

Masarykova univerzita

Lékařská fakulta

Klinika dětské anesteziologie a resuscitace

M U N I

**M U N I
M E D**

Optimalizace zajištění dýchacích cest v perioperačním období

Habilitační práce dle § 72 odst. 3 písm. b) zákona o vysokých školách

MUDr. Jozef Klučka, Ph.D.

BRNO 2019

“Keep breathing. Just keep doing it. It's easy. In and out.”

„Dýchej. Pokračuj. Je to jednoduché. Nádech a výdech.“

(*Jenny Downham, 2007 “Before I Die”*)

Poděkování

Chtěl bych poděkovat své rodině, především svojí manželce Katce, svým dětem Kristínce, Zuzce a svým rodičům za lásku a podporu, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout. Děkuji všem svým kolegům a spolupracovníkům, ať už současným nebo minulým, a těším se na další spolupráci. V neposlední řadě děkuji i všem účastníkům mého výzkumu, kteří napomohli realizaci předkládaných prací. Speciální poděkování patří mým kolegům Petru Štouračovi a Milanu Kratochvílovi za jejich trpělivost, podporu a pomoc.

OBSAH

1. Úvod.....	6
a. Historie zajištění dýchacích cest.....	7
b. Základní principy zajištění dýchacích cest v perioperačním období.....	9
c. Anatomie dýchacích cest	11
i. Anatomie dýchacích cest u pediatrických pacientů	11
d. Zhodnocení dýchacích cest v předoperačním období a aktuální možnosti predikce obtížného zajištění dýchacích cest.....	14
e. Možnosti zajištění dýchacích cest	17
i. Průchodnost dýchacích cest a poloha hlavy	17
ii. Supraglotické zajištění dýchacích cest	18
1. Obličejová maska.....	18
2. Vzduchovody	19
3. Kombirourka	19
4. Laryngeální tubus.....	20
5. Laryngeální maska	20
iii. Infraglotické zajištění dýchacích cest.....	22
1. Tracheální intubace	22
2. Koniopunkce/koniotomie.....	23
3. Tracheotomie/tracheostomie	25
f. Úvod do anestezie.....	26
i. Úvod do anestezie a zajištění dýchacích cest u pacienta s minimálním rizikem aspirace.....	26
ii. Úvod do anestezie a zajištění dýchacích cest u pacienta s rizikem aspirace – Rapid Sequence Induction (Crush úvod)	28

1. Preoxygenace	29
2. Sellickův hmat.....	30
g. Obtížné zajištění dýchacích cest.....	31
i. Zajištění dýchacích cest u pacienta s předpokládaným obtížným zajištěním DC	31
ii. Situace Cannot intubate / Cannot oxygenate (CICO).....	32
h. Extubace a pooperační období.....	35
i. Reziduální neuromuskulární blokáda	36
i. Specifika pediatrického pacienta v perioperační péči	37
i. Možnosti úvodu do anestezie u dětského pacienta	37
ii. Obtížné zajištění DC u pediatrických pacientů.....	39
1. Očekávané obtížné zajištění DC	39
2. Situace Cannot intubate / Cannot oxygenate (CICO) u pediatrických pacientů.....	42
iii. Možnosti zajištění dýchacích cest u dětského pacienta	45
1. Tracheální kanyly s obturační manžetou nebo bez manžety.....	45
j. Tematické okruhy habilitační práce.....	46
2. Obtížné zajištění dýchacích cest a možnosti predikce	48
a. DAM ČSARIM.....	48
3. Bleskový úvod do anestezie	64
a. Bleskový úvod do anestezie v České republice 2016: dotazníková studie.....	64
4. Kontroverze v perioperačním zajištění dýchacích cest u pediatrických pacientů	74
a. Controversies in Pediatric Perioperative Airways. Biomed Res Int. 2015.....	74
b. Současné trendy v zajištění dýchacích cest u dětí: tradice a mýty versus evidence-based medicine. Anesteziologie a intenzivní medicína 2017	87

c. Laryngeal mask airway Unique® position in paediatric patients undergoing magnetic resonance imaging (MRI): prospective observational study. BMC Anesthesiology 2018	96
d. Neuromuscular blockade in clinical practice in paediatric anaesthesia: retrospective cohort trial in tertiary paediatric anaesthesia centre. Signa Vitae 2017	104
e. Residual neuromuscular block in paediatric anaesthesia. British Journal of Anaesthesia 2018 (BJA)	110
5. Popularizační aktivity tematicky se vztahující k habilitační práci	114
6. Seznam autorovy literatury se vztahem k tématu habilitační práce	115
7. Seznam zkratek	118
8. Literatura	121
9. Komentář	140
10. Habilitation Thesis Abstract	142

1. Úvod

Předkládaná habilitační práce dle § 72 odst. 3 písm. b) zákona o vysokých školách je souhrnem studií a odborných textů věnujících se aktuálním anesteziologickým tématům v oblasti perioperačního zajištění dýchacích cest. Pro rozsáhlost souboru publikací a jejich témat jsem ji rozdělil do tří celků, které korespondují s hlavními cíli mé klinicko-výzkumné činnosti.

Průchodnost dýchacích cest (A – airway), dýchání (B – breathing), oběh (C – circulation) a vědomí (D – disability) patří mezi základní složky zhodnocení klinického stavu pacienta a jejich adekvátní funkce je současně základním předpokladem přežití a zajištěním vitálních funkcí. Zajištění dýchacích cest (DC) patří mezi každodenní praxi v anesteziologii, ale také v intenzivní nebo urgentní péči. Selhání postupu při zajištění DC je spojeno s významnou mortalitou a morbiditou dospělých i dětských pacientů (1–4). Ačkoliv v posledních desetiletích došlo k významnému rozvoji alternativních metod zajištění dýchacích cest včetně masivního rozvoje supraglotických pomůcek, zůstává zajištění DC nejvíce rizikovou částí perioperační anesteziologické péče. Optimalizace zajištění DC včetně adekvátního tréninku odborného personálu, materiálního vybavení pro případy a obtížného zajištění DC a implementace protokolů pro případy obtížného zajištění DC, nebo pro případy selhání zajištění dýchacích cest, mohou vést k pozitivnímu ovlivnění výstupu perioperační péče. Vzdělání a trénink v oblasti zajištění dýchacích cest musí být kontinuálním a dynamickým procesem, který by měl lékaře provázet po celou dobu trvání odborné praxe.

a. Historie zajištění dýchacích cest

Přes rapidní rozvoj pomůcek k zajištění dýchacích cest v posledních dekadách je snaha efektivně zajistit DC stará jako medicína sama a první popis chirurgického vstupu do dýchacích cest je zobrazen již na egyptských tabulkách z roku 3600 př. n. l., nebo také v hinduistických skriptech datovaných kolem roku 2000 př. n. l. (5–7). Další popis tracheostomie se objevuje v roce 100 n. l. (Antyllus) (7–8) a v roce 160 n. l. popsal Galén princip ventilace přes uměle vytvořený vstup do dýchacích cest (7, 9). Přes daný detailní popis je v průběhu dalších téměř 1700 let popsáno jenom pár desítek případů provedení tracheostomie. V 19. století dochází kromě popularizace a významného rozšíření počtu provedených tracheostomií (Troseeu – 1833, Trendelenburg – 1871) (10–11) také k rozvoji alternativních metod zajištění dýchacích cest (bez použití chirurgických technik) a je poprvé popsána možnost zajištění dýchacích cest pomocí orotracheální intubace (Macewen 1880) (7, 12). Společně s rozvojem anestezie a umělé plicní ventilace postupně dochází k vývoji laryngoskopů (Miller 1941, Macintosh 1943) (13–14), zavedení svalové relaxace (Griffith 1942) (15) a tracheální intubace se stává běžnou součástí chirurgických výkonů v anestezii (7). Posledním a jedním z nejvýznamnějších průlomů v zajištění dýchacích cest byla snaha o menší invazivitu výkonu, která vedla k vývoji laryngeální masky jako první supraglotické pomůcky k zajištění dýchacích cest. V roce 1982 ji vytvořil dr. Brain a roku 1988 již byla uvedena do klinické praxe (16). Technický a ekonomický rozvoj v posledních letech umožnil vývoj dalších specializovaných laryngeálních masek (ProSeal™, Supreme™, i-Gel™, a jiných), tracheálních tubusů, tracheálních kanyl s nízkotlakou-vysokoobjemovou obturační manžetou z polyetylenu, videolaryngoskopů a bronchoskopů. Přes daný progres zůstává zajištění dýchacích

cest ve významné míře závislé na tréninku a zkušenosti anesteziologa, přičemž základní cíl zůstává stejný jako na začátku celé historie: oxygenace!

b. Základní principy zajištění dýchacích cest v perioperačním období

Dýchání patří mezi základní vitální funkce. V průběhu perioperační péče dochází, majoritně vlivem sedativní a hypnotické medikace, k různé úrovni útlumu dechového centra. Současně, s ohledem na snížené vnímání až hluboké farmakologicky indukované koma (celkovou anestezii), k různému stupni snížené průchodnosti dýchacích cest a potlačení ochranných reflexů dýchacích cest. To může v případě neadekvátního managementu vést k obstrukci DC, regurgitaci/aspiraci žaludečního obsahu do DC, nebo k nedostatečné oxygenaci organismu a vzniku hypoxického poškození CNS. Základním cílem perioperačního managementu dýchacích cest (airway managementu) je proto zabezpečit adekvátní oxygenaci organismu a ventilaci plic. Lékař anesteziolog by měl vyhodnotit rizika týkající se dýchacích cest na straně pacienta a s přihlédnutím na operační/diagnostický výkon zvolit ideální postup zajištění dýchacích cest, včetně úvodu do anestezie, volby pomůcky (spontánní ventilace při sedaci versus supraglotické versus infraglotické zajištění), plánu vyvedení z anestezie a pooperační péče pro jednotlivého pacienta.

Plán zajištění DC by měl být předběžně vytvořen již v průběhu předanesteziologického vyšetření na anesteziologické ambulanci, a to včetně poučení pacienta nebo jeho zákonného zástupce. Současně by měl být stanoven a naplánován alternativní plán airway managementu pro případ selhání primárního postupu. Proškolený a trénovaný odborný zdravotnický personál (v podmínkách ČR vždy lékař se specializovanou způsobilostí – SZ v oboru Anesteziologie a intenzivní medicína nebo lékař v předatestační přípravě pod dozorem/dohledem lékaře se SZ, a anesteziologická sestra) na operačním sále po zhodnocení anamnézy, dýchacích cest a vitálních funkcí a s přihlédnutím na stanovený plán zajištění DC zvolí úvod do anestezie/kontrolované sedace, ideální pomůcku k zajištění dýchacích cest pro daného

pacienta a daný operační výkon. Zajištění dýchacích cest provede anesteziologický tým za trvalé monitorace vitálních funkcí. V průběhu operačního výkonu anesteziologický tým pečlivě sleduje vitální funkce pacienta, reaguje na krizové situace a sleduje operační postup. Nevyhnutelná je rovnocenná a konstruktivní komunikace s chirurgickým týmem. Vyvedení z anestezie závisí na stabilitě vitálních funkcí pacienta, rozsahu, délce a komplikacích operačního výkonu a anestezie, a to včetně potenciálních komplikací spojených se zajištěním dýchacích cest. Po zvážení rizika versus benefitu na konci operace/diagnostického výkonu anesteziologický tým vyvede pacienta z anestezie a extubuje/extrahuje supraglotické pomůcky, zhodnotí stav vědomí a vitálních funkcí (stabilita oběhu – krevního tlaku a srdeční frekvence, frekvence, hloubka dýchání a dechová práce) a analgezie pacienta. Mezi hlavní rizika v pooperační období patří respirační komplikace (laryngospasmus, bronchospasmus, bradypnoe, aspirace, hypoxie), nestabilita oběhu (hypotenze, hypertenze, bradykardie, tachykardie, krvácení), porucha vědomí (kvantitativní nebo kvalitativní). Mezi rizikové faktory patří nedostatečná analgezie, reziduální neuromuskulární blokáda, opioidy indukovaná bradypnoe/apnoe. S ohledem na daná rizika, která exponenciálně klesají s časem, je u všech pacientů v pooperační péči doporučena hospitalizace na tzv. dospávacím pokoji (DP), na jednotce intenzivní péče (JIP) nebo oddělení anesteziologie a resuscitace (ARO) s nutností monitorace vitálních funkcí, hodnocení kvality analgezie, přítomnosti pooperačního deliria a pooperační nauzey a zvracení (PONV). Tento postup pro perioperační péči je doporučen v podmínkách anesteziologie v České republice, kde i vzhledem na ekonomickou situaci a snahu o co nejvyšší perioperační bezpečnost pacienta je extrémní snaha zachovat funkční anesteziologický tým ve složení lékař anesteziolog + sestra s alokací 1+1 na jeden operační sál.

c. Anatomie dýchacích cest

Dýchací cesty z anatomického pohledu můžeme rozdělit na horní a dolní dýchací cesty. Mezi horní dýchací cesty patří dutina nosní, dutiny, dutina ústní a hltan (nasopharynx, oropharynx, hypopharynx). Horní dýchací cesty mají pro respirační systém význam ve zvlhčení a ohřátí vdechovaného vzduchu a současně tvoří první linii proti potenciálním patogenům. Dolní dýchací cesty jsou tvořeny hrtanem (larynx), průdušnicí (trachea), průduškami (bronchi) a plícemi (pulmones).

