

Univerzita Karlova

1. lékařská fakulta



UNIVERZITA KARLOVA
1. lékařská fakulta

Autoreferát disertační práce

Experimentální chirurgické přístupy do trachey za mimořádných podmínek

MUDr. Tomáš Henlín

2020

Doktorské studijní programy v biomedicíně
Univerzita Karlova a Akademie věd České republiky

Obor: Experimentální chirurgie

Předseda oborové rady: prof. MUDr. Zdeněk Krška, DrSc.

Školící pracoviště: KARIM 1. LF a VFN Praha

Školitel: prof. MUDr. Pavel Michálek, Ph.D., D.E.S.A., M.Sc.,
FEAMS

Konzultant : MUDr. Tomáš Tyll, Ph.D.

Disertační práce bude nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněna k nahlížení veřejnosti v tištěné podobě na Oddělení pro vědeckou činnost a zahraniční styky Děkanátu 1. lékařské fakulty.

Obsah:

Obsah	3
Abstrakt	4
Summary	6
Úvod	8
Hypotézy a cíle práce	10
Materiál a metodika	12
Výsledky	15
Diskuze	21
Závěry	23
Použitá literatura	24
Seznam publikací autora	27

Abstrakt:

Práce se zabývá problematikou zajištění dýchacích cest v mimořádných podmínkách. Autor je vojenský anesteziolog, proto jsou mimořádné podmínky v této práci chápány jako situace na bojišti. V úvodní části práce je rozebrán historický vývoj pohledu na zajištění dýchacích cest, popsány jednotlivé způsoby zajištění dýchacích cest a jejich pozice v “combat airway managementu”.

Vlastní výzkumná část práce se nejprve zabývá supraglotickým zajištěním dýchacích cest, které v dnešním pojetí algoritmu a doporučení je určeno především pro nezdravotníky a/nebo zdravotníky, kteří nemají velké zkušenosti s komplexními metodami zajišťování dýchacích cest. První část prokázala, že užití supraglotických pomůcek nezkušenými záchránci je bezpečné a nejvhodnějšími pomůckami jsou LMA Supreme a i-gel. Druhá část práce byla určena tracheální intubaci a přenosným videolaryngoskopům. Prokázala, že tyto mohou zlepšit intubační podmínky i u nezkušeného záchránce.

Hlavní výzkumné úsilí bylo upřeno na nejkritičtější část v postupech zajištění dýchacích cest, na chirurgické přístupy do dýchacích cest. Jako nejlepší model pro koniotomii se ukázalo živé velké laboratorní zvíře. Na tomto modelu jsme provedli napřed pilotní a poté srovnávací studii dvou metod, které jsou užívány nejčastěji k urgentnímu chirurgickému zajištění dýchacích cest. Jednalo se o punkční techniku, stále ještě na spoustě míst rozšířenou, metodou TracheoQuick Plus a chirurgickou techniku metodou BACT. Výsledky statisticky významně dokumentovaly, že BACT je preferenčním způsobem koniotomie na tomto modelu.

V závěrečné části práce autor, který je momentálně hlavním odborníkem v AČR v oboru urgentní medicíny a anestezie a intenzivní péče, navrhuje nejvhodnější doporučení pro zajištění dýchacích cest v poli.

Klíčová slova: *koniotomie, BACT, TracheoQuick Plus, zajištění dýchacích cest v poli, supraglotická pomůcka, videolaryngoskop*

Summary:

The thesis analyzes the issue of securing the airways in special conditions. The author is a military anesthesiologist, so the special conditions in this work are understood as the situation on the battlefield. The introductory part of the thesis discusses the historical development, describes the various methods of airway management and their position in "combat airway management".

The research part of the thesis first explores supraglottic airway management techniques, which in today's concept of algorithms and recommendations is intended primarily for non-medical professionals and/or health professionals who do not have much experience with complex methods of airway management. The first part has shown that the use of supraglottic devices by inexperienced rescuers is safe and that it is possible to define and choose from a large number of aids that are the most suitable on the market. The second part of the research part was focused on tracheal intubation and portable video laryngoscopes. It has shown that these can improve intubation conditions even if performed by an inexperienced rescuer.

The main research effort has been focused on the most critical part of airway management procedures, surgical airway access. A live large laboratory animal proved to be the best model for cricothyrotomy. In this model, we first performed a pilot and then a comparative study of two methods that are most often used for urgent surgical securing of the airways. It was a puncture technique, still widespread in many places, using the TracheoQuick Plus device and the surgical technique using the BACT method. The results statistically

significantly documented that BACT is the preferred method of cricothyrotomy in this model.

In the final part of the work, the author, who is currently the main expert in the Czech Army in the field of emergency medicine, anesthesia and intensive care, suggests the most appropriate recommendations for securing the airways in the field.

