednemocniční i intenzivní péči. V algoritmech urgentního zajištění dýchacích cest ve válečné me-

dicíně je dokonce koniotomie doporučována jako druhý krok hned po ventilaci obličejevou maskou a zavedení vzduchovodu [1].

Četnost provedení těchto urgentních výkonů je v reálné medicíně extrémně nízká, odhaduje se od 0,002% při anestezii na operačním sále [2] až po 10,9% v traumatologické přednemocniční péči [3].

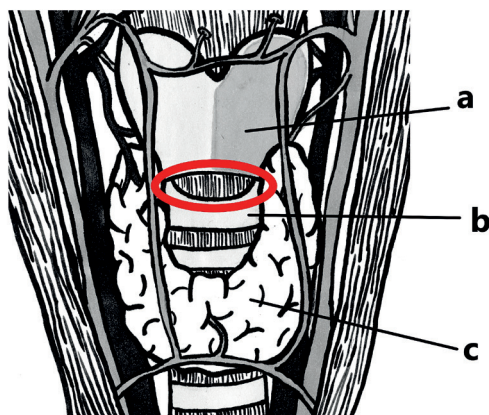
Na operačním sále je při neúspěšné intubaci doporučeno použití supraglotické pomůcky, ale existují situace, například nádory v dutině ústní,

kdy i zde je při neúspěšné intubaci indikováno použití infraglotického přístupu jako „plánu B“ [4].

Z důvodu toho, že běžný anesteziolog nebo intenzivista tuto metodu provádí v klinické praxi minimálně, ale pokud je indikována, jedná se o život ohrožující stav v časovém stresu, je důležitý trénink na kadaverech, simulátorech nebo zvířecím modelu [5].

ANATOMIE – MÍSTO PROVEDENÍ

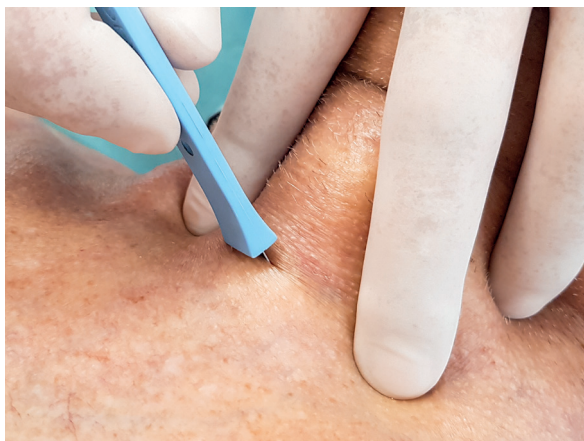
Místem provedení urgentních přístupů do trachey je ligamentum cricothyroideum, které je v přední části zesílené o conus elasticus, někdy můžeme najít v literatuře i název ligamentum conicum, podle staré anatomické nomenklatury. Ligamentum cricothyroideum spojuje cartilago thyroidea a cartilago cricoidea (obr. 1). Místo najdeme nejlépe tak, že hranou prstu sjedeme přes thyroideální chrupavku a zapadneme do mělké prohlubně, před další „tuhou“ strukturou, kterou je cartilago cricoidea. Mnemotechnickou pomůckou pro vyhledání je „to první měkké místo pod tím tvrdým“. U obézních pacientů je ve většině případů jediná kožní rýha na krku přesně nad místem ligamentum cricothyroideum. Pro úspěšné provedení je s výhodou fixovat hrtan uchopením do „V“ z prstů, kdy kůži mezi prsty fixujeme k podkoží a průdušnici a zároveň provádíme dlaní opřenou o bradu záklon hlavy (obr. 2). Vlastní provedení by mělo být ve střední linii trachey mezi prsty ve „V“, kde provedeme řez, případně punkci (obr. 3). Řez provádíme s výhodou horizontálně, shodně se štěpitelností kůže, následná eventuální jizva je esteticky přijatelnější. Kontraindikace pro provedení v kritické situaci jsou jen relativní,



Obr. 1 Topografická anatomie pro koniotomii (místo zavedení červeně)
a – cartilago thyroidea, b – cartilago cricoidea, c – glandula thyroidea



Obr. 2 Obrácené „V“ z prstů fixuje kůži a podkoží k trachei, zároveň určuje místo řezu „na spojnici mezi prsty“, dlaní ruky zároveň provádíme záklon hlavy



Obr. 3 Řez skrz ligamentum cricothyroideum na spojnici mezi prsty tvořící „V“

například patologické poměry v místě provedení, jako jsou nádorové masy. Při nejasných anatomických podmínkách je eventuálně možná lokalizace ligamenta i pomocí ultrazvuku [6]. V případě nemožnosti provedení koniostomie v místě lig. cricothyroideum je možností provést výkon kdekoli níže na trachee, pod cartilago cricoidea, tedy provést tracheostomii, jako rescue výkon. Prioritní je vždy zajištění oxygenace/ventilace, ne přesně místo zavedení do trachey.