Důkladná znalost anatomie dýchacích cest a fyziologie respiračního a oběhového systému patří mezi základní předpoklady bezpečné a efektivní anestezie.

Supraglotické zajištění DC je založeno na zavedení pomůcky nad úroveň hlasových vazů (glottis), infraglotické zajištění je založeno na zavedení pomůcky do dýchacích cest pod úroveň glottis, a to jednak per vias naturales (cestou ústní nebo nosní dutiny), nebo chirurgicky (přes ligamentum cricothyroideum nebo mezi prstenci průdušnice).

i. Anatomie dýchacích cest u pediatrických pacientů

Dýchací cesty u dětských pacientů na rozdíl od dospělých pacientů podléhají strukturálnímu a funkčnímu vývoji v čase, což je nutno v perioperační péči respektovat. Dýchací cesty u pediatrických pacientů, s ohledem na jejich menší průměr, jsou významně rizikové a již minimální otok může vést k turbulentnímu proudění vzduchu, zvýšení dechové práce a při progresi i k rychlému vzniku obstrukce dýchacích cest (17). Mezi další anatomické odlišnosti patří dlouhá vinutá epiglottis, prominentní okcipitální krajina u dětí do 2 let věku, větší jazyk (méně místa pro instrumentaci v dutině ústní), relativně krátký krk a krátká dolní čelist (17–20). Kromě anatomických rozdílů je nutno v managementu zajištění DC zohlednit i fyziologické odlišnosti dětského organismu, a to: zvýšenou spotřebu kyslíku na jednotku váhy,

nižší reziduální kapacitu a tím rychlejší desaturaci, a vyšší riziko vzniku hypoxie v úvodu do anestezie ve srovnání s dospělou populací (17–18, 21). V případě instrumentace v oblasti dutiny nosní (nasotracheální intubace, nasogastrická sonda) je nutné myslet na vyšší riziko krvácení z důvodu lépe prokrvené a fragilní sliznice ve srovnání s dospělou populací. Dalším potenciálním rizikem může být anatomická obstrukce z důvodu hypertrofie adenoidních vegetací. Lokalizace nejužšího místa dýchacích cest u pediatrických pacientů je kontroverzní. Dle majority dat se nachází subgloticky v oblasti prstencové chrupavky (cartilago cricoidea) (18), nicméně studie za pomoci zobrazení prostřednictvím magnetické rezonance, nebo přímá vizualizace pomocí bronchoskopie naznačují, že nejužším místem by mohla být, stejně jako u dospělých pacientů, oblast hlasových vazů (glottis) (17, 11–13). Daná oblast je nicméně parciálně distendibilní, a proto se za funkčně nejužší místo nadále pokládá subglotický prostor (22–24). Velikost tracheální kanyly se proto u dětských pacientů volí dle předpokládané velikosti subglotického prostoru, na rozdíl od dospělých pacientů, kde je volba velikosti kanyly daná velikostí hlasové štěrbiny. Snaha o minimalizaci potenciálního poškození sliznice v subglotické oblasti vedla historicky k preferenci tracheálních kanyl bez obturační manžety u pediatrických pacientů ve věku < 8 let, a to s ohledem na předpoklad cirkulárního tvaru subglotického prostoru. Recentní, ačkoliv preliminární data, zobrazení subglotického prostoru pomocí magnetické rezonance (MRI) prokazují eliptický tvar dané oblasti DC (větší rozměr antero-posteriorně), a tím významně kompromitují přínos bezbalonkových tracheálních kanyl u pediatrických pacientů ve smyslu redukce incidence postextubačního stridoru (17, 25). Na rozdíl od dospělých pacientů, u kterých pravý bronchus odstupuje pod tupějším úhlem, odstupují oba bronchy pod stejným úhlem,

což vede k ekvivalentnímu riziku endobronchiální intubace nebo aspirace do obou plic.

*d. Zhodnocení dýchacích cest v předoperačním období a aktuální možnosti
predikce obtížného zajištění dýchacích cest*

Obtížné zajištění nebo selhání zajištění dýchacích cest patří mezi nejčastější kritické události v klinické anesteziologické praxi. Obtížné dýchací cesty nicméně postrádají jednotnou definici a nejčastěji je citována definice obtížných DC, kde má konvenčně trénovaný a zkušený anesteziolog (v našich podmínkách anesteziolog se SZ) obtíže při zajištění dýchacích cest při ventilaci obličejovou maskou, nebo při tracheální intubaci, nebo u obou (26). Daná definice byla aktualizována a rozšířena v roce 2013: „Obtížná ventilace obličejovou maskou nebo supraglotickou pomůckou je situace, ve které anesteziolog se SZ není schopen dosáhnout adekvátní ventilace a oxygenace z důvodu: excesivního úniku směsi plynů, nedostatečné těsnosti laryngeální masky, nedostatečného nebo chybějícího CO₂ ve výdechu (EtCO₂) v kombinaci s negativním ovlivněním hemodynamiky v důsledku hyperkapnie, a/nebo hypoxemie. Obtížné zavedení supraglotické pomůcky a obtížná tracheální intubace je definována nutností vícero pokusů (≥3) k dosažení efektivního zajištění dýchacích cest.“ (17, 27–28). Selhání zajištění dýchacích cest je extrémně rizikové a je spojeno s významnou morbiditou a mortalitou (29). Zhodnocení rizika při zajištění dýchacích cest patří mezi základní části předanesteziologického vyšetření na anesteziologické ambulanci, event. u lůžka pacienta. Hlavním důvodem je identifikace potenciálně rizikových pacientů, u kterých by implementace alternativního postupu při zajištění DC (např. zajištění dýchacích cest při vědomí, použití videolaryngoskopu, bronchoskopu) mohla být spojená s redukcí potenciálních komplikací. U všech pacientů je potřeba aktivně pátrat po anamnéze obtížného zajištění dýchacích cest v předchorobí a je doporučeno (ČSARIM 2019), aby pacienti s pozitivní anamnézou byli informováni a současně vybaveni kartičkou upozorňující na riziko obtížných

dýchacích cest. Mezi chronická onemocnění asociovaná s obtížnými dýchacími cestami patří revmatoidní artritida, ankylozující spondylitida, diabetes mellitus (limitovaná mobilita krční páteře), ale rovněž stavy po operačních výkonech, radioterapii nebo popáleninách v oblasti obličeje a krku. Obtížné dýchací cesty jsou dále asociované s řadou klinických syndromů: Pierre-Robin, Klippel-Feil, Treacher-Collins, mukopolysacharidózy a jiné (30). Součástí klinického vyšetření pacienta by měla být inspekce dutiny ústní, včetně zhodnocení skóre dle Mallampatiho (vizualizace uvuly, tvrdého a měkkého patra), zhodnocení dýchání, přítomnosti symptomů obstrukce dýchacích cest, prostoru mezi řezáky (vzhledem k nutnosti instrumentace v dutině ústní), mobility krční páteře, event. anatomických abnormalit (vrozené vady obličeje a krku, stp. operací a/nebo radioterapii v oblasti obličeje a krku). Mezi další metody používané k predikci obtížného zajištění DC patří např. měření thyreomentální vzdálenosti, sternomentální vzdálenost, upper-lip-bite test (testující schopnost protruze mandibuly), interincisor gap (prostor mezi řezáky). Dalšími rizikovými faktory jsou mužské pohlaví, věk (novorozenci a geriatricí pacienti s nejvyšším rizikem), obezita ($BMI \geq 35$) (31–33). V predikci je rovněž možno použít zobrazovací metody, jako rentgen, ultrazvuk, počítačovou tomografii (CT), magnetickou rezonanci (MRI). Incidence obtížných dýchacích cest je dle literárních údajů významně vyšší u dospělých pacientů a hůře predikovatelná ve srovnání s pediatrickou populací, nicméně data jsou extrémně variabilní a udávaný výskyt (0,06–1,34 % – obtížná laryngoskopie, 2,8–6,6 % – obtížná ventilace obličejovou maskou) (34–36) u dětských pacientů má významný rozptyl srovnatelný s daty z dospělé populace (4,4–9 % – obtížná laryngoskopie, 2,5–12,8 % – obtížná ventilace obličejovou maskou (37–39). Predikce nedosahuje signifikantní senzitivity a specificity a ideálním doporučeným postupem je implementovat několik testů do

standardního předanesteziologického vyšetření a v kombinaci s klinickým vyšetřením a anamnézou stanovit předpoklad obtížných dýchacích cest, naplánovat primární a sekundární plán zajištění DC a informovat pacienta/zákonného zástupce.

e. Možnosti zajištění dýchacích cest

V současnosti je k dispozici celé spektrum pomůcek určených k zajištění dýchacích cest. Dýchací cesty je možno zajistit supragloticky (nad úrovní hlasových vazů) nebo infragloticky (pod úrovní hlasových vazů). Supraglotické zajištění s sebou nese výhody menší invazivity, nižšího výskytu nežádoucích komplikací (bradykardie, laryngospasmus), ale může být rizikové u pacientů s rizikem aspirace. Infraglotické zajištění je považované za zlatý standard zajištění v přednemocniční, intenzivní péči a anestezii. Tracheální kanyla s obturační manžetou zavedenou pod oblast hlasových vazů (ideálně s možností subglotického odsávání sekretů stagnujících nad úrovní obturační manžety) poskytuje téměř ideální volbu zajištění DC stran bezpečnosti pacienta. Infraglotické zajištění je nicméně invazivní metoda vyžadující přímou laryngoskopii, hlubokou sedaci/anestezii, svalovou relaxaci a je spojena s vyšším výskytem rizika laryngospasmu, bradykardie, traumatizace DC a pooperačního stridoru. Volba pomůcky k zajištění by se měla řídit předpokladem obtížnosti zajištění dýchacích cest, typem a rozsahem operačního výkonu, typem anestezie a zkušeností anesteziologa.

i. Průchodnost dýchacích cest a poloha hlavy

Průchodnost dýchacích cest je při vědomí zabezpečena tonem svalů, nicméně po aplikaci sedativní/hypnotické medikace může dojít k obstrukci horních cest dýchacích (HCD) a tím k hypoventilaci a event. k následné hyperkapnii a hypoxii. Obstrukci je možno u pacientů bez rizika poranění/nestability krční páteře uvolnit pomocí záklonu hlavy nebo tzv. trojitým hmatem (Esmarchovým manévrem), jehož podstatou je předsunutí dolní čelisti společně se záklonem hlavy. Esmarchův manévr nicméně vyžaduje trénink a není doporučen pro laickou veřejnost. Doporučená ideální poloha

pro zajištění dýchacích cest u dospělých pacientů je supinní s podloženou hlavou (tzv. čichací poloha – sniffing position). Daná poloha vede k nejlepší vizualizaci hlasových vazů, nejlépe udržuje průchodnost dýchacích cest a redukuje výskyt obtížné ventilace obličejovou maskou a výskyt obtížného zajištění DC (41). Kontrola polohy hlavy figuruje jako první možnost optimalizace podmínek ve všech doporučeních pro obtížné dýchací cesty (27–28). Přes danou skutečnost je poloha hlavy často v klinické praxi podceňována a dané doporučení není dodržováno. Vzhledem k anatomickým odlišnostem u pediatrických pacientů (prominující okcipitální krajina) je u dětí do 2 let věku doporučeno podložit ramena (42–44). Podložením ramen u dané skupiny pacientů dosáhneme redukce antepozice laryngu při přímé laryngoskopii a tím můžeme zvýšit úspěšnost zajištění dýchacích cest. U pacientů ve věku 2–8 (12 let) je doporučena neutrální poloha hlavy, z důvodu anatomických změn v průběhu růstu (redukce prominence okcipitální krajiny versus těla pacienta).

ii. Supraglotické zajištění dýchacích cest

1. Obličejová maska

Obličejová maska je základní pomůcka k ventilaci pacientů v perioperační péči. Je k dispozici ve více velikostech a tvarech. Církulárně tvarované masky s kratším kranio-kaudálním rozměrem vedou u kojenců a novorozenců k minimalizaci tlakového poškození očí během manuální ventilace (40). Principem ventilace pomocí obličejové masky je zabezpečit dostatečnou těsnost systému samorozpínací vak (Ambuvak)-obličejová maska-pacient a při udržení průchodnosti dýchacích cest ventilovat pacienta intermitentním přerušovaným přetlakem. Ventilace obličejovou maskou umožňuje nejrychlejší terapeutickou intervenci ve srovnání s jinými pomůckami a patří mezi základní a zásadní dovednosti lékařského a nelékařského zdravotnického

personálu jak v přednemocniční, tak nemocniční péči. Ventilace je možná jednou osobou (jedna ruka zabezpečuje těsnost masky na obličeji pacienta a druhá ruka stlačuje samorozpínací vak), nicméně v klinické praxi může být daný postup obtížný a v případě neefektivní ventilace je doporučeno použít 2 osoby a 4 ruce (1. osoba zabezpečuje těsnost masky, 2. osoba stlačuje samorozpínací vak). Mezi hlavní rizika ventilace obličejovou maskou patří selhání metody, aspirace/regurgitace žaludečního obsahu a insuflace žaludku. Efektivitu ventilace je možno monitorovat pomocí pulzní oxymetrie (SpO₂) a EtCO₂.