Keywords: *cricothyrotomy, BACT, TracheoQuick Plus, airway management in the battlefield, supraglottic airway device, video laryngoscope*

Úvod

Podle dostupných pramenů je 1-2% úmrtí na bojišti způsobeno přímou obstrukcí dýchacích cest následkem střelného poranění nebo následkem výbuchu, v oblasti obličeje a krku (*Kelly a kol., 2008*). 8 až 15% fatálních případů krvácení do dýchacích cest může být zachráněno intervencí vedoucí ke zprůchodnění dýchacích cest (*Eastridge a kol., 2012*). Historicky se ve válečné medicíně dělí zajištění dýchacích cest podobně jako v civilní - na základní, pokročilé a chirurgické ("front of neck access"). Od roku 1993 existuje projekt TCCC ("Tactical Combat Casualty Care"), který v sobě zahrnuje i algoritmy pro zajištění dýchacích cest ve válečné medicíně (*Butler a Blackbourne, 2012*).

Tracheální intubace nikdy nepatřila a nepatří do algoritmů zajištění dýchacích cest ve válečné medicíně a je určena pouze pro specialisty (*Walrath a kol., 2018*). Podmínky v boji, světelné, časové i prostorové raritně umožňují realizaci tracheální intubace (*Cloonan, 2007*).

Supraglotické pomůcky, které se dobře uplatňují v civilní přednemocniční péči nejsou ve válečné medicíně příliš populární (*Ferraro a kol., 2017*). Hlavním důvodem je nedostatečná tolerance u postižených, kteří nejsou v hlubokém bezvědomí a také nedostatečná ochrana proti aspiraci krve a žaludečního obsahu. V současných doporučeních je zavedení supraglotické pomůcky indikováno během TACEVAC ("Tactical Evacuation Care") fáze pouze pokud není možné zprůchodnit dýchací cesty jinou metodou (*Studer a kol., 2013*).

K rutinnímu zavedení tracheostomie do urgentní válečné medicíny vedla španělská občanská válka mezi lety 1936-

1939. Ve 2. světové válce byla tracheostomie součástí metodiky zajištění průchodných dýchacích cest u poranění obličeje a krku. V roce 2007 vyvinul MacIntyre techniku jednoduché, vysoce efektivní a rychlé koniotomie ve třech krocích - řez, zavedení bužie do průdušnice, přetažení endotracheální kanyly přes bužii - a nazval ji buží asistovaná koniotomie (BACT) (*MacIntyre a kol., 2007*). Metoda byla postupně adoptována jako urgentní chirurgická technika zajištění dýchacích cest při stavech "nelze intubovat, nelze oxygenovat" (CICO) většinou vojenských i civilních algoritmů pro zajištění dýchacích cest, včetně České republiky (*Černý a kol., 2019*). V posledních válečných konfliktech, ve kterých se zúčastnila americká armáda a složky NATO, v Iráku a Afghánistánu byla přednemocniční koniotomie provedena u 0,7% všech poraněných (*Mabry a Frankfurt, 2012*).

Hypotézy a cíle práce

Práce je zaměřena na problematiku zajištění dýchacích cest v mimořádných podmínkách, které jsou v kontextu této práce vnímány jako bojiště v průběhu válečného konfliktu. Práce je rozdělena do několika oddílů, komentujících vlastní práce doktoranda, experimenty týkající se jednotlivých kroků při zajištění dýchacích cest.

Výzkum je zaměřen na 3 základní okruhy:

- Supraglotické zajištění dýchacích cest v algoritmech válečné medicíny
- Možnost použití videolaryngoskopie v terénu
- Chirurgické zajištění dýchacích cest v mimořádných podmínkách

Cílem práce se supraglotickými pomůckami bylo určit nejvhodnější pomůcku pro českého Combat LiveSavera (CLS), bojového záchranáře, použitelnou v Armádě České republiky. Studovány byly pouze pomůcky, které oddělují dýchací a trávící systém a snižují riziko aspirace (II. generace) (*Miller, 2015*).

Videolaryngoskopie je metoda nepřímého zobrazení vchodu do hrtanu. Přenosné videolaryngoskopy zlepšily úspěšnost intubace v terénu u civilních paramediků (*Jarvis a kol., 2015*). Naše hypotéza byla, že by mohla videolaryngoskopie získat uplatnění i ve válečné medicíně (*Votruba a kol., 2020*).

Chirurgické zajištění dýchacích cest je metoda indikovaná při selhání jiných technik zajištění dýchacích cest nebo při masivním poranění s krvácením či otokem v oblasti horních cest dýchacích. Incidence použití je široce variabilní (*Kwon a kol., 2019*). Cílem prací bylo vytvořit pilotní studii techniky BACT na velkém laboratorním zvířeti a následně porovnat dvě různé techniky koniotomie - BACT a TracheoQuick Plus (*Henlín a kol., 2016*).

Materiál a metodika

Práce zabývající se supraglotickými pomůckami byla randomizovaná, prospektivní a jednostranně zaslepená studie, která měla za cíl zjistit, zda mezi vybranými pomůckami existuje nějaká, kterou lze označit jako vhodnou pro užití v mimořádných podmínkách. Pro testování jsme zvolili 5 různých druhů supraglotických pomůcek II. generace.

Primárním cílem práce bylo stanovit procento úspěšnosti prvního pokusu zavedení pomůcky, který byl definován jako tři za sebou jdoucí úspěšné vdechy s dechovým objemem větším než 4 ml/kg.