KONIOPUNKCE

Možnosti zajištění přístupu u ještě spontánně ventilujícího pacienta je provedení koniopunkce – zavedení několika (3–4) silnějších jehel / periferních kanyl v místě lig. cricothyroideum [7]. Spontánně ventilující pacient je schopen účinně ventilovat přes plochu přibližně 4–6 mm², což je

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

zhruba plocha tří periferních kanyl velikost 14G (oranžová kanyla, vnitřní průměr 1,7 mm).

Nutností je spontánní dechová aktivita pacienta. Takže je tento způsob zajištění ventilace proveditelný jen u pacienta se zachovalou dechovou aktivitou, s obstrukcí horních dýchacích cest, například s rozvíjejícím se Quinckeho edémem, alergickou reakcí s otokem jazyka. Pokud pacient již nemá spontánní dechovou aktivitu, není možnost ho přes takto malou kanylu ventilovat. Nízkotlaké systémy spojek, jako na obrázku 4, nezajistí adekvátní oxygenaci ani ventilaci. Jedinou možností adekvátní oxygenace a eventuálně i ventilace prováděné přes tenkou kanylu skrz lig. cricothyroidem jsou vysokotlaké systémy (např. ManuJet), které pod vysokým tlakem instilují kyslík do trachey, nutností je zde však volnost dýchacích cest k spontánnímu výdechu, takže tento systém není možné použít při neprůchodnosti horních dýchacích cest (což je právě případ CICO).