2. Vzduchovody

Vzduchovod je dutý plastový tubus, který po zavedení do dýchacích cest může zlepšit průchodnost dýchacích cest. Rozlišujeme nosní a ústní vzduchovod. Jejich použití by mělo být omezené na pacienty s poruchou vědomí, v anestezii a kómatu, a to vzhledem k riziku laryngospasmu nebo reflexní bradykardie (cestou n. vagus) při dráždění v oblasti hypofaryngu.

3. Kombirourka

Kombirourka je supraglotická pomůcka, která byla vytvořena pro podmínky přednemocniční péče. Je k dispozici pouze pro pacienty s výškou >120 cm a obsahuje dvě lumen (1. distální, 2. proximální) (17). Kombirourka se zavádí do DC naslepo a vzhledem k anatomii DC majoritně (cca v 90 % případů) je distální konec zaveden do proximálního jícnu. V daném případě je možno pacienta ventilovat pomocí proximálního lumen. V přibližně 10 % případů je distální konec zaveden do DC, což umožňuje ventilaci distálním lumenem. Kombirourka nicméně vzhledem k excesivnímu vývoji supraglotických pomůcek (především laryngeálních masek 2. generace určených pro přednemocniční péči – LM Supreme™, ale také laryngeálního tubusu) má v dnešní době pouze omezené využití.

4. *Laryngeální tubus*

Je další supraglotickou pomůckou vytvořenou majoritně pro použití v přednemocniční péči, určenou i pro nelékařské zdravotnické pracovníky. Je možné ho použít také v anestezii. Na rozdíl od kombirourky je na trhu aktuálně k dispozici pro celé věkové spektrum pacientů. Obsahuje proximální a distální manžetu a stejně jako kombirourka obsahuje distální a proximální lumen. Distální lumen (jícnový) slouží na dekompresi jícnu a společně s distální manžetou významně redukuje potenciální riziko aspirace a regurgitace. Přetlaková ventilace je umožněna proximálním lumenem, který se nachází mezi proximální a distální manžetou tubusu v oblasti hypofaryngu neboli laryngopharyngu. Popularita a využití laryngeální tubusů jsou aktuálně na vzestupu, jejich další rozšíření je nicméně limitováno nedostatkem kvalitních evidence-based dat (EBM), která by srovnávala jejich efektivitu s nejrozšířenější supraglotickou pomůckou – laryngeální maskou.

5. *Laryngeální maska*

Laryngeální maska, vytvořená dr. Brainem v roce 1982, byla uvedena do klinické praxe v roce 1988 (16, 45). Laryngeální maska (LM) byla vytvořena s cílem utěsnit oblast laryngu, minimalizovat riziko aspirace, snížit invazivitu zajištění DC ve srovnání s tracheální intubací a umožnit přetlakovou ventilaci plic. Původní 1. generace LM (LM Classic™, LM Unique™) vykazovala vysokou efektivitu při minimu komplikací (47). Druhá generace laryngeálních masek je již na rozdíl od první generace vybavena distálním portem pro gastrickou drenáž umožňujícím zavedení gastrické sondy. Historicky první laryngeální maskou druhé generace byla LM Proseal™, která kromě gastrického lumen obsahuje také integrovaný biteblock (prevence komprese lumenu zvenčí). LM Proseal™ umožňuje dosáhnout vyšší inspirační tlaky ve srovnání s první generací LM (48–49), minimální insuflací žaludku (50), byla

s úspěchem použita při laparoskopických operacích, a to se srovnatelnou výkonností jako tracheální intubace (51), a umožňuje dosáhnout nejvyšší inspirační únikové tlaky (při porovnání s LM Supreme™ a LM i-Gel™) (52). Mezi další laryngeální masky druhé generace patří iGel™ a LM Supreme™. Jsou dostupné ve všech velikostech pro celé spektrum pacientů, vykazují vysokou bezpečnost a nízkou míru selhání. LM Supreme™ byla vytvořena specificky pro podmínky urgentní a přednemocniční péče. Jedná se o supraglotickou pomůcku druhé generace (jícnový port), která je specificky anatomicky tvarovaná, což umožňuje jednoduché a rychlé zavedení (vyšší úspěšnost prvního pokusu a kratší doba inserce ve srovnání s LM ProSeal™) (53). Svou klinickou výkonností (maximální únikový tlak, úspěšnost zavedení na první pokus, rychlost zavedení) jasně přesahuje laryngeální masky první generace (LM Classic™) (54–56). Její významnou limitací zatím zůstává především cena. Laryngeální maska i-Gel je semirigidní „gelová“ laryngeální maska, která svým designem významně ulehčuje zavedení do oblasti hypofaryngu. Ve srovnání s LM Supreme™ vedla LM i-Gel™ k vyšší úspěšnosti prvního pokusu, dosažení vyšších únikových tlaků (57–58) a současně dosahuje nejlepších podmínek pro následnou fiberoptickou intubaci/bronchoskopii (59). Laryngeální maska i-Gel™ byla s úspěchem použita během laparoskopických operací, kde vykazovala nejvyšší hodnoty maximálního únikového tlaku (zabezpečila nejvyšší těsnost dýchacího systému) (60).

Laryngeální masky jsou alternativou zajištění dýchacích cest během resuscitace a mají dnes nezastupitelné místo v managementu obtížného zajištění dýchacích cest (26–28, 61). U všech laryngeálních masek (kromě i-Gel™) je přítomna obturační manžeta a těsnost systému je dosažena její inflací. Doporučený inflační tlak činí 40–60 cm H₂O (dle výrobce). Současně je doporučeno měřit tlak v obturační manžetě v průběhu operace a vyhnout se tím riziku tlakového poškození sliznice v případě excesivního

nárůstu tlaku (např. v případě difuze N₂O) (62–63). Při korektně zavedené laryngeální masce se ukazuje, že těsnost systému je možno dosáhnout již při nižších tlacích (<40 cm H₂O) a současně tím redukovat výskyt pooperačního stridoru a bolesti v krku (17, 62, 64).

Překvapivě i po 30 letech v klinické praxi není aktuálně definována ideální anatomická pozice laryngeální masky. Laryngeální maska ve srovnání s tracheální intubací je v perioperačním období vzhledem k nižší invazivitě spojena s nižším výskytem desaturace, kašle, pooperačního stridoru, redukcí doby na dospávacím pokoji (17, 65–67).

iii. Infraglotické zajištění dýchacích cest

1. Tracheální intubace

Intubace pomocí tracheální kanyly je zlatým standardem v zajištění dýchacích cest. Do prostoru glottis v přímé laryngoskopii (přímé zobrazení hlasových vazů a hlasové štěrbin) pod zrakovou kontrolou se zavádí tracheální kanyla. Konec kanyly musí být umístěn subgloticky, aby se snížilo event. riziko migrace kanyly extragloticky a aby byla umožněna inflace obturační manžety kanyly v subglotickém prostoru (inflace v oblasti glottis může vést k poškození hlasových vazů). Obturační manžeta tracheální kanyly zabezpečuje vysokou těsnost systému, umožňuje přetlakovou ventilaci plic a významně redukuje riziko aspirace/regurgitace žaludečního obsahu a tím vznik aspirační pneumonitidy. V podmínkách intenzivní péče jsou rozšířené tracheální kanyly umožňující také odsávání sekretu z oblasti nad obturační manžetou (odsávání ze subglotického prostoru). Tracheální kanyly bez obturační manžety byly vzhledem ke snaze minimalizovat riziko postextubačního stridoru a snížit proudový odpor systému (dosáhnout co největšího průsvitu kanyly) historicky používané u

pediatrických pacientů <8 let věku (68). V dnešní době jsou balonkové tracheální kanyly, vytvořené dle anatomických specifikací dýchacích cest u pediatrických pacientů, plně akceptované v perioperační, urgentní a intenzivní péči (69). K přímé laryngoskopii se používá laryngoskop, který může mít dva typy lžic: MacIntosh (zahnutá), Miller (rovná). Nejrozšířenější je a nejčastěji se používá lžice typu MacIntosh, kdy po zavedení z pravého ústního koutku je jazyk odtlačen doleva (u lékaře s dominantní pravou rukou) a špička lžice zavedena do prostoru nad epiglottis (valeculae epiglotticea). K zobrazení vstupu do hrtanu dochází tahem za rukojeť laryngoskopu. Při intubaci pomocí lžice typu Miller se distální konec lžice zavádí přímo pod epiglottis. Millerova lžice se často používá při zajištění dýchacích cest u pediatrických pacientů, a to převážně u novorozenců a kojenců s ohledem na anatomické odlišnosti DC (prominence okcipitální krajiny, dlouhá prominující epiglottis) (17–20). Tracheální intubace a instrumentace v dutině ústní je invazivní výkon a v majoritě případů vyžaduje určitou hloubku sedace, event. celkovou anestezii. Současně je vždy před pokusem o tracheální intubaci nebo před zavedením supraglotické pomůcky nutno zajistit vstup do cévního řečiště z důvodu potenciálních komplikací (hypoxie, bradykardie) (70). Jediná výjimka je situace tzv. krajní nouze (srdeční zástava, resuscitace) (70). Kromě sedativní medikace se vzhledem ke snaze o dosažení lepších intubačních podmínek používá indukce svalové blokády pomocí svalových relaxancií.

2. *Koniopunkce/koniotomie*

Koniopunkce, nebo koniotomie, je chirurgický výkon, který se používá v emergentní situaci, kdy není možné jinak supragloticky nebo infragloticky zajistit DC a zabezpečit efektivní ventilaci a oxygenaci pacienta. Anatomicky se jedná o punkci, nebo incizi ve střední čáře ligamentum cricothyrodideum. Je poprvé popsána v roce 1909 jako tzv.

vysoká tracheostomie (71), byla používána u pacientů s diftérií (72), nicméně vzhledem k vysokému výskytu následné tracheální stenózy nedošlo k významnému rozšíření do klinické praxe (73–74). V 70. letech 20. století popsali Brantigan a Grow elektivní chirurgickou metodu krikotyreotomie u pacientů na prolongované umělé plicní ventilaci s minimálním výskytem komplikací (73, 75–76).

Koniopunkce/koniotomie je v dnešní době považována u dospělých pacientů za metodu volby při selhání zajištění dýchacích cest a přímém ohrožení pacienta hypoxií (nemožnosti ventilace a oxygenace). U dětských pacientů vzhledem k malým rozměrům krikotyroideální membrány a vysoké procento selhání koniopunkce (až 65 %) je jako první volba u dětí do 8 let věku v situaci cannot intubate / cannot oxygenate (CICO) doporučena rigidní bronchoskopie s tryskovou ventilací nebo chirurgická tracheostomie (28).

V dnešní době jsou k dispozici tři možnosti provedení krikotyreotomie/punkce: 1. punkce tenkou jehlou s následnou tryskovou ventilací, 2. punkce specializovanou jehlou s větším vnitřním průměrem, často probíhá zavedení pomocí Seldingerovy techniky (po vodiči), 3. chirurgická metoda.