Pomůcka	Místo těsnící manžety	Těsnící mechanismus	Protektce aspirace	Jednorázová verze	Lze přes pomůcku intubovat	Pediatrické velikosti
<i>Proseal LMA</i>	perilaryngeálně	nafukovací manžeta	obstrukce jícnu a drenáž	ne	ne	ano
<i>Supreme LMA</i>	perilaryngeálně	nafukovací manžeta	obstrukce jícnu a drenáž	ano	ne	ano
<i>i-gel</i>	perilaryngeálně	tlaková manžeta	obstrukce jícnu a drenáž	ano	ano	ano
<i>SLIPA</i>	kořen jazyka	tlaková manžeta	obstrukce jícnu	ano	ne	ne
<i>LTS-D</i>	kořen jazyka	nafukovací manžeta	obstrukce jícnu a drenáž	ano	ne	ano

Tabulka 1. Charakteristika supraglotických pomůcek

Sekundárními cíli studie byly čas úspěšného zavedení, počet pokusů, hodnota orofaryngeálního těsnícího tlaku, obtížnost zavedení, fiberoptické zhodnocení polohy pomůcky vůči vchodu do hrtanu (důležitý parametr při potencionální intubaci přes pomůcku) a všechny komplikace spojené se zavedením nebo užitím pomůcky - především aspirace žaludečního obsahu - jako bezpečnostní parametr použité masky.

Dle dostupné literatury byla stanoven jako baseline úspěšnosti prvního pokusu zavedení supraglotické pomůcky 65% hranice

(*Pournajafian a kol., 2015*), studie s i-gel (*Michalek a kol., 2013*) a SLMA potvrdily úspěšnost kolem 90% (*Ragazzi a kol., 2012*), proto jsme při odhadu potřebného počtu probandů vzali v úvahu 20% rozdíl úspěšnosti a kalkulace pro chybu prvního řádu 0,05% byla 90 probandů v každé větvi, vzhledem k rezervě při odpadu vyhodnocovaných protokolů jsme stanovili naše skupiny pro jednotlivé supraglotické pomůcky o velikosti 100 pacientů pro každou větev.

Cílem práce, která se týkala použití videolaryngoskopů v urgentní i válečné medicíně bylo zjistit, jaký je rozdíl v tracheální intubaci u použití přenosného videolaryngoskopu King Vision s jednorázovou lžící se zaváděcím kanálem versus s jednorázovou intubační lžící bez zaváděcího kanálu u intubace simulátoru s traumatem krční páteře nezkušenými zdravotníky.

“Front of neck access” nebo infraglotické chirurgické zajištění dýchacích cest přes ligamentum conicum v našich končinách známé spíše jako koniotomie je jedním z emergentních chirurgických přístupů do dýchacích cest. Existují různé techniky a soupravy, ale žádná studie zatím neprokázala jednoznačný benefit určitého přístupu. Proto jsme se rozhodli porovnat dva odlišné způsoby koniotomie - bougie assisted cricothyrotomy (BACT) a koniotomii provedenou pomocí TracheoQuick Plus (Teleflex Medical Ltd., Ireland).

Prvním krokem ve srovnání metod chirurgického zajištění dýchacích cest byla pilotní studie. Tato práce měla odpovědět na otázky, zda je zvolený model (živé prase) vhodný k chirurgickému zajištění dýchacích cest a zda má metoda BACT potenciál být opravdu jednoduchým a rychlým způsobem invazivního zajištění dýchacích cest.

Data z pilotní studie (*Henlín a kol., 2014*) sloužila jako baseline k designu finální práce, která měla určit vhodnější metodu pro invazivní zajištění dýchacích cest. Cílem bylo provést prospektivní randomizovanou studii srovnávající BACT s koniotomií se setem TracheoQuick Plus. Power analýza s parametry 72 s jako medián času zajištění dýchacích cest a definovaný rozdíl mezi oběma metodami minimálně 30 s generovala skupiny po 16 probandech s 80% power a 5% alfa hladinou významnosti. Pro možný odpad probandů při hodnocení (nekompletní protokoly, ztracené záznamy.. apod.) jsme se rozhodli do každé skupiny přidat jedno zvíře. Proto bylo nakonec randomizováno 34 velkých laboratorních zvířat. Primárním cílem této práce bylo stanovit čas úspěšného zavedení kanyly do trachey. Sekundární cíle zahrnovaly úspěšnost, počet pokusů, úspěšnost prvního pokusu, změny srdeční frekvence a oxygenace periferní krve před a po proceduře a komplikace výkonu (krvácení, subkutánní emfyzém, špatnou lokalizaci místa řezu). Lokalizace místa incize a případná traumatická poranění tkání byla vyhodnocena při pitvě zvířat.

Výsledky

Supraglottické pomůcky

Z 520 randomizačních čísel bylo nakonec do studie zahrnuto 505 pacientů. V demografických ukazatelích nebyly mezi skupinami rozdíly. Primárním cíl - nejvyšší procento správně zavedených pomůcek prvním pokusem bylo ve skupině Laryngeální masky Supreme (95.1%), následující je i-gel (87%), dále Laryngeální maska Proseal (84.2%), a LTS-D (77.5%). SLIPA měla nejnižší procento úspěšného prvního pokusu a to 66%.