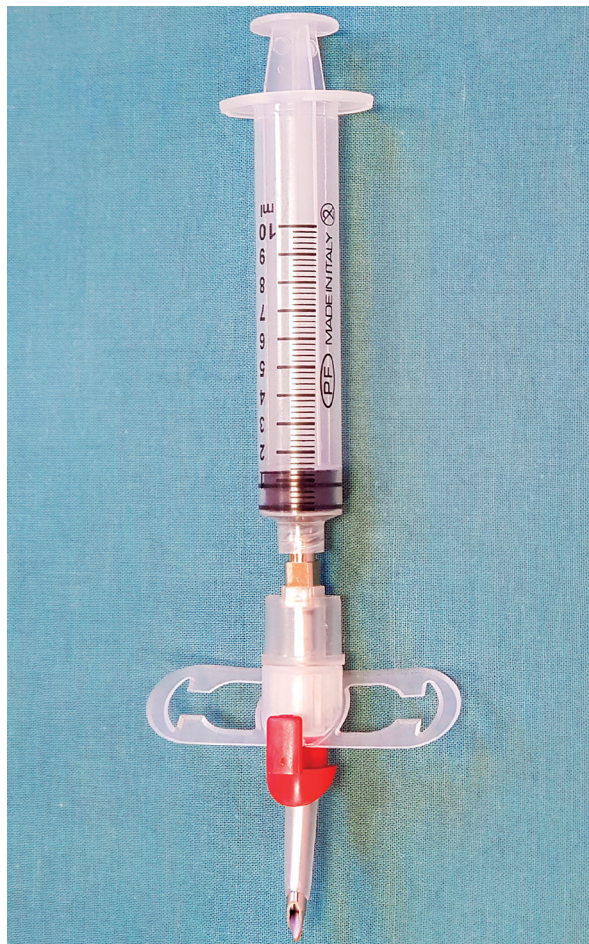


Obr. 4 Nízkotlaký systém s kanylou nevhodný k ventilaci

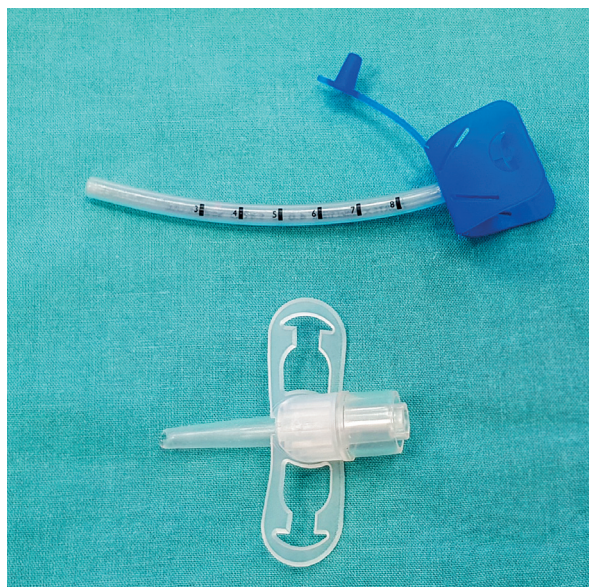
KONIOSTOMIE

Je nejlepším způsobem k urgentnímu infraglottickému zajištění dýchacích cest, v optimálním případě je provedení rychlé, během 5–15 sekund [8]. Provedení pouhé koniotomie, tj. pouze proříznutí ligamentum cricothyroideum, má tendenci se spontánně uzavírat. Pokud by pacient měl ještě spontánní dechovou aktivitu a drželi bychom koniotomii otevřenou, pacient by byl přechodně schopen spontánně ventilovat. Pokud ale pacient nemá spontánní dechovou aktivitu, musíme vždy koniotomii zajistit tak, abychom vytvořili koniostomii umožňující následnou ventilaci. Jistě je možné v nouzi použít cokoliv charakteru trubice, ale v medicínském prostředí vždy využijeme některý ze setů či níže popsaných variant, abychom mohli koniostomii využít pro následnou umělou plicní ventilaci.

V současných doporučeních [9] jsou preferovány techniky co nejjednodušší a nejdostupnější, tj. techniky „po buzi“ alias „scalpel cricothyroidotomy“, což nejlépe splňuje technika typu BACT, viz níže v textu.



Obr. 5 Quick Trach perkutánní punkční souprava



Obr. 6 Srovnání délky kanyly Quick Trach s kanylou Minitrach

KONIOSTOMICKÉ/KONIOPUNKČNÍ SETY „OVER NEEDLE“

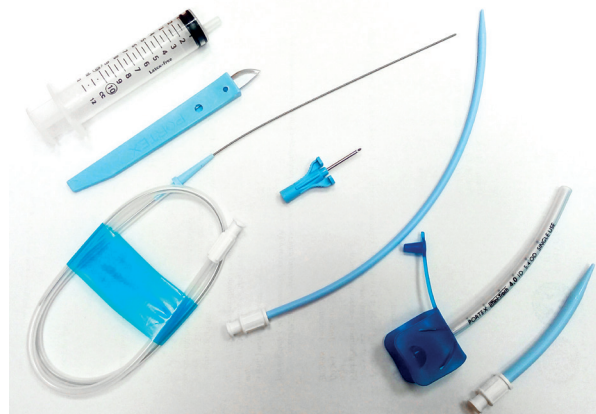
Jednou velikou skupinou setů pro koniostomii jsou systémy „over needle“, které jsou vlastně „velikou periferní kanylou“, jež se zavede přes ligamentum cricothyroideum do trachey. Představiteli jsou např. Quick Trach (obr. 5), další např. Nu-Trake, Pedia-Trake, Airfree. Novější verze těchto souprav mají i nafukovací těsnicí manžetu – například Quick Trach II, TracheoQuick Plus [10]. Nevýhodou většiny těchto setů je obtížnější zavedení vyžadující užití vyšší síly, které při nekontrolovaném prohrádním vniknutí do trachey může vést k poranění zadní stěny trachey a vytvoření komunikace s jícnem. Některé systémy jako Quick Trach mají krátkou délku kanyly, která je limitující k použití u obézních pacientů (obr. 6).

KONIOSTOMICKÉ/KONIOPUNKČNÍ SETY ZAVÁDĚNÉ SELDINGEROVOU TECHNIKOU

Představitelem těchto setů [10] je např. set Mini Trach Seldinger (obr. 7), kdy punkce trachey je v místě lig. cricothyroidem provedena jehlou a následně Seldingerovou technikou přes vodící drát po dilataci predilatátorem je zavedena kanyla na zavaděči, který je následně odstraněn. Technika tak připomíná Ciagliho techniku punkční dilatační tracheostomie. Nevýhodou tohoto přístupu je subtilnost setu a několikakrokové provedení, které ve stresové situaci není ideální a i v optimálních případech trvá nejméně 30–60 sekund.