U pacientů nad 12 let věku je v dnešní době výrazně preferována tzv. BACT metoda (bougie-assisted coniotomy). Jedná se o chirurgickou metodu, kde po iniciální incizi je jako vodič pro tracheální kanylu použita bužie. Daný postup kombinuje pomůcky dostupné na každém operačním sále, dospávacím pokoji nebo jednotce intenzivní péče, je maximálně jednoduchý a vykazuje vysokou efektivitu a minimální následné poškození DC i v této extrémně stresující situaci selhání zajištění DC (77). Ve srovnání s alternativními metodami je navíc rychlejší, má vyšší úspěšnost prvního pokusu i celkovou úspěšnost (78). Jedná se nicméně o dočasné zajištění dýchacích cest umožňující efektivní ventilaci pacienta do definitivního zajištění – např. chirurgickou

tracheostomií. Koniopunkce/koniotomie se provádí v extrémních krizových situacích. Vzhledem k nízké prevalenci u pacientů v perioperační péči je nutný její pravidelný trénink na modelu nebo kadaverech k dosažení vyšší úspěšnosti metody v klinické praxi.

3.Tracheotomie/tracheostomie

Tracheotomie/stomie je chirurgický vstup do dýchacích cest v oblasti průdušnice pod 2. (nejčastěji mezi 3. a 4. tracheální chrupavkou) tracheální chrupavkou. Výkon je možno provést operačně (chirurg, lékař ORL) nebo pomocí Seldingerovy metody punkčně. Tracheotomie/stomie je definitivním zajištěním dýchacích cest a v klinické praxi se může elektivně indikovat u pacientů s předpokládaným obtížným zajištěním dýchacích cest, akutně u pacientů s obtížnými dýchacími cestami (u pediatrických pacientů v rámci CICO algoritmu) po zajištění adekvátní ventilace a oxygenace (supraglotická pomůcka nebo koniopunkce/tomie), které není možno bezpečně vyvést z celkové anestezie. V intenzivní péči je tracheotomie/stomie indikována u pacientů na prolongované umělé plicní ventilaci (UPV), u pacientů s předpokládanou dlouhou UPV (tzv. časná tracheostomie) a u pacientů s předpokládaným nebo verifikovaným obtížným odpojováním od UPV (weaningem). Subgloticky lokalizovaný vstup do dýchacích cest obchází horní dýchací cesty a významně tím redukuje proudový odpor DC, snižuje dechovou práci a usnadňuje weaning. Tracheostomie je u pacientů při vědomí ve srovnání s tracheální kanylou významně lépe tolerována, ulehčuje ošetrovatelskou péči a redukuje výskyt nozokomiálních infekcí (79–80).

f. Úvod do anestezie

Úvod do anestezie patří společně s vyvedením z anestezie mezi kritické části perioperační péče. Mezi potenciální komplikace úvodu do anestezie patří oběhová nestabilita (hypertenze, hypotenze, tachykardie, bradykardie), laryngospasmus, bronchospasmus, desaturace, hypoxie a selhání zajištění dýchacích cest s rizikem signifikantní následné morbidity a mortality. Elektivní zajištění dýchacích cest v průběhu úvodu do anestezie by vzhledem ke známým rizikům mělo probíhat za co nejvíce standardních podmínek. K minimalizaci komplikací je potřeba dostatečné materiální vybavení a dostatek školeného personálu. V podmínkách ČR je nevyhnutná přítomnost anesteziologického týmu (lékař anesteziolog + anesteziologická sestra) v průběhu celé intraoperační péče. Lékařský a nelékařský personál má být periodicky proškolen také pro případ eventuálního obtížného zajištění dýchacích cest. Kromě anesteziologického přístroje a pomůcek na zajištění dýchacích cest musí být k dispozici monitor vitálních funkcí a pomůcky a léky k resuscitaci, terapii anafylaxe a případně toxické reakce na lokální anestetika. Stran zajištění dýchacích cest je nepodkročitelným minimem samorozpínací vak, obličejové masky více velikostí, vzduchovody, buzie, zavaděč, Magillovy kleště, funkční odsávačka a odsávací cévky, supraglotické pomůcky (laryngeální maska), skalpel, tracheální kanyly více velikostí a možnost monitorace EtCO₂.

i. Úvod do anestezie a zajištění dýchacích cest u pacienta s minimálním rizikem aspirace

Vzhledem k snaze minimalizovat riziko aspirace/regurgitace žaludečního obsahu je u elektivních operačních nebo diagnostických výkonů vyžadujících sedaci nebo celkovou anestezii doporučeno společně se zajištěním dýchacích cest i předoperační

lačnění. Doba lačnění je aktuálně stanovena na 6 hodin pro lehké jídlo (pro „těžké jídlo“ – masné, smažené jídlo – je doporučena doba lačnění na 8 hodin), 4 hodiny pro mateřské mléko a 2 hodiny pro čiré tekutiny (voda, čaj, káva, džus bez dužiny) (81). Před úvodem do anestezie a vlastním zajištěním DC je nutno ověřit skutečnou dobu lačnění cíleným dotazem. Pacient, který není lačný, může podstoupit anestezii pouze v případě, že potenciální přínos výkonu přesahuje riziko (život- nebo končetinu-zachraňující výkon). Příjem tekutin v objemu 3 ml/kg, a to až do 1 hodiny před operací, je aktuálně doporučen u dětských pacientů a je spojen s redukcí perioperačního emergentního deliria a redukcí incidence PONV (82–83). U lačného pacienta s minimálním rizikem aspirace bez předpokládaného obtížného zajištění dýchacích cest zvolí anesteziolog zajištění dýchacích cest s přihlédnutím k typu, předpokládané délce operačního výkonu, poloze pacienta, rizikovým faktorům výkonu a pacienta a zkušenosti. Krátké diagnostické a operační výkony je možno provést při sedaci a zachovalé spontánní ventilaci nebo v celkové anestezii při manuální ventilaci obličejovou maskou. Přetlaková ventilace obličejovou maskou je nicméně nejvíce riziková stran potenciální aspirace a je potřeba zvážit riziko oproti přínosu zajištění dýchacích cest supraglotickou pomůckou, která vede k efektivní ochraně DC při vyšší invazivitě výkonu. U řady pacientů zůstává i přes dodržení intervalu lačnosti řada faktorů spojených s rizikem aspirace: BMI > 35, gastroezofageální reflux, hiátová a paraezofageální hernie, achalázie jícnu, diabetická neuropatie, 3. trimestr těhotenství (17). Tato rizika je třeba zvážit při plánování zajištění dýchacích cest. Úvod do anestezie probíhá po kontrole dostupného vybavení, intervalu lačnění a vitálních funkcí intravenózní nebo inhalační formou. Intravenózní úvod je jednoznačně preferován u dospělých

pacientů, a to vzhledem k rychlému nástupu účinku intravenózních anestetik a absenci rizikového excitačního stádia, které se vyskytuje při inhalačním úvodu.

ii. Úvod do anestezie a zajištění dýchacích cest u pacienta s rizikem aspirace – Rapid Sequence Induction (Crush úvod)

Bleskový úvod do anestezie (Rapid Sequence Induction – RSI) je doporučen u pacientů s rizikem aspirace (81). RSI je souhrnem postupů a opatření, jejichž cílem je minimalizovat riziko aspirace/regurgitace během úvodu do anestezie. RSI byl poprvé popsán v roce 1970 jako úvod do anestezie rychle nastupujícím anestetikem (thiopental) a svalovým relaxans (sukcinylcholin) společně s tlakem na prstencovou chrupavku (Sellickův hmat) (82). Mezi součásti RSI v dnešní době patří monitorace pacienta, poloha pacienta s cílem snížit riziko aspirace, funkční zapnutá odsávačka s odsávací cévkou, zajištění intravenózního vstupu, preoxygenace, aplikace rychle nastupujícího intravenózního anestetika a svalového relaxans, Sellickův hmat, absence manuální ventilace obličejovou maskou = apnoická oxygenace a intubace tracheální kanylou s obturační manžetou po nástupu neuromuskulární blokády (17).

Daný postup se dnes považuje za standard péče, ačkoliv nejsou k dispozici žádná kvalitní EBM data potvrzující jeho benefit (17, 85). Vzhledem k tomu, že i po více než čtyřicetileté klinické praxi chybí doporučení pro provádění RSI, je popisovaná významná variabilita, a to jak v indikaci, tak v provedení (86–87). Ještě v roce 2002 byla kombinace thiopental + sukcinylcholin dominantní kombinací (>95 % respondentů, Thwaites et al., 2002) (88), v roce 2003 je již publikována klesající preference sukcinylcholinu (66 % versus 33 % – u rokuronia) (89) a v roce 2016 preference propofolu jako indukčního agens (63 % dotázaných, Sajayan et al.) (90). Klasický RSI je navíc vzhledem k absenci manuální ventilace spojen s významným

rizikem desaturace, hypoxemie a kardiovaskulárních komplikací (91–92). Snaha o redukci daných komplikací vedla k vytvoření tzv. modifikovaného RSI, u kterého je pacient manuálně ventilován až do nástupu neuromuskulární blokády. Riziko aspirace/regurgitace u tzv. modifikovaného RSI není jasné. Z předběžných publikovaných dat se nepotvrdilo a modifikovaný RSI byl spojen s redukcí incidence hypoxemie a kardiovaskulárních komplikací (93). Přesto, že absence manuální ventilace byla základním principem klasického RSI, praxe je variabilní a dle výsledků dotazníků Ehrenfeld et al. (2012) až 73 % respondentů používá ve své klinické praxi modifikovaný RSI (94). Redukci rizika insuflace žaludku při manuální ventilaci je možno dosáhnout limitací inspiračního tlaku ≤ 15 cm H₂O (95) nebo ideálně ≤ 12 cm H₂O, kdy daný inspirační tlak nevede k insuflaci žaludku a současně zabezpečí efektivní ventilaci plic (96). Klinická praxe je variabilní a více součástí klasického, ale také modifikovaného (kontrolovaného) RSI, zůstává kontroverzní (17, 97). Daný stav nás vedl k vytvoření dotazníkové akce: Bleskový úvod do anestezie v České republice 2016 (98) a následně k dotazníkové akci s podporou Evropské anesteziologické společnosti (ESA), které potvrdily významnou variabilitu praxe RSI.

1. Preoxygenace

Riziko hypoxemie a event. následných kardiovaskulárních komplikací v průběhu RSI je možno částečně redukovat pomocí tzv. preoxygenace. Fyziologickou podstatou preoxygenace je prodloužit dobu tzv. „bezpečné apnoe“ s využitím 100 % O₂. Preoxygenace s pomocí obličejové masky a 100 % O₂ po dobu 3–5 minut může prodloužit dobu do desaturace až na 5–8 minut (99). Riziko následných resorpčních atelektáz nepřevyšuje benefit zvýšené bezpečnosti pacienta v úvodu do anestezie (100). Preoxygenace je aktuálně doporučena u všech pacientů, u kterých je indikován RSI, a to včetně pediatrických pacientů.

2. Sellickův hmat

Sellickův hmat (SH), neboli tlak na prstencovou chrupavku s cílem komprese jícnu a redukci rizika regurgitace, patří mezi komponenty klasického RSI. SH byl poprvé popsán v roce 1961 (101–102) a několik desítek let byl nezpochybnitelnou součástí RSI. Hmat, který může vést ke kompresi dýchacích cest, až v 90,5 % případů vede k přesunu jícnu laterálně (103–104), zvyšuje riziko obtížného zajištění dýchacích cest (105–107), vede ke kašli a zvracení (108) a jeho efektivita nebyla nikdy potvrzena v randomizované kontrolované studii (17), je v dnešní době nejvíce kontroverzní součástí RSI (109–113). SH zabraňuje insuflaci žaludku (112–114), nevede nicméně k zamezení možnosti regurgitace částic menších než 4 mm (115). Přes korektní aplikaci SH v klinické praxi jsou popsány případy fatální aspirace a regurgitace (116–117). V klinické praxi je aplikace SH v průběhu RSI významně variabilní a až 70 % lékařů ho neaplikuje korektně (10 N při vědomí a následně 30 N po úvodu do anestezie) (118–119). Kontroverze týkající se SH, jehož efektivita je diskutabilní (100), je dále komplikovaná rizikem právních následků při vynechání SH z algoritmu RSI (120).