Pomůcka	Zavedení na první pokus			n %
	Úspěšné (n)	Neúspěšné (n)	Celkem (n)	
Proseal LMA	85	16	101	84,2
Supreme LMA	97	5	102	95,1
i-gel	87	13	100	87
SLIPA	66	34	100	66
LTS-D	79	23	102	77,5

Tabulka 2a. Úspěšné zavedení pomůcky na první pokus, n počet pomůcek, n% - procentuální vyjádření počtu úspěšně zavedených pomůcek

PLMA	PLMA	PLMA	PLMA	SLMA	SLMA	SLMA	i-gel	i-gel	SLIPA	
versus	versus	versus	versus	versus	versus	versus	versus	versus	versus	
SLMA	i-gel	SLIPA	LTS-D	i-gel	SLIPA	LTS-D	SLIPA	LTS-D	LTS-D	
p	0.012*	0.689	0.003*	0.285	0.081	0.0001*	0.0004*	0.0007*	0.098	0.086

Tabulka 2b. Úspěšné zavedení pomůcky na první pokus,

* značí statisticky významný rozdíl

Sekundární cíle - celková úspěšnost SLMA (99%), PLMA (97%), i-gel (99%), LTS-D (93.1%) a SLIPA pouze (90%). Statisticky významný byl pouze rozdíl mezi SLMA, PLMA, i-gel

vs SLIPA. Nejkratší čas zavedení měla SLMA a i-gel s mediánem (70.4 ± 32.5 s) versus (74.4 ± 41.1 s). Nejvyšší těsnící tlaky dosahovaly PLMA a LTS-D, těsnící tlaky ostatních pomůcek byly výrazně menší a mezi sebou srovnatelné.

Pomůcka	Čas zavedení (s, +/- SD)	Těsnící tlak (cmH₂O, +/- SD)
<i>Proseal LMA</i>	109,6 (61,5)	29,2 (6,8)
<i>Supreme LMA</i>	70,4 (32,5)	24,8 (6,1)
<i>i-gel</i>	74,4 (41,1)	25,3 (6,9)
<i>SLIPA</i>	98,5 (59)	23,7 (6,1)
<i>LTS-D</i>	107,3 (67,9)	29,5 (8,9)

Tabulka 3. Časy zavedení jednotlivých pomůcek uvedené v sekundách, těsnící tlak manžety jednotlivých pomůcek uvedený v cmH₂O, SD – směrodatná odchylka

Míra perioperačních komplikací jednotlivých pomůcek byla velmi nízká. Pouze 18 pacientů (3,8%) mělo krvácející poranění horních cest dýchacích, nejvíce ve větvi, kde jsme zaváděli SLIPu (10 probandů). Pouze jeden pacient prokazatelně regurgitoval přes gastrický kanál (PLMA) nicméně neaspiroval žaludeční tekutinu.

Videolaryngoskopy

Výsledky byly nejprve testovány pomocí Shapiro-Wilkova testu a poté statisticky analyzovány pomocí neparametrického Mann-Whitneyho U testu pro spojitá data nebo exaktního Fisherova testu pro binomiální data v kontingenčních tabulkách.

Zjistili jsme, že čas tracheální intubace byl statisticky významně kratší (p méně než 0,0001) při intubaci pomocí lžice se zaváděcím kanálem (Tabulka 4). Celkový počet intubačních pokusů byl také nižší při použití lžice se zaváděcím kanálem, stejně tak jako celkový čas, po který nebyl virtuální pacient oxygenován (“no oxygenation time”).

Celkově na modelu bylo použití lžice se zaváděcím kanálem výhodnější a úspěšnější.

Parametr	Lžice bez zaváděcího kanálu	Lžice se zaváděcím kanálem	p
Čas intubace (s)	23 (7-91) [14,5-37,5]	13 (5-39) [9-19]	< 0,001 *
Čas vizualizace vazů (s)	8 (3-26) [5,75-11]	9 (4-36) [6-12]	0,54
Čas ventilace (s)	29 (13-99) [21,5-45]	20 (12-46) [16,75-26]	< 0,001 *
Celková úspěšnost (%)	98,3	100	1
Množství pokusů (průměr ± SD)	1 (1-4) [1-2] /1,52 + 0,7/	1 (1-2) [1-1] /1,05 + 0,22/	< 0,001 *
POGO skóre	2 (1-5) [2-3]	2 (1-4) [1,75-2]	0,055
Cormack-Lehane skóre	1 (1-2) [1-1]	1 (1-2) [1-1]	0,42

*Tabulka 4. Primární a sekundární cíle studie. Data jsou prezentována jako medián, (rozpětí), [25-75 mezikvartilové rozpětí], SD – směrodatná odchylka. * značí statisticky významný výsledek*

Chirurgické zajištění dýchacích cest

Před definitivní analýzou byla všechna data testována pomocí Shapiro-Wilkova testu na normální distribuci. Podle výsledků distribučního testu byly použity buď parametrické (Fisherův, Studentův T-test) nebo neparametrické (Mann-Whitney U test) statistické testy.