KONIOSTOMICKÉ SETY ZAVÁDĚNÉ TECHNIKOU „PO BUŽII“, BACT, CO-BACT

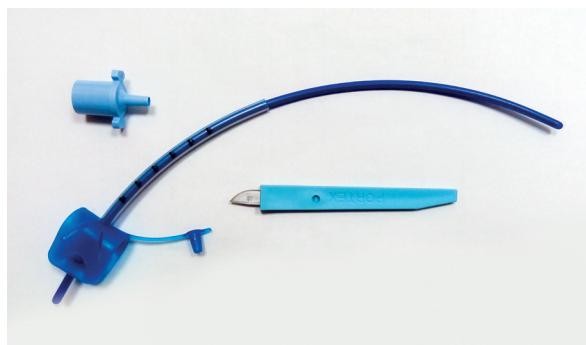
Technika „po bužii“ je v anglosaské literatuře též nazývána „Scalpel cricothyroidotomy“ [9], kdy



Obr. 7 Souprava MiniTrach – Seldinger

skalpelem provedeme koniotomii s následným zavedením kanyly „po bužii“.

Typickým představitelem této techniky je set MiniTrach II. (obr. 8). Při provádění koniostomie touto technikou je ligamentum cricothyroideum protnuto „vbodnutím“ skalpelem přiloženým v soupravě. Ten svým rozšířením rukojeti a malou délkou kopí brání poranění zadní stěny trachey. Důležitá je již výše popsána technika „V“ z prstů, kdy fixujeme kůži a podkoží k trachee (obr. 9a). Protnutí ligamenta provází typický vjem „křupnutí“, protože ligamentum je často kalcifikované. Při hlubokém uložení trachey je někdy možné s výhodou nejprve provést incizi kůži a následně si špičkou skalpelu ozřejmit – „osahat“ – tvrdou thyroideální chrupavku a vlastní proříznutí ligamenta provést v druhém kroku až pod ní.