Aktuálně proto není možné z hlediska klinické praxe SH ani doporučit, ani zamítnout.

g. Obtížné zajištění dýchacích cest

Obtížné dýchací cesty jsou kritickou komplikací úvodu do anestezie. Dle platné definice: situace, v které anesteziolog se SZ není schopen dosáhnout adekvátní ventilace a oxygenace v kombinaci s negativním ovlivněním hemodynamiky v důsledku hyperkapnie, a/nebo hypoxemie (27–28). Z hlediska možnosti přípravy a event. modifikace klinického postupu je důležitá možnost predikce obtížných dýchacích cest, která je bohužel i přes kombinaci klinického vyšetření a klinických testů nedostatečně senzitivní a specifická.

i. Zajištění dýchacích cest u pacienta s předpokládaným obtížným zajištěním DC

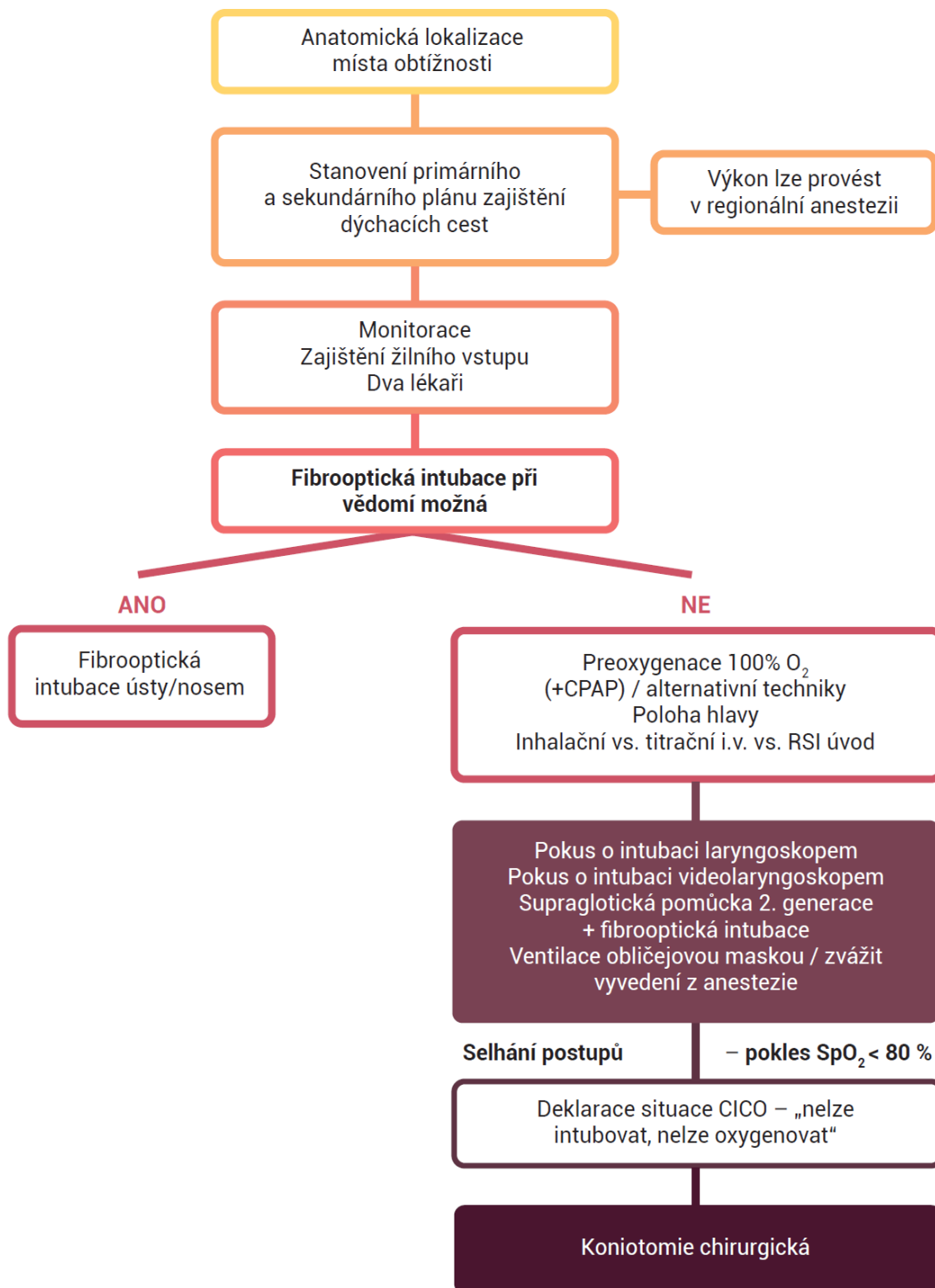
U pacientů s předpokladem obtížného zajištění dýchacích cest je zlatým standardem (doporučení ČSARIM 2019) fiberoptická intubace při vědomí v případě, že výkon není možno provést v sedaci, resp. lokální nebo regionální anestezii (121). V případě fiberoptické intubace jsou po zajištění intravenózního vstupu přítomni v průběhu úvodu až do definitivního zajištění dýchacích cest (a potvrzení korektní pozice tracheální kanyly auskultací a EtCO₂) 2 lékaři. V případě, že fiberoptická intubace není možná, lze provést operační výkon, jestliže přínos výkonu přesahuje riziko spojené s obtížným zajištěním dýchacích cest. Inhalační nebo intravenózní úvod do anestezie je následován přímou laryngoskopií, v případě dostupnosti videolaryngoskopu videolaryngoskopií nebo zavedením supraglotické pomůcky (dle operačního/diagnostického výkonu možno provést výkon při zajištění DC pomocí supraglotické pomůcky), kterou lze použít jako kanál pro následnou fiberoptickou intubaci při efektivní ventilaci pacienta. V případě selhání daného postupu je třeba zvážit možnost vyvedení pacienta z anestezie (SpO₂ > 80 %), jinak jako „ultimum

refugium“ zůstává chirurgická koniotomie – BACT. Doporučený postup ČSARIM uveden na Obr. 1. (121)

ii. *Situace Cannot intubate / Cannot oxygenate (CICO)*

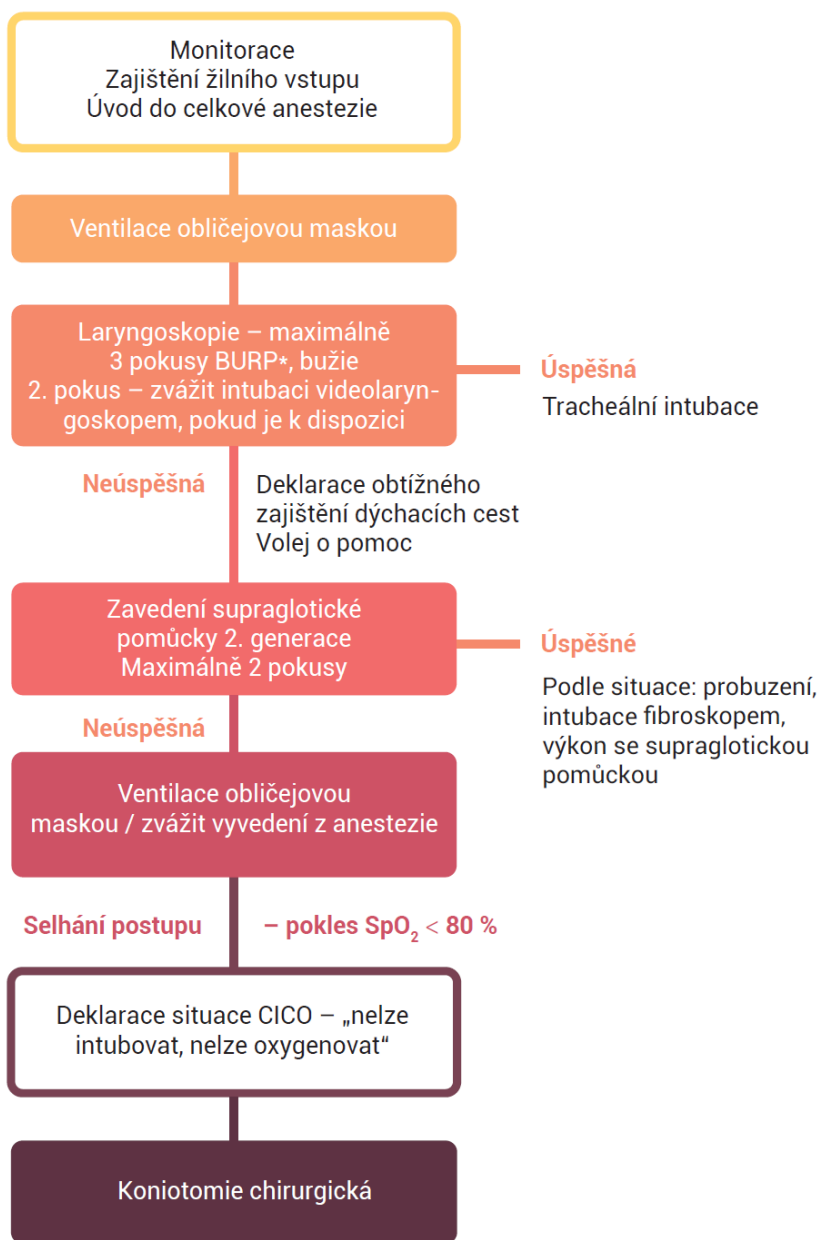
Situace, kdy není možné zajistit efektivní ventilaci a oxygenace pacienta, jsou kritické okamžiky anesteziologické péče spojené s významnou následnou morbiditou a mortalitou. Základním principem zůstává snaha o oxygenaci – ventilace obličejovou maskou 100 % O₂ ve dvou lidech, při neefektivitě postupu zavedení supraglotické pomůcky 2. generace (s možností následné fibrooptické intubace). Při dosažení efektivní ventilace je nutno zvážit možnost vyvedení z anestezie nebo provedení operačního/diagnostického výkonu při zajištění DC pomocí supraglotické pomůcky. Při selhání metody a nemožnosti vzbudit pacienta je poslední možností chirurgická koniotomie – BACT (u pacientů >12 let věku) (121). Doporučený postup ČSARIM je uveden na Obr. 2. (121)

OČEKÁVANÉ OBTÍŽNÉ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST U DOSPĚLÉHO PACIENTA



Obrázek 1. Očekávané obtížné zajištění dýchacích cest u dospělého pacienta

NEOČEKÁVANÉ OBTÍŽNÉ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST U DOSPĚLÝCH



*BURP = backwards, upwards, rightwards pressure

Obrázek 2. Neočekávané obtížné zajištění dýchacích cest u dospělého pacienta

h. Extubace a pooperační období

Vyvedení z anestezie, nástup spontánní ventilace a obnova ochranných reflexů dýchacích cest jsou další kritickou fází perioperační péče. V závislosti na obtížnosti zajištění DC, rozsahu, délce operačního výkonu a přidružených komplikacích je následně stanoven postup pro pooperační období. Dle doporučení Difficult Airway Society (DAS) je možno rozdělit pacienty na nízko rizikové (lačný pacient, bez rizikových faktorů, zajištění dýchacích cest proběhlo bez komplikací) a rizikové (pacienty s rizikovými faktory, s obtížným zajištěním dýchacích cest) (122).

U pacientů s nízkým rizikem je po optimalizaci vitálních funkcí preferovaná extubace při vědomí a dostatečné spontánní ventilaci. Před vlastní extubací je doporučena preoxygenace 100 % O₂, zhodnocení a event. antagonizace neuromuskulární blokády a příprava pomůcek pro event. reintubaci. Další možností je extubace v hluboké anestezii s následnou manuální ventilací obličejovou maskou až do obnovy spontánní ventilace a ochranných reflexů DC. Daná metoda nicméně vyžaduje u dospělých pacientů zkušenost a je považována za expertní alternativu extubace při vědomí (122).