Celkem bylo provedeno 34 koniotomií (17 BACT a 17 TracheoQuick Plus). Čas úspěšného zavedení kanyly do

trachey (procedurální čas) byl významně kratší ve skupině BACT (medián času zavedení 68 s, IQR 56,5 - 85 s) ve skupině TracheoQuick plus byl medián času zavedení 178 sekund a IQR 151,5 - 272,5 sekund. Všechny koniotomie ve skupině BACT byly úspěšné na první pokus. Ve druhé skupině bylo 14 (82,3%) ze 17 výkonů úspěšně provedeno, ale pouze 3 na první pokus. Všechny incize v BACT skupině byly lokalizovány v místě ligamentum conicum, zatímco ve skupině TracheoQuick Plus byl jeden pokus proveden mezi prvním a druhým tracheálním prstencem a další 3 byly lokalizovány paratracheálně. Nebyly zaznamenány signifikantní změny mezi zkoumanými skupinami ve změnách tepové frekvence před a po proběhlém výkonu. Při měření saturace periferní krve byly zaznamenány výrazně vyšší hodnoty peri- a postprocedurálně ve skupině BACT ve srovnání se skupinou TracheoQuick Plus. Při zkoumání preparátů laryngu a trachey po výkonech u BACT jsme zaznamenali pouze jedno poranění zadní stěny trachey (pars membranacea v úrovni prvního tracheálního prstence). Ve druhé skupině bylo zaznamenáno 5 (29,4%) případů poranění zadní stěny trachey. V jednom případě bylo ve skupině TracheoQuick Plus zaznamenáno úmrtí zvířete na hypoxickou zástavu (5,9%), všechny ostatní laboratorní zvířata přežila.

	BACT	TracheoQuick Plus	P
<i>n</i>	17	17	
<i>Tepová frekvence (min)</i>			
- před výkonem	58 (7,4)	57 (6,4)	0,676
- po výkonu	88 (8,5)	92 (24)	0,52
<i>Saturace kyslíkem (SpO₂) (%)</i>			
- před výkonem	69 (10,9)	68 (10,6)	0,788
- po výkonu	66 (9,9)	56 (16,5)	0,039*
- 1 min po výkonu	94 (2,1)	81 (25,7)	0,046*

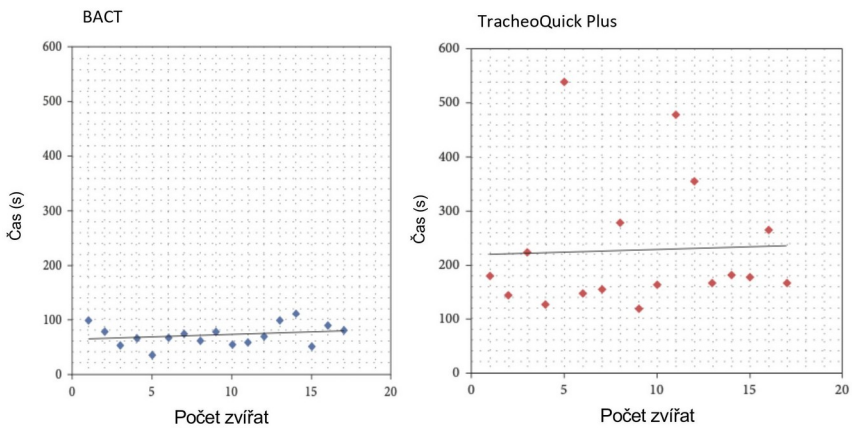
*statisticky významné

Tabulka 5. Čas výkonu, úspěšnost, počet pokusů a komplikace. Data jsou prezentována jako medián, rozpětí (), mezikvartilové rozpětí []. n – počet, s – sekunda.

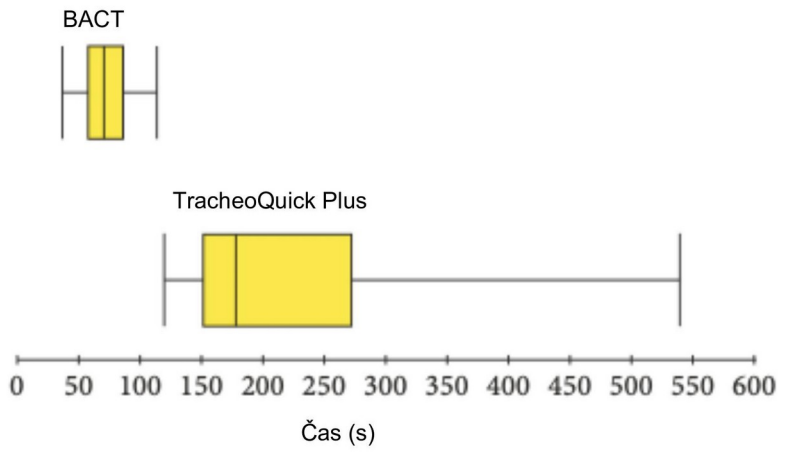
	BACT	TracheoQuick Plus	P
<i>n</i>	17	17	
<i>Čas výkonu (s)</i>	69 (35-112) [56,5-85]	178 (120-539) [151,5-272,5]	<0,001*
<i>Procento úspěšností (n, %)</i>	17 (100)	14 (82,3)	0,22
<i>Počet pokusů (n)</i>	1 (1-2) [1-1]	2 (1-4) [2-3]	<0,001*
<i>Úspěšnost prvního pokusu (n, %)</i>	16 (94,1)	3 (17,6)	<0,001*
<i>Počet komplikací (n, %)</i>	1 (5,9)	8 (47,1)	0,0167*

*statisticky významné

Tabulka 6. Změny v tepové frekvenci a saturaci periferní krve před a po výkonu. Data jsou prezentována jako průměr, směrodatná odchylka ().