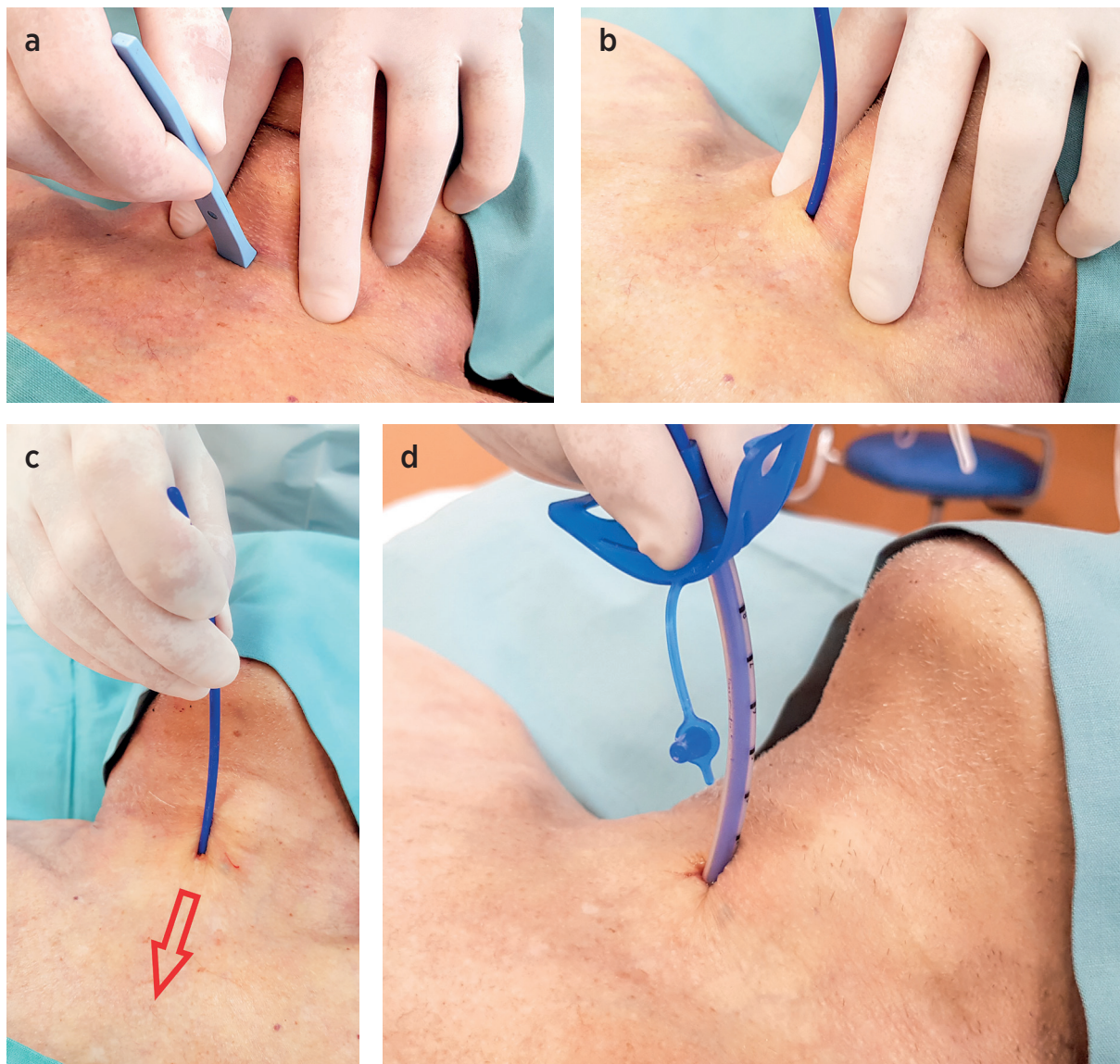


Obr. 8 Souprava MiniTrach II. s tuhou buží

Následně se otvorem/koniotomií zavede bužie do trachey, zpočátku kolmo (obr. 9b), ale velice záhy kaudálně po směru trachey (obr. 9c). Typickou chybou jsou pokusy o hluboké kolmé zavedení, protože trachea je relativně povrchně. Teprve po zavedení bužie uvolňujeme „V“ z prstů, aby se nám otvor v kůži neposunul proti otvoru v ligamentu. Typickým vjemem při zavádění tuhé bužie z tohoto setu při jejím napružení je „drnkání“ o jednotlivé tracheální chrupavky, tento vjem je zcela jedinečný a dává nám jistotu správného zavedení. Bužie se musí dát volně zavést, odpor může vyvolávat pouze tření bužie v incizi o kůži, paratracheální zavedení vyžaduje značné násilí a není zde vjem „drnkání“ o tracheální prstence. Po zavedení bužii se následně přetáhne přiložená kanyla (obr. 9d).

Jedinou nevýhodou tohoto setu je, že kanyla nemá obturační manžetu, a proto je někdy obtížné zajistit adekvátní ventilaci například při plicním edému s nutností použití vyšších tlaků v dýchacích cestách.

Další variantou infraglotického zajištění, která je technicky v podstatě identická předešlé, je technika BACT (Bougie-Assisted Cricothyrotomy)



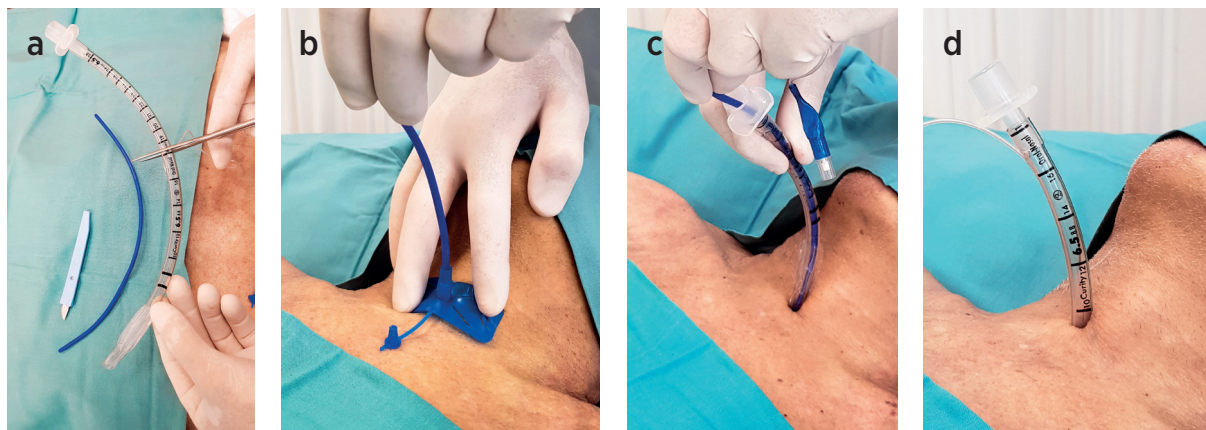
Obr. 9 Jednotlivé kroky zavedení koniotomického setu MiniTrach II.