U rizikových pacientů je nutno zvážit poměr rizika a přínosu extubace (možnost extubace na ARO/JIP, možnost provedení tracheostomie). V případě plánované extubace rizikového pacienta je po optimalizaci vitálních funkcí možné volit mezi extubací při vědomí nebo alternativními technikami zajištění DC po vodiči laryngeální maskou, nebo lze zavést tzv. airway exchange catheter (specializovaný katétr, který je přes tracheální kanylu zaveden do DC před vlastní extubací – umožňuje insuflaci O₂ do DC a event. rychlou reintubaci). (122)

U všech pacientů je po vyvedení z anestezie nutná monitorace vitální funkcí, hodnocení analgezie, stavu vědomí, PONV na dospávacím pokoji nebo na JIP/ARO do doby plného zotavení z anestezie.

i. Reziduální neuromuskulární blokáda

Součástí celkové (doplňované anestezie) jsou hypnotika/anestetika, analgetika a také myorelaxancia. Svalová relaxace vede ke zlepšení intubačních podmínek (123–124), potlačení stresové reakce na přímou laryngoskopii (125) a zlepšuje operační podmínky (126–127). Jedním z předpokladů bezpečného průběhu pooperačního období je plné zotavení z neuromuskulární blokády, které je definováno hodnotou Train-of-Four ratio $\geq 0,9$ (TOFr – poměr síly prvního a čtvrtého záškubu vyvolaného stimulací a změřeného akcelerometrem) (128). Reziduální svalová blokáda (TOFr $< 0,9$) je spojena s negativním ovlivněním perioperační morbidit a mortality (129–130). Reziduální blokádu nelze vzhledem k nízké senzitivitě a specifitě identifikovat pomocí klinických testů (síla stisku ruky, zvednutí hlavy na podložku), přičemž doporučenou metodou umožňující kvantitativní stanovení hloubky reziduální blokády zůstává akcelerometrie (17, 131). V případě stanovené svalové blokády je možná aktivní farmakologická reverze blokády (neostigmin, sugammadex). Přes jasně identifikovaná rizika reziduální blokády a doporučení publikované ČSARIM (kvantitativně měřit hloubku svalové blokády, a to minimálně jednou před vyvedením z anestezie) (132) zůstává výskyt reziduální blokády vysoký (až 63,5 %) (130, 133), a to i v perioperační péči v ČR (až 48,2 %) (134).

i. Specifika pediatrického pacienta v perioperační péči

Perioperační péče u pediatrického pacienta má svá specifika, která jsou založena na anatomických, fyziologických a psychosociálních odlišnostech. Pediatrická perioperační péče je v ČR centralizována, což má za cíl kumulovat zkušenosti a potenciálně redukovat riziko komplikací.

Stran zajištění dýchacích cest musí anesteziolog počítat s rozdílnou anatomií (velká okcipitální krajina, dlouhá prominující epiglottis, relativně velký jazyk a menší prostor v dutině ústní pro instrumentaci) (17–20), s rozdíly ve fyziologii (vyšší minutový srdeční výdej, vyšší spotřeba kyslíku na kg hmotnosti, větší potenciál k desaturaci a hypoxii) (17–18, 21), ale také s odlišným psychosociálním stavem pacienta (omezená možnost komunikace, separační úzkost, strach ze zavedení cévního vstupu), což vede k implementaci alternativních postupů (např. inhalační úvod do anestezie).

i. Možnosti úvodu do anestezie u dětského pacienta

Úvod do celkové anestezie je u dospělých pacientů v naprosté většině intravenózní z důvodu potlačení excitačního stádia a rychlého a příjemného nástupu účinku intravenózních anestetik. U dětských pacientů, u kterých je třeba počítat s omezenou spoluprací danou věkem, separační úzkostí a strachem z neznámého prostředí, je strach z venepunkce dále komplikován vysokým výskytem obtížného zajištění periferního žilního vstupu (135). V pediatrické anestezii je proto relativně rozšířen inhalační úvod sevofluranem, a to s ohledem na hemodynamickou stabilitu, minimální iritaci dýchacích cest a relativně příjemnou vůni inhalačního anestetika (136–137). Inhalační úvod je nicméně možný jen u lačných pacientů s minimálním rizikem aspirace a bez poruchy průchodnosti DC (70). Zajištění dýchacích cest je kromě situací krajní nouze (resuscitace) možné až po zajištění intravenózního vstupu (70).

Inhalační úvod je spojen s rizikem PONV, pooperačního emergentního deliria, s kašlem a třesem (137–142). Pooperační emergentní delirium se v perioperační péči u pediatrických pacientů vyskytuje s incidencí mezi 10–67 % (143–144), signifikantně častěji při anestezii sevofluranem ve srovnání s propofolem (143, 145). Inhalační anestezie ve srovnání s totální intravenózní anestezí (TIVA) může být kromě pooperačního emergentního deliria rovněž asociovaná s dlouhodobou poruchou chování (neklid, příznaky syndromů z odnětí až 6 měsíců po operaci) (146). Hlavní limitací intravenózního úvodu je nutnost venepunkce při vědomí, což může vést k významnému neklidu, zhoršení spolupráce a anxiety dětského pacienta na operačním sále. K bezbolestné venepunkci bez stresu je možno použít celou řadu postupů od sedativní premedikace po odvedení pozornosti pacienta před vlastní punkcí, ale především pomocí analgetického efektu lokálních anestetik v místě venepunkce. Nejpoužívanějším přípravkem je EMLA™ (směs lidokainu a prilokainu), který je dostupný ve formě krému nebo náplastí. EMLA™ se aplikuje do oblasti předpokládané venepunkce minimálně 45–60 minut před vlastní punkcí. Ve srovnání s alternativními metodami (vibrace, chlazení) je efekt EMLA™ superiorní (147), nicméně u pacientů < 3 měsíce věku byl její efekt srovnatelný s placebem nebo glukózou (148).

Překvapivě jsou dispozici pouze limitovaná data srovnávající indukci a vedení anestezie propofolem versus sevofluranem. Volba úvodu do anestezie u pediatrického pacienta v dnešní době dominantně závisí na preferenci pacienta či anesteziologa a významně se liší dle jednotlivých center pediatrické anestezie.

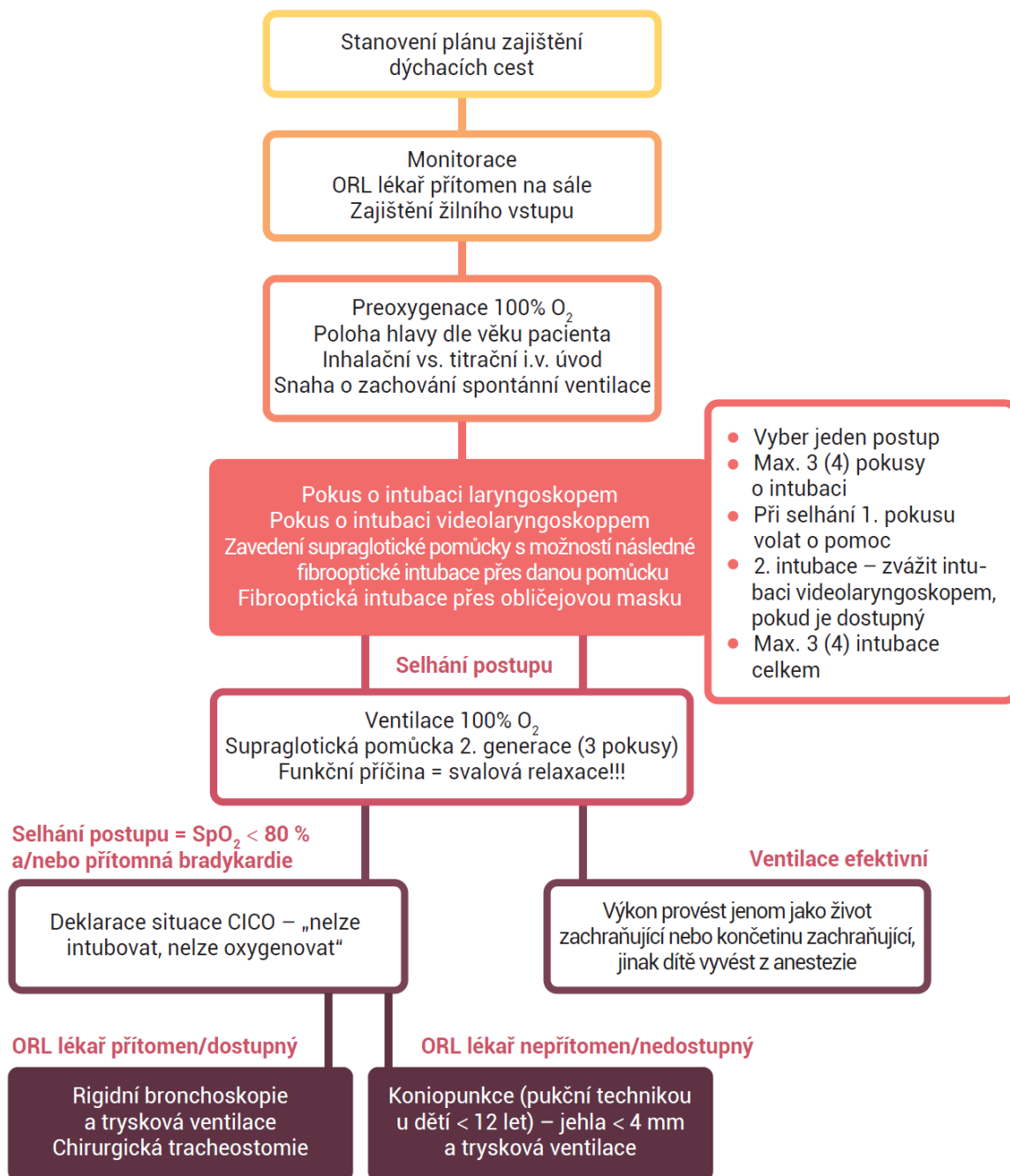
ii. *Obtížné zajištění DC u pediatrických pacientů*

1. *Očekávání obtížné zajištění dýchacích cest u pediatrických pacientů*

Incidence obtížného zajištění dýchacích cest je dle publikovaných dat nižší u pediatrických pacientů (33–35) a ve srovnání s dospělou populací je majorita lépe predikovatelná (36). U dané rizikové skupiny pacientů by mělo zajištění dýchacích cest a úvod do anestezie probíhat v specializovaném centru pediatrické anestezie, kde je dostupné adekvátní přístrojové vybavení a školený personál (149–150). Postup zajištění DC je stanoven předoperačně. S cílem minimalizovat riziko je v průběhu úvodu do anestezie zajištěn intravenózní vstup a do definitivního zajištění je na operačním sále přítomen zkušený ORL lékař, který v případě situace CICO provede rigidní bronchoskopii nebo chirurgickou tracheostomii (149, 151). Následně je u dětských pacientů po iniciální preoxygenaci a zajištění žilního vstupu proveden úvod do celkové anestezie (inhalační nebo intravenózní) se snahou o zachování spontánní ventilace (17). Následně je k dispozici možnost intubace laryngoskopem, v případě dostupnosti videolaryngoskopem (121), nebo metody fibrootické intubace přes obličejovou masku, či supraglotickou pomůcku (121, 153–154), které jsou v posledních letech preferovány. Při selhání daného postupu je nutno zvážit možnost vyvedení pacienta z anestezie, vyloučit funkční příčinu (laryngospasmus), nebo zavést supraglotickou pomůcku, která může situaci efektivně řešit až v 96 % případů (155). Při funkční ventilaci a oxygenaci pomocí laryngeální masky je možno následně provést jen akutní život- nebo končetinu ohrožující výkon (27–28, 36, 121). V případě selhání supraglotické pomůcky a nemožnosti vyvedení pacienta z anestezie ($SpO_2 < 80$ %, bradykardie) se jedná o situaci CICO a přítomný ORL lékař provede rigidní

bronchoskopii s tryskovou ventilací nebo chirurgickou tracheostomií (121). V případě nepřítomnosti ORL lékaře je metodou u dětských pacientů < 12 let koniopunkce, u pacientů > 12 let chirurgická koniotomie (BACT) (27–28, 36, 121). Detailní postup doporučení ČSARIM pro management očekávaného obtížného zajištění DC u pediatrického pacienta je uveden na Obr. 3.

OČEKÁVANÉ OBTÍŽNÉ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST U PEDIATRICKÉHO PACIENTA (< 12 LET)



2.