Graf 1. Histogram distribuce času výkonu mezi skupinami



Graf 2. Krabicový diagram času výkonu (primární cíl)

Diskuze

Při srovnání výsledků práce o supraglotických pomůckách s literaturou, naše data nepotvrdila výrazný benefit SLMA proti i-gel u nezkušených operátorů (*An a kol., 2017, Chloros a kol., 2014*). Práce měla limitace - jiné prostředí než bojiště a to že nebyly použity nejmodernější supraglotické pomůcky II. generace. Závěrem lze říci, že nejvhodnějšími pomůckami k zajištění dýchacích cest v poli málo zkušenými zachránci jsou Laryngeální maska Supreme a i-gel.

Hlavní limitací studie o videolaryngoskopii bylo, že byla prováděna na intubační figurině a ne na živých pacientech (*Khoury a kol., 2016; Ahmad a kol., 2018*). Komparativní studie prokázaly, že anatomie, intubační podmínky i sledované parametry se mohou významně lišit mezi studii prováděnými na intubačních modelech a na reálných pacientech (*Akihisa a kol., 2014*). Další limitací byl rozdíl mezi bitevním polem a podmínkami, ve kterých byla prováděna studie. Snažili jsme se sice přiblížit realitě tím, že figuríny ležely na zemi, osvětlení místnosti nebylo umělé, ale je velice těžké simulovat situaci na bojišti s hlukem, stresem, světelnými podmínkami a případným znečištěním oběti krví, jinými sekrety, ale i blátem a povýstřelovými zplodinami (*Miller a kol., 2019*).

Námi provedená prospektivní randomizovaná studie prokázala, že BACT je technika vhodná a efektivní pro emergentní chirurgický přístup do trachey. Na základě provedených prací můžeme říct, že v porovnání s punkční technikou TracheoQuick Plus je BACT signifikantně rychlejší a úspěšnější metodou na modelu živého velkého zvířete.

Probíhající diskuze o tom, která technika je pro provedení koniotomie nejvhodnější narážejí na nekoherentnost studií,

kteře jednotlivé techniky hodnotí. Spousta studií je s malým populačním vzorkem a jejich kvalita je různorodá. Recentní systematické review dospělo k závěru, že data ze studií nelze jednoznačně interpretovat ve prospěch jakékoliv techniky (Langvad et al. 2013).

Na základě všech výše uvedených skutečností jsem vytvořil guidelines pro zajištění dýchacích cest v poli, které se dají aplikovat v Armádě České republiky (AČR). Principiálně se dá poskytovaná péče v AČR rozdělit do 3 fází. První fází je první pomoc, která probíhá svépomocí, laickou nebo předlékařskou formou podle odbornosti nebo vzdělání poskytovatele první pomoci. Druhou fází je lékařská první pomoc a poslední fází potom nemocniční ošetření lhostejno v jakém prostředí je chirurgický tým umístěn.

Ústředním motivem těchto doporučení je princip vycházející z TCCC tj. odvrátit preventabilní příčiny úmrtí na bojišti. V tomto případě udušení poraněných vojáků.

Doporučení se skládá z "Plánu A" (základní manévry a nosní vzduchovod), "Plánu B" (tracheální intubace), "Plánu C" (zavedení supraglotické pomůcky) a "Plánu B" (chirurgické přístupy do trachey").

Závěry

Provedené práce, které se podrobněji věnovaly jednotlivým kapitolám v algoritmu zajišťování dýchacích cest, dokázaly, že pokud je design podrobněji zaměřen na konkrétní klinický problém, lze jednotlivé postupy zdokonalit. Díky velké variabilitě jsou ale výsledky limitovány pouze na určitou populaci, konkrétní pomůcku a vymezeného operátora. Do budoucna můžeme jistě očekávat další práce zahrnující novinky, především technické, v tak pestrém a dynamickém oboru jako je anestezie a intenzivní medicína.

Literatura

1. Ahmad I, Onwochei DN, Muldoon S, Keane O, El-Boghdadly K. Airway management research: a systematic review. *Anaesthesia* 2019; 74(2): 225-236
2. An J, Nam SB, Lee JS, Lee J, Yoo H, Lee HM, Kim MS. Comparison of the i-gel and other supraglottic airways in adult manikin studies: systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2017; 96(1): e5801.
3. Akihisa Y, Maruyama K, Koyama Y, Yamada R, Ogura A, Andoh T. Comparison of intubation performance between the King Vision and Macintosh laryngoscopes in novice personnel: a randomized crossover manikin study. *Journal of Anesthesia* 2014; 28(1): 51-57.
4. Brožek T, Michálek P. Role videolaryngoskopie v perioperační medicíně. *Anesteziologie a intenzivní medicína* 2018; 29(3): 96-106.
5. Butler FK Jr., Blackburne LH. Battlefield trauma care then and now: a decade of Tactical Combat Casualty Care. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 2012; 73(6): S395–S402.
6. Chloros T, Xanthos T, Iacovidou N, Bassiakou E. Supreme laryngeal mask airway achieves faster insertion times than classic LMA during chest compressions in manikins. *American Journal of Emergency Medicine* 2014; 32 (2): 156–159.
7. Cloonan C. Immediate care of wounded. Uniform Services University of the Health Science, 2016.
8. Černý V, Chrobok V, Klučka J, Křikava I, Michálek P, Otáhal M, Škola J, Štourač P, Vymazal T. Zajištění obtížných dýchacích cest u dospělých a dětí - doporučený postup. *Anesteziologie a intenzivní medicína* 2019; 30(3-4): 173-186.
9. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, Cantrell J, Tops T, Uribe P, Mallett O, Zubko T, Oetjen-Gerdes L, Rasmussen TE, Butler FK, Kotwal RS, Holcomb JB, Wade C, Champion H, Lawnick M, Moores L, Blackburne LH. Death on the battlefield (2001- 2011): implications for the future of combat casualty care. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 2012; 73(6 Suppl 5): S431-437.
10. Ferraro DM, McCann ET, Bell DG. Airway management in combat trauma. *Current Pulmonology Reports* 2017; 6: 206-213.