a) proříznutí ligamenta, b) pouze krátce kolmé zavedení bužie, c) prográdní – do trachey směřující zavedení bužie, d) přetažení vlastní kanyly

[11, 12], někdy uváděná také jako „Bougie-guided cricothyrotomy“ nebo „Scalpel cricothyroidotomy“ [9]. Při této technice je skalpelem proříznuto ligamentum cricothyroideum, horizontálním řezem cca 1cm dlouhým, následně je jako vodič použita standardní intubační bužie, po které je přetažena „rotačním“ způsobem klasická tracheální rourka č. 6,5 jen tak hluboko, až zmizí obturační manžeta, ne více (obr. 10d). V této chvíli je již špička kanyly v krátké vzdálenosti nad karinou trachey. Použití „rotačního“ způsobu je výhodné, protože eliminujeme možnost zaseknutí špičky tracheální rourky o kůži nebo ligamentum v místě zavedení.

Velikost 6,5 mm (místo doporučených 6 mm [9]) volíme proto, že kanylou tohoto průměru je po použití lubrikantu možná už i fibrobronchoskopická toaleta dýchacích cest, např. při případné aspiraci během obtížné intubace. Výhodou použití klasické tracheální rourky je obturační manžeta, která následně umožňuje plnohodnotnou ventilaci pozitivním přetlakem. Nevýhodou tohoto postupu je „absence“ komerční soupravy, která je stále připravena pro „rescue“ použití.

Variantou, která nám umožňuje rychlé použití klasického setu MiniTrach II. s výhodou identifikace správného uložení, tj. „drnkání“ o tracheální prstence, a výhodou prefabrikované soupravy a ná-



Obr. 10 CO-BACT technika – jednotlivé kroky

a) zkrácení standardní endotracheální rourky, b) znovuzavedení bužie ze setu, c) přetažení tracheální rourky po bužii, d) zavedená tracheální rourka

sledné zajištění dýchacích cest kanylou s obturační manžetou, je technika, kterou jsme nazvali CO-BACT, konverze na BACT. Při této technice se v prvním kroku použije souprava s tuhou modrou buží, kdy se zajistí v urgentní situaci oxygenace pacienta. Při selhání ventilace kanylou z komerční soupravy setu (nemá obturační manžetu = nemožnost dosáhnout adekvátních tlaků v dýchacích cestách) se v druhém kroku použije zkrácená endotracheální rourka č. 6,5 tak, aby byla kratší než modrá bužie ze soupravy (obr. 10a). Ta se zavede přes kanylu zpět do trachey (obr. 10b) a následně se po ní původní kanyla ze setu vymění za zkrácenou tracheální rourku č. 6,5 s obturační manžetou (obr. 10c,d), opět s výhodou s „rotačním“ zavedením do trachey.

MOŽNOSTI VÝUKY INFRAGLOTICKÝCH PŘÍSTUPŮ DO TRACHEY

Pro úspěšné zvládnutí všech výše uvedených technik je potřebný jejich pravidelný trénink. V našem zařízení i v jiných nemocnicích v České republice byly dlouhá léta využívány pitevně a výkony byly za dozoru zkušeného specialisty v technikách zajištění dýchacích cest prováděny a vyučovány na kadaverech [13]. Situace v Evropě se začala měnit po publikaci „Human Tissue Act“ ve Velké Británii v roce 2004 [14]. Ve Spojeném království téměř zcela vymizely studie prováděné na kadaverech a významně se omezil počet kurzů na kadaverech.