Obrázek 3. Očekávané obtížné zajištění dýchacích cest u pediatrického pacienta

2. Situace Cannot intubate / Cannot oxygenate (CICO) u pediatrických pacientů

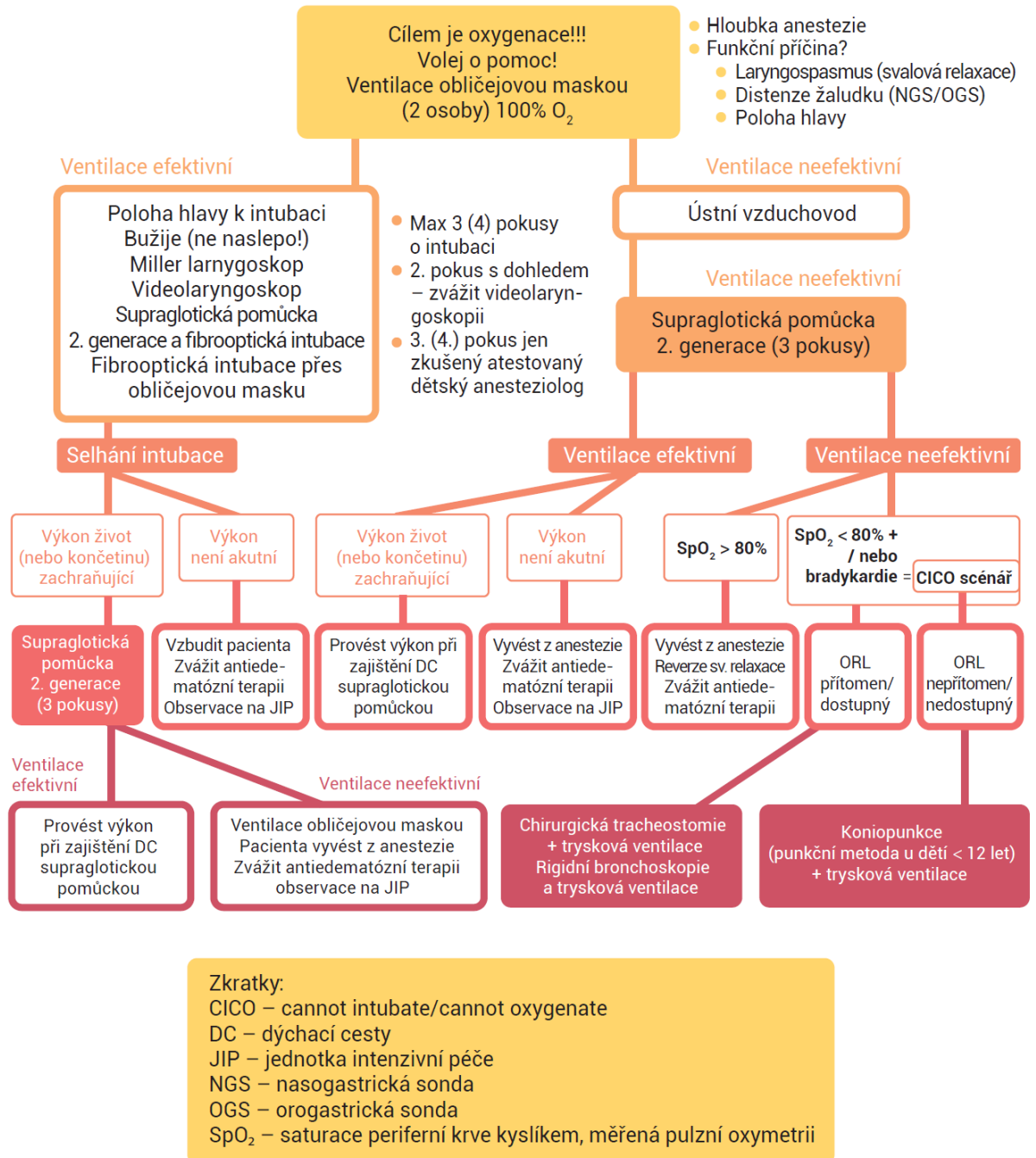
Situace, ve které není možné pacienta ventilovat a oxygenovat, patří mezi nejrizikovější situace v perioperační péči (17). Na rozdíl od dospělých pacientů se často jedná o tzv. funkční příčinu CICO (laryngospasmus, nedostatečná hloubka anestezie, opioidy indukovaná rigidita) (2–4), kterou je možno odstranit prohloubením anestezie, či neuromuskulární blokádou (17). Stejně jako v průběhu celé perioperační péče je kladen hlavní důraz na efektivní oxygenaci. Oxygenace pacientů je základním cílem i v situaci CICO. Anatomická obstrukce DC může být způsobená nesprávnou polohou hlavy pacienta, a proto patří mezi iniciální kroky algoritmu CICO kontrola korektní polohy a ventilace obličejovou maskou 100 % O₂ spolu s voláním o pomoc (27–28, 36, 121). Při obtížné ventilaci obličejovou maskou je doporučeno ventilovat pacienta pomocí 4 rukou (2 lidi) a v případě, kdy není možno vyloučit malfunkci materiálního vybavení, je doporučeno použít samorozpínací vak (28, 156–157).

V rámci snahy o vyloučení funkční příčiny je v případě laryngospasmu nebo suspekce na tento stav možno prohloubit anestezii zvýšením inspiračního průtoku plynů a koncentrace inhalačního anestetika (sevofluranu), podat bolusovou dávku propofolu nebo sukcinylcholin v redukované dávce (17,122, 158–159). Jednou z příčin CICO může být také distenze žaludku, která vyžaduje zavedení gastrické sondy a akutní dekompresi. Po dosažení efektivní ventilace je následný postup shodný s postupem pro očekávané obtížné zajištění DC u pediatrického pacienta (ČSARIM 2019) (121).

Dýchací cesty je možno zajistit videolaryngoskopem, fibrooptickou intubací nebo supraglotickou pomůckou. V případě přetrvávající neefektivní ventilace je nutno zkusit zavést supraglotickou pomůcku (laryngeální masku s možností následné fibrooptické intubace). Při selhání postupu a nemožnosti vyvést pacienta bezpečně

z anestezie ($\text{SpO}_2 < 80\%$ a/nebo přítomné bradykardie) je možno provést rigidní bronchoskopii s tryskovou ventilací nebo chirurgickou tracheostomií (vše ORL lékař). Jako „ultimum refugium“ ve snaze o záchranu života pacienta zůstává při nepřítomnosti ORL lékaře koniopunkce (27–28, 36, 121), která je vzhledem k rozměrům krikotyreoidní membrány nicméně spojena až s 65 % rizikem selhání (17, 28). Z tohoto důvodu je u kojenců a novorozenců (< 1 rok) doporučena punkční tracheostomie pomocí jehly (17, 160–161). Souhrn doporučeného postupu ČSARIM (2019) pro management neočekávaného obtížného zajištění dýchacích cest u pediatrických pacientů je uveden na Obr. 4. (121)

NEOČEKÁVANÉ OBTÍŽNÉ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHAČÍCH CEST – PEDIATRICKÝ PACIENT (< 12 LET VĚKU)



Obrázek 4. Neočekávané obtížné zajištění dýchacích cest u pediatrického pacienta

iii. Možnosti zajištění dýchacích cest u dětského pacienta

Dýchací cesty u pediatrického pacienta je možno zajistit celou řadou pomůcek od obličejové masky, laryngeální masky, laryngeálního tubusu až po tracheální intubační kanylu a tracheostomickou kanylu. Při managementu zajištění DC je nutno respektovat specifickou anatomii DC u pediatrických pacientů (17–20), která je zohledněna např. u laryngeální masky ProSeal™ (modifikovaná manžeta, chybějící dorzální část) (162), cirkulárních obličejových masek nebo tracheálních kanyl s obturační manžetou – MicroCuff™.

1. Tracheální kanyly s obturační manžetou nebo bez manžety

Tracheální kanyly bez obturační manžety byly historicky používány u pediatrických pacientů < 8 let věku (68) ve snaze redukovat riziko postextubačního stridoru. Subglotický prostor (funkčně nejužší prostor DC u pediatrických pacientů) nicméně dle recentních dat (MRI) nemá kruhový, ale epileptický tvar (17, 25), a proto i korektně zavedená tracheální kanyla bez obturační manžety může při snaze o dosažení dostatečné těsnosti systému vést k poškození sliznice DC a následnému stridoru (17). Moderní balonkové tracheální kanyly (MicroCuff™) jsou dnes proto akceptované jako plnohodnotný ekvivalent bezbalonkových kanyl, jak v perioperačním období, tak i v intenzivní péči (u všech věkových skupin) (69). Redukují nutnost reintubace (101) a incidenci bolesti v krku a stridoru v pooperačním období (17, 163). Balonkové tracheální kanyly umožňují lepší protekci DC a efektivní měření EtCO₂. Předpokladem dodržení bezpečnosti tracheálních kanyl s obturační manžetou je měření a udržování inflačního tlaku v manžetě ≤ 20 cmH₂O (69).

j. Tematické okruhy habilitační práce

Prvním tematickým okruhem této habilitační práce je možnost predikce a managementu obtížných dýchacích cest. S cílem sjednotit klinickou praxi týkající se obtížného zajištění DC vznikl Doporučený postup zajištění dýchacích cest u dospělých pacientů a dětí (121), na kterém jsem se spoluautorsky podílel.

Druhý tematický okruh habilitační práce je věnován problematice bleskového úvodu do anestezie (RSI). Vzhledem k absenci doporučení pro klinickou praxi a předpokládané vysoké variabilitě praxe vznikla dotazníková studie Bleskový úvod do anestezie v České republice 2016: dotazníková studie (98), která potvrdila významnou variabilitu v klinické praxi RSI a současně upozornila na rizikovou praxi. V návaznosti na výsledky dotazníkové studie v ČR jsem ve spolupráci s ČSARIM, ESA, AKUTNĚ.CZ a s kolegy z Kliniky dětské anesteziologie a resuscitace vytvořil mezinárodní dotazníkovou studii týkající se praxe RSI u členů ESA (RSIEU). Výsledky dané studie rovněž poukázaly na vysokou variabilitu praxe RSI.

Cílem daných studií bylo upozornit na možnou rizikovou klinickou praxi, což by v budoucnu mělo vést k urychlené tvorbě národního, event. mezinárodního doporučení pro RSI.

Třetím tematickým okruhem habilitační práce jsou kontroverze v perioperačním zajištění dýchacích cest u pediatrických pacientů. Ve snaze identifikovat nejčastěji diskutované oblasti v perioperačním managementu dýchacích cest u dětských pacientů vznikl přehledový článek *Controversies in Pediatric Perioperative Airways*, který byl v roce 2015 publikován v časopisu *Biomedical Research International*. Důkazem, že daný článek zaujal odbornou veřejnost, je i počet citací (celkem 14) a to, že na VIII. konferenci AKUTNĚ.CZ v roce 2016 získal Cenu Jiřího Macha udělovanou nejlepší publikovanou práci autora do 35 let věku.

Další výzkum byl zaměřen na použití supraglotických pomůcek v pediatrické anestezii, konkrétně na ideální pozici laryngeální masky a vliv její malpozice na klinickou výkonnost masky. Důvodem je skutečnost, že ani přes třicetiletou klinickou praxi není jasná ideální anatomická pozice laryngeální masky, ani to, jestli má anatomická pozice vliv na její klinický výkon. V mé práci jsem se dále věnoval studiu použití svalových relaxancií v pediatrické populaci, která se v pediatrické anestezii používají méně často než u dospělé populace (164), a to z důvodu odlišných anesteziologických postupů (inhalační úvod) a odlišného spektra a trvání operačních výkonů. Svalová relaxace má své benefity i rizika: zlepšení intubačních podmínek (123–124), zlepšení operačních podmínek (126–127), výskyt reziduální blokády v pooperačním období, která je spojena se signifikantní morbiditou a mortalitou pacientů (129–130). Vysoký výskyt reziduální svalové blokády byl opakovaně popsán u dospělých pacientů (130, 133), zatímco data z pediatrické populace jsou minimální. Výsledky prospektivní observační studie Residual neuromuscular block in paediatric anaesthesia, publikované v časopise British Journal of Anaesthesia (IF 6,199, 2. ve WoS v kategorii Anesteziologie), upozornily na srovnatelně vysoký výskyt reziduální blokády i u dětských pacientů (48,2 % po extubaci, 26,9 % na dospávacím pokoji) (134). Článek na XI. konferenci AKUTNĚ.CZ v roce 2019 získal Cenu Jiřího Macha.