11. Henlin T, Michalek P, Tyll T, Ryska O. A randomized comparison of bougie-assisted and TracheoQuick Plus cricothyrotomies on a live porcine model. *BioMed Research International* 2017; 2017: 4215159.
12. Henlin T, Michalek P, Tyll T, Ryska O, Juhas S, Juhasova D. Comparison of bougie-assisted cricothyrotomy with TracheoQuick Plus cricothyrotomy on a live animal model. *British Journal of Anaesthesia* 2016; 117(S1): i106-i107.
13. Henlín T, Michálek P, Tyll T, Ryska O, Juhás Š, Juhásová D. Bužif asistovaná koniotomie (BACT) na prasečím modelu - pilotní studie. *Anesteziologie a intenzivní Medicína* 2014; 25(3): 184-189.
14. Henlin T, Sotak M, Kovaricek P, Tyll T, Balcarek L, Michalek P. Comparison of five 2nd-generation supraglottic airway devices for airway management performed by novice military operators. *BioMed Research International* 2015; 2015: 201898.
15. Jarvis JL, McClure SF, Johns D. EMS intubation improves with King Vision video laryngoscopy. *Prehospital Emergency Care* 2015; 19: 482–489.
16. Kelly JF, Ritenour AE, McLaughlin DF, Bagg KA, Apodaca AN, Mallak CT, Pearse L, Lawnick MM, Champion HR, Wade CE, Holcomb JB. Injury severity and causes of death from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2003-2004 versus 2006. *Journal of Trauma* 2008; 64(2 Suppl): S21-S26.
17. Khoury A, Sall FS, De Luca A, Pugin A, Pili-Floury S, Pazart L, Capellier G. Evaluation of bag-valve-mask ventilation in manikin studies: what are the current limitations? *BioMed Research International* 2016; 2016: 4521767.
18. Kwon YS, Lee CA, Park S, Ha SO, Sim YS, Baek MS. Incidence and outcomes of cricothyrotomy in the “cannot intubate, cannot oxygenate” situation. *Medicine (Baltimore)* 2019; 98(42): e17713.
19. Langvad S, Hyldmo PK, Nakstad A R, Vist G E, Sandberg. Emergency cricothyrotomy—a systematic review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2013; 21(1), article 43.
20. Mabry RL, Frankfurt A. An analysis of battlefield cricothyrotomy in Iraq and Afghanistan. *Journal of Special Operations Medicine* 2012; 12(1): 17-23.
21. MacIntyre A, Markarian MK, Carrison D, Coates J, Kuhls D, Fildes JJ. Three-step emergency cricothyroidotomy. *Military Medicine* 2007; 72 (12): 1228-1230.

22. Michalek P, Miller DM. Airway management evolution - in a search for an ideal supraglottic airway device. *Prague Medical Report* 2014; 115(3-4): 87-103.
23. Michalek P, Donaldson W, Theiler L. The use of the i-gel in anaesthesia - facts and fiction in 2013. *Trends in Anaesthesia and Critical Care* 2013; 3(5): 246-251.
24. Miller DM. Third generation supraglottic airways: is a new classification needed? *British Journal of Anaesthesia* 2015; 115(4): 634.
25. Miller BM, Kinder C, Smith-Steinert C. Airway management for army reserve combat medics: an interdisciplinary workshop. *Journal of Special Operations Medicine* 2019; 19(3): 64-70.
26. Pournajafian A, Alimian M, Rokhtabnak F, Ghodraty M, Mojri M. Success rate of airway device insertion: laryngeal mask airway versus supraglottic gel device. *Anesthesiology and Pain Medicine* 2015; 5(2): e22068.
27. Ragazzi R, Finessi L, Farinelli I, Alvisi R, Volta CA. LMA Supreme vs i-gel: a comparison of insertion success in novices. *Anaesthesia* 2012; 67(4): 384-388.
28. Studer NM, Horn GT, Studer LL, Armstrong JH, Danielson PD. Feasibility of supraglottic airway use by combat lifesavers on the modern battlefield. *Military Medicine* 2013; 178(11): 1202-1207.
29. Votruba J, Brozek T, Blaha J, Henlin T, Vymazal T, Donaldson W, Michalek P. Video laryngoscopic intubation using the King VisionTM laryngoscope in a simulated cervical spine trauma: a comparison between non-channeled and channeled disposable blades. *Diagnostics* 2020; 10: 139.
30. Walrath BD, Harper S, Barnard E, Tobin JM, Drew B, Cunningham C, Kharod C, Spradling J, Stone C, Martin M. Airway management for trauma patients. *Military Medicine* 2018; 183 (9/10): 29-31.