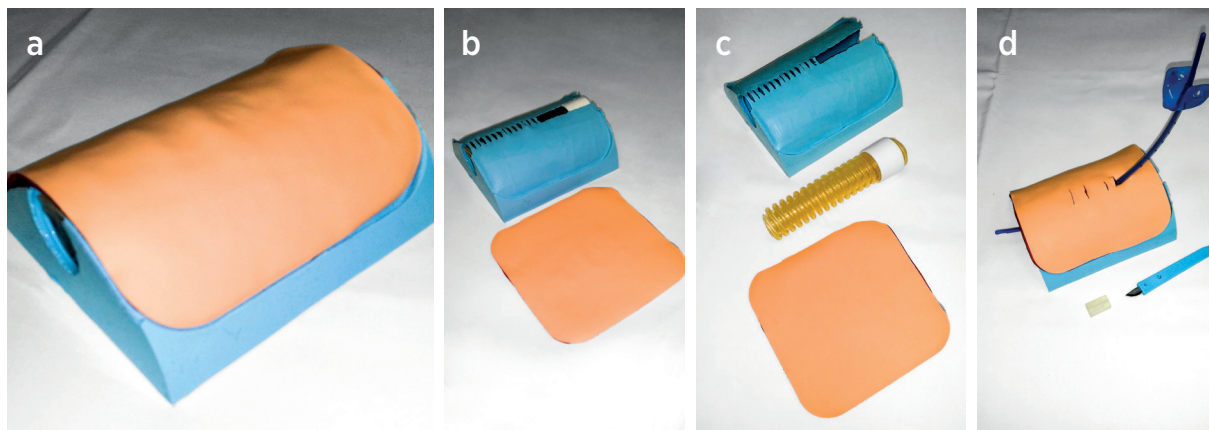
V České republice významně výuku na kadaverech ovlivnily zákony 296/2008 Sb., Zákon o lidských tkáních a buňkách a hlavně nový Občanský zákoník 89/2012 Sb., který v § 113 ods. 1 uvádí, že „Člověk má právo rozhodnout, jak bude po jeho smrti naloženo s jeho tělem“, a v odst. 2, že

„Provést pitvu nebo použít lidské tělo po smrti člověka bez souhlasu zemřelého lze jen, pokud tak stanoví jiný zákon“, tzn. že člověk musí za svého života vyslovit souhlas s eventuální pitvou. Výklad tohoto zákona vedl k významnému omezení množství prováděných pitev, což ve svém důsledku snížilo možnost výuky na kadaverech.

Ta je ale ze zákona i nadále možná. Zákon o zdravotních službách č. 372/2011 Sb. výslovně umožňuje výuku infraglotického zajištění dýchacích cest, když v § 81 odst. 4 písm. b) uvádí, že „souhlas pacienta se nevyžaduje, jde-li o nácvik život zachraňujícího zdravotního výkonu koniotomie nebo punkce tenzního pneumotoraxu, přičemž nácvik lze provádět pouze v rámci patologicko-anatomické pitvy nebo zdravotní pitvy a za podmínky, že nebude zmařen účel této pitvy, a to zejména v případech, kdy vzniklo podezření, že příčinou úmrtí je trestný čin nebo sebevražda“.

Realitou po zavedení nového občanského zákoníku je však celkové snížení prováděných patologicko-anatomických pitev, a tudíž i horší dostupnost kadaverů a zhoršení možnosti organizace výuky.

Z publikovaných studií jasně vyplývá, že výuka infraglotického zajištění dýchacích cest na kadaveru je přínosnější než na simulátoru [15, 16]. Další možnosti výuky jsou využití zvířat (prasata, ovce, vypreparovaný prasečí hrtan a trachea pokryté kuřecí nebo syntetickou kůží) [17]. Lze také použít komerčně dostupné modely – AirSim Advanced Combo (Trucorp), Emergency Care Training Manikin (Sakamoto), Cricothyrotomy Simulator (Laerdal) [18, 19]. Jednodušší a levnější variantou je použití speciálních gelových vaniček s vloženým modelem trachey a hrtanu a vyměnitelnou kůží, které používáme na našem pracovišti (obr. 11a–d).