2. Obtížné zajištění dýchacích cest a možnosti predikce

a. DAM ČSARIM

Obtížné zajištění dýchacích cest, event. selhání zajištění dýchacích cest, je kritickou událostí, která negativně ovlivňuje morbiditu a mortalitu pacientů a současně s sebou nese riziko právních následků. S ohledem na daná fakta a ve snaze unifikovat postup managementu obtížného zajištění dýchacích cest v klinické anesteziologické praxi v ČR vznikl pod záštitou ČSARIM „Doporučený postup zajištění obtížných dýchacích cest u dospělých a dětských pacientů“. Doporučený postup byl konzultován a schválen, vedle ČSARIM, také Českou společností otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku ČLS JEP. Doporučení ČSARIM je založeno na mezinárodním doporučení Difficult Airway Society (DAS). Cílem doporučeného postupu je sjednotit definici obtížného zajištění dýchacích cest, upozornit na základní principy managementu dýchacích cest (cílem je oxygenace) a doporučit kontinuální vzdělávání anesteziologů v dané oblasti. Možnosti predikce obtížných dýchacích cest zůstávají nadále limitovány. Mezi identifikované rizikové faktory obtížných dýchacích cest patří: předchozí údaj o obtížných dýchacích cestách, syndrom spánkové apnoe, obezita nad BMI 30 kg/m², stavy spojené s omezením pohyblivosti v atlantookcipitálním skloubení, stavy spojené s omezením otevírání úst, vrozené nebo získané deformity hlavy a krku, nádory v oblasti obličeje, dutiny ústní a krku a stavy po radioterapii hlavy a krku (121). Nejvyšší výskyt pacientů s obtížnými dýchacími cestami je v otorinolaryngologii, chirurgii hlavy a krku, stomatochirurgii, porodnictví, při diagnostických nebo léčebných výkonech v oblasti průdušnice a bronchů a v bariatrické chirurgii (121). Odlišnosti u dětských pacientů se týkají dětí <12 let věku. U dětských pacientů je vzhledem k vyšší spotřebě kyslíku na kg hmotnosti v kombinaci s menší funkční reziduální kapacitou vyšší riziko desaturace (17–18, 21).

Nejčastější příčina neočekávaného obtížného zajištění dýchacích cest v pediatrii je tzv. funkční (mělká anestezie, laryngospasmus, hypertrofie patrových tonzil, nesprávná poloha hlavy, bronchospasmus, svalová rigidita po podání opioidů) (121). Nejvyšší riziko a výskyt obtížného zajištění dýchacích cest je u novorozenců a kojenců (121). V dalších částech se článek věnuje doporučeným možnostem personálního a materiálních vybavení anesteziologického pracoviště. Implementace interního doporučeného postupu pro obtížné zajištění dýchacích cest, opakovaného tréninku a vzdělávání lékařských a nelékařských zdravotnických pracovníků, možnostem screeningu a identifikace obtížných cest, resp. dokumentace. Za nejvýznamnější části celého doporučeného postupu je nicméně možno považovat přílohy, které zahrnují doporučený postup pro záznam, kartičku identifikující pacienta s obtížným zajištěním dýchacích cest a grafické zobrazení doporučeného postupu pro očekávané a neočekávané obtížné zajištění dýchacích cest u dospělého a dětského pacienta. S ohledem na specifika daných pacientů je rovněž k dispozici doporučený postup pro obtížné zajištění dýchacích cest v porodnictví a hrudní chirurgii (121).

DOPORUČENÝ POSTUP

Zajištění obtížných dýchacích cest u dospělých a dětí

Černý V.¹⁻⁵, Chrobok V.⁶, Klučka J.⁷, Křikava I.⁷, Michálek P.^{8,9}, Otáhal M.⁸, Škola J.¹, Štourač P.⁷, Vymazal T.¹⁰

Jména autorů jsou uváděna v abecedním pořadí, podíl jednotlivých autorů na rukopisu je uveden na konci práce.

¹Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem,

Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví – IPVZ

²Centrum pro výzkum a vývoj, Fakultní nemocnice Hradec Králové³Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova⁴Department of Anesthesia, Pain Management and Perioperative Medicine, Dalhousie University, Halifax, Kanada⁵Ústav pro nanomateriály a inovace, Technická univerzita Liberec⁶Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku, Fakultní nemocnice Hradec Králové,

Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova

⁷Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Fakultní nemocnice Brno, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity⁸Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. lékařská fakulta, Univerzita Karlova a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze⁹Department of Anesthesia and Intensive Medicine, Antrim Area Hospital, Antrim, Spojené Království¹⁰Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny 2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole

Česká společnost anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (ČSARIM) České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně (ČLS JEP)

Doporučený postup byl schválen výborem ČSARIM dne 12. 6. 2019

Akreditační komise oboru anesteziologie a intenzivní medicína (AK AIM)

Doporučený postup byl schválen AK AIM dne 13. 5. 2019

Česká společnost otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku (ČSORLCHHK) České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně (ČLS JEP)

Doporučený postup byl schválen výborem ČSORLCHHK dne 27. 6. 2019

Anest intenziv Med. 2019;30:xxx-xxx

ÚVOD

V předloženém dokumentu jsou formulována doporučení pro zajištění dýchacích cest v situacích typu „nelze intubovat / nelze oxygenovat“ (CICO) u dospělých a dětí v kontextu poskytování anesteziologické a perioperační péče (AP). Text je určen primárně lékařům oboru anesteziologie a intenzivní medicína (AIM). Jednotlivá doporučení vycházejí z dostupných publikovaných odborných zdrojů k dané problematice, názorů členů pracovní skupiny a externích oponentů. Předložený doporučený postup vyjadřuje odborný názor České společnosti anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (ČSARIM) k dané problematice, představuje možný základ pro tvorbu lokálních řízených dokumentů

pracovišť oboru AIM a může rovněž sloužit jako jeden ze vzdělávacích zdrojů problematiky v rámci předatestační přípravy. Vznikem doporučeného postupu naplňuje ČSARIM i svůj závazek v rámci přijetí tzv. Helsinské deklarace [1].

1 METODOLOGIE A PRINCIPY FORMULOVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH DOPORUČENÍ

Z důvodu nedostupnosti dostatečných národních zdrojů pro vznik doporučení *de novo* metodami (např. GRADE), kterými vznikají mezinárodní doporučení, byly k formulování jednotlivých doporučení/stanovisek využity:

a) publikovaná doporučení se vztahem k tématu,

DOPORUČENÝ POSTUP

- b) systematická a kritická analýza vybrané odborné literatury vztahující se k problematice jednotlivých doporučení,
- c) jiné citovatelné zdroje,
- d) názory členů autorského kolektivu.

Jednotlivá doporučení a stanoviska nemají uvedenou sílu/naléhavost doporučení a přesvědčivost důkazů. Pracovní skupina dokumentu se shoduje v názoru, že uvedená doporučení by měla být vnímána na úrovni pojmů „správná léčebná praxe“ či „popis správného postupu“, které odrážejí stav odborného poznání k dané problematice a názor autorského kolektivu v předmetné době vzniku dokumentu. Pro formulaci každého doporučení muselo být dosaženo konsenzu mezi členy pracovní skupiny.

V dokumentu jsou používány následující pojmy:

- doporučujeme (ekvivalent „silného“ doporučení),
- navrhuje zvažít (ekvivalent „slabého“ doporučení),
- nedoporučujeme.

2 ZÁKLADNÍ VÝCHODISKA

2.1 POUŽÍVANÉ DEFINICE

V odborné literatuře existuje vysoká variabilita používaných definic k popisu situací v souvislosti se zajištěním obtížných dýchacích cest. V dokumentu formulované definice vycházejí z materiálů Canadian Airway Focus Group [2] a týkají se zajištění dýchacích cest v souvislosti s poskytováním AP.

2.1.1 OBTÍŽNÉ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍ CEST, OBTÍŽNÉ DÝCHACÍ CESTY

Stav, kdy lékař s přidělenou/přijatou kompetencí předpokládá obtížné zajištění dostatečné ventilace/oxygenace pacienta s využitím některé z dostupných technik/pomůček k zajištění dýchacích cest (obličejová maska, supraglottická pomůčka, tracheální intubace, koniotomie) nebo kdy k takové situaci již došlo.

2.1.2 OBTÍŽNÁ VENTILACE MASKOU

Stav, kdy lékař s přidělenou/přijatou kompetencí není schopen zajistit adekvátní ventilaci/oxygenaci pacienta při použití obličejové masky, aniž by musel využít některých dalších postupů nebo manévrů, např. neobvyklé polohování hlavy/krku, použití obou rukou, využití druhé osoby aj.

2.1.3 OBTÍŽNÁ LARYNGOSKOPIE

Stav, kdy lékař s přidělenou/přijatou kompetencí identifikuje nález při laryngoskopii jako

nepřehledný, např. stupeň 3 nebo 4 při využití klasifikace podle Cormacka-Lehanea [3]. Definice obtížnosti zahrnuje i počet pokusů a/nebo nutnost použití neobvyklých manévrů ke zlepšení viditelnosti.

2.1.4 OBTÍŽNÁ TRACHEÁLNÍ INTUBACE

Stav, kdy lékař s přidělenou/přijatou kompetencí není schopen dosáhnout úspěšné tracheální intubace (dále jen intubace) obvyklým či přiměřeným počtem pokusů a/nebo v obvyklém přiměřeném čase. Obtížná intubace je definována např.:

- počtem pokusů o intubaci (obvykle 3 a více),
- nutností použití dalších manévrů, postupů či pomůček,
- nutností použít alternativní způsob zajištění dýchacích cest po předchozích neúspěšných pokusech o intubaci.

2.1.5 OBTÍŽNÉ ZAVEDENÍ SUPRAGLOTTICKÉ POMŮCKY

Stav, kdy lékař s přidělenou/přijatou kompetencí není schopen dosáhnout úspěšného zavedení supraglottické pomůcky (SGD) obvyklým či přiměřeným počtem pokusů a/nebo v obvyklém přiměřeném čase.

2.1.6 OBTÍŽNÉ CHIRURGICKÉ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST

Stav, kdy lékař s přidělenou/přijatou kompetencí není schopen dosáhnout úspěšného zajištění dýchacích cest chirurgickým přístupem (koniotomie) přiměřeným počtem pokusů a/nebo v přiměřeném čase.

2.1.7 SELHÁNÍ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST

Přínos definování „selhání zajištění dýchacích cest“ je podle řady autorů především v tom, že umožní lékařům uvědomit si nutnost okamžitého zahájení alternativního plánu pro zajištění ventilace/oxygenace pacienta a minimalizovat tak riziko poškození pacienta.

Nejčastěji je „selhání zajištění dýchacích cest“ definováno jako:

- tři a více neúspěšných pokusů o tracheální intubaci (bez ohledu na použitou techniku intubace),
- selhání oxygenace (situace typu „nelze intubovat / nelze oxygenovat“) po předchozí neúspěšné tracheální intubaci a i přes využití všech dalších manévrů, postupů či pomůček vyjma zajištění dýchacích cest chirurgickým přístupem.

2.1.8 EXTUBACE U OBTÍŽNÝCH DÝCHACÍCH CEST

Selhání tracheální extubace (dále jen extubace) je definováno nejčastěji nutností obnovit zajištění

dýchacích cest. Jednotná definice neexistuje, selhání extubace se může manifestovat neschopností pacienta udržet adekvátní ventilaci/oxygenaci či toaletu dýchacích cest a/nebo obtížným nebo nemožným zajištěním dýchacích cest po předchozí extubaci.

2.2 OBTÍŽNÉ DÝCHACÍ CESTY – VÝSKYT A VZTAH K MORBIDITĚ A MORTALITĚ

- Základním a primárním léčebným cílem postupů při zajišťování obtížných dýchacích cest je udržení dostatečné oxygenace organismu.
- Za indikátor dostatečné oxygenace je nejčastěji považována hodnota 80 % saturace hemoglobinu kyslíkem měřená metodou pulzní oxymetrie (SpO₂).
- Selhání zajištění dýchacích cest je jednoznačně spojeno se zvýšením morbidit a mortality.
- Výskyt obtížných dýchacích cest je v odborné literatuře velmi variabilní a liší se především v závislosti na populaci pacientů a typu poskytované péče (operační sál, oddělení akutního příjmu, pracoviště intenzivní péče). V prostředí operačních sálů je udáván výskyt obtížných dýchacích cest u dospělých pacientů následovně [4]:
 - obtížná ventilace maskou 0,8-7,8 %,
 - úplná nemožnost ventilace maskou 0,01-0,15 %,
 - obtížná tracheální intubace (tři a více pokusů) 0,9-1,9 %,
 - obtížné zavedení supraglotické pomůcky 1,1 %,
 - chirurgické zajištění dýchacích cest 0,002-0,02 %.

2.3 PREDIKCE OBTÍŽNÝCH DÝCHACÍCH CEST

- Neexistuje žádný 100% spolehlivý indikátor obtížných dýchacích cest, nicméně u většiny pacientů je možné identifikovat známky obtížných dýchacích cest kombinací údajů z anamnézy, klinického vyšetření, případně s využitím jiných nebo konziliárních vyšetření (např. ultrazvukové či