Seznam publikací

1/ publikace in extenso, které jsou podkladem disertace

s impakt faktorem

1. Votruba J, Brozek T, Blaha J, Henlin T, Vymazal T, Donaldson W, Michalek P. **Video laryngoscopic intubation using the King Vision™ laryngoscope in a simulated cervical spine trauma: a comparison between non-channeled and channeled disposable blades.** *Diagnostics* 2020; 10: 139. IF = 3,110 (Q1 v oboru "Medicína, všeobecná a vnitřní"). Indexace: Web of Science, PubMed, Scopus.
2. Henlin T, Michalek P, Tyll T, Ryska O. **A randomized comparison of bougie-assisted and TracheoQuick Plus cricothyrotomies on a live porcine model.** *BioMed Research International* 2017; 2017: 4215159. IF = 2,583 (Q2 v oboru "Medicína, všeobecná a vnitřní"). Indexace: Web of Science, PubMed, Scopus.
3. Henlin T, Sotak M, Kovaricek P, Tyll T, Balcarek L, Michalek P. **Comparison of five 2nd-generation supraglottic airway devices for airway management performed by novice military operators.** *BioMed Research International* 2015; 2015: 201898. IF = 2,583 (Q2 v oboru "Medicína, všeobecná a vnitřní"). Indexace: Web of Science, PubMed, Scopus.
4. Henlin T, Michalek P, Tyll T, Hinds JD, Dobias M. **Oxygenation, ventilation, and airway management in out-of-hospital cardiac arrest: a review.** *BioMed Research International* 2014; 2014: 376871. IF = 2,583 (Q2 v oboru "Medicína, všeobecná a vnitřní"). Indexace: Web of Science, PubMed, Scopus.

bez impakt faktoru

5. Klementová O, Henlín T, Szkorupa M, Michálek P. Zajištění dýchacích cest v přednemocniční péči dospělých - to tube or not to tube? *Anesteziologie a intenzivní medicína* 2020; 31(1): 28-34. Indexace: Web of Science, Scopus.

6. Henlín T. Obtížné zajištění dýchacích cest u dospělých a u dětí: nový doporučený postup ČSARIM. *Anesteziologie a intenzivní Medicína* 2019; 30(3-4): 115-116. Indexace: Web of Science, Scopus.
7. Henlín T, Derevjanik P, Belšan T. Aspirace žaludečního obsahu při použití supraglottické pomůcky i-gel – tři kazuistiky. *Anesteziologie a intenzivní Medicína* 2017; 28 (4): 255-259. Indexace: Web of Science, Scopus.
8. Henlín T, Michálek P, Tyll T, Ryska O, Juhás Š, Juhásová D. Bužíř asistovaná koniotomie (BACT) na prasečím modelu - pilotní studie. *Anesteziologie a intenzivní Medicína* 2014; 25(3): 184-189. Indexace: Web of Science, Scopus.
9. Michalek P, Henlín T. Use of the i-gel outside of the operating room, by prehospital team and in military medicine. In: Michalek P, Donaldson W, eds. *The i-gel supraglottic airway. Nova Science Publishers*, New York, 2013.

2/ publikace in extenso bez vztahu k tématu disertace

s impakt faktorem

1. O'Rourke J, Soták M, Curley GF, Doolan A, Henlín T et al. Initial **Assessment of the Percutaneous Electrical Phrenic Nerve Stimulation System in Patients on Mechanical Ventilation**. *Critical Care Medicine* 2020; 48(5): e362-e370. Impact faktor = 5,81 (Q1 v oboru "Urgentní a intenzivní medicína")

bez impakt faktoru

2. Pohnán R, Ryska M, Kalvach J, Hána L, Henlín T, Pejchal J. Srovnání operační zátěže u laparoskopické a otevřené levostranné pankreatektomie v experimentu na velkém laboratorním zvířeti *Rozhledy v Chirurgii* 2018; 97(5): 234-238.
3. Ryska O, Šerclová Z, Martínek J, Doležel R, Kalvach J, Henlín T, Lásziková E, Juhas S, Juhasová J, Ryska M. Proveditelnost a perioperační zátěž NOTES cholecystektomie na modelu kalkulózní cholecystitidy. *Gastroenterologie a hepatologie*. 2014, roč. 68, Suppl. 2, s. 2S9-2S10.

4. Ryska O, Martínek J, Doležel R, Šerclová Z, Juhas S, Juhásová J, Lásziková E, Henlín T, Kalvach J, Ryska M Efektivní techniky uzávěru transrektálního přístupu NOTES – výsledky experimentální studie. *Gastroenterologie a hepatologie*. 2014, roč. 68, č. 4, s. 299-304.
5. Jurenka B, Lásziková E, Köhler O, Langer D, Balcárek L, Henlín T, Netuková D, Ryska M Robotem asistovaná laparoskopie z pohledu anesteziologa. *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 2009, roč. 20, č. 1, s. 8-12.