Obr. 11a-d Model pro nácvik koniotomie/koniostomie nebo tracheostomie

LITERATURA

- Butler FK jr., Blackburne LH. Battlefield trauma care then and now: a decade of Tactical Combat Casualty Care. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;73:S395–S402.
- Cook TM, Woodall N, Frerk C. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2011;106:617–631.
- Bair AE, Panacek EA, Wisner DH, et al. Cricothyrotomy: a 5-year experience at one institution. *J Emerg Med.* 2003;24:151–156.
- Hart KL, Thompson SH. Emergency cricothyrotomy. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2010;18:29–38.
- Henlin T, Michalek P, Tyll T, et al. A randomized comparison of bougie-assisted and TracheoQuick Plus cricothyrotomies on a live porcine model. *BioMed Res Int.* 2017;2017:4215159.
- Votruba J, Zemanova P, Lambert L, et al. The role of airway and endobronchial ultrasound in perioperative medicine. *BioMed Res Int.* 2015;2015:754626.
- Craven RM, Vanner RG. Ventilation of a model lung using various cricothyrotomy devices. *Anaesthesia.* 2004;59:595–599.
- Langvad S, Hyldmo PK, Nakstad AR, et al. Emergency cricothyrotomy – a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2013;21:43.
- Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth.* 2015; 115:827–848.
- Helmstaedter V, Wetsch WA, Böttiger BW, et al. Comparison of ready-to-use devices for emergency cricothyrotomy: randomized and controlled feasibility study on a mannequin. *Anaesthetist.* 2012;61:310–319.
- MacIntyre A, Markarian MK, Carrison D, et al. Three-step emergency cricothyroidotomy. *Mil Med.* 2007;172:1228–1230.
- Hill C, Reardon R, Joing S, et al. Cricothyrotomy technique using gum elastic bougie is faster than standard technique: a study of emergency medicine residents and medical students in an animal lab. *Acad Emerg Med.* 2010;17:666–669.
- Černý V, Schreiberová J, Pavlínek O. Nácvik koniotomie na kadaverech – prospektivní studie. *Anest Intenziv Med.* 2003;14:214–217.
- Makowski AL. The Ethics of Using the Recently Deceased to Instruct Residents in Cricothyrotomy. *Ann Emerg Med.* 2015;66:403–408.
- Latif R, Chhabra N, Ziegler C, et al. Teaching the surgical airway using fresh cadavers and confirming placement non-surgically. *J Clin Anesth.* 2010;22:598–602.
- Takayasu JK, Peak D, Stearns D. Cadaver-based training is superior to simulation training for cricothyrotomy and tube thoracostomy. *Intern Emerg Med.* 2017;12:99–102.
- Hart D, McNeil MA, Hegarty C, et al. Literature evidence on live animal versus synthetic models for training and assessing trauma resuscitation procedures. *J Spec Oper Med.* 2016;16:44–51.
- Luedi MM, Wolfl CC, Wieferich K, et al. Teaching Advanced Trauma Life Support (ATLS): a nationwide retrospective analysis of 8202 lessons taught in Germany. *J Surg Educ.* 2017;74:161–166.
- www.das.uk.com/cricothyroidotomy_trainer_review

Práce je původní, nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média.

MP nemá střet zájmů v souvislosti s tématem práce. OM je majitelem Užitého vzoru 26459 U1, modelu pro nácvik koniotomie/koniostomie nebo tracheostomie, Úřad průmyslového vlastnictví ČR.

Oba autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína.

Podíl autorů na vytvoření článku:

OM se podílel na tvorbě první verze článku včetně přípravy finálního rukopisu, MP se podílel na tvorbě první verze článku, vyhledání literárních odkazů a přípravě finálního rukopisu.

Financování: Institucionální podpora – vnitřní grant KARIM 1. LF UK a VFN Praha, KARIM2017/01.

Do redakce došlo dne 17. 1. 2018

Do tisku přijato dne 22. 4. 2018

Adresa pro korespondenci:

MUDr. Michal Otáhal
michal.otahal@vfn.cz

ZAJÍMAVOSTI Z LITERATURY

CO₂ a kritický pacient – nové pohledy?

Morales-Quinteros L, Schultz MJ, Raventos AA. CO₂ in the critically ill. Implications for the intensive care physicians. *ICU Management & Practice*. 2018;1:34–37.

Oxid uhličitý se v současné době již nepovažuje pouze za odpadový produkt buněčného metabolismu. Výzkum se nyní velmi iniciativně věnuje působení oxidu uhličitého na pacienty v kritickém stavu. Má nepochybně přínosné účinky: snižuje zánětlivou odpověď organismu inhibicí NFκB; omezuje migraci neutrofilů a uvolňování prozánětlivých cytokinů.

K nepříznivým procesům se naopak řadí vliv na epitel alveolů – zhoršuje clearance náplně alveolů cestou pumpy Na⁺/K⁺-ATPázy a endocytózy. Omezuje obnovu epiteliálních buněk a vrozenou imunitu. Navozený vliv posunu pH není zatím dořešen. Klinicky se posuzují možnosti pro jeho podstatně rozšířeném využití k permissivní hyperkapnii. Zpřesnění indikací ECCO₂R lze podle intenzivně pokračujících studií očekávat, stejně jako řadu nových a podnětných výsledků z takto zaměřené metabolomiky.

*Připravila doc. MUDr. Jarmila Drábková, CSc.
e-mail: jarmiladrabkova@gmail.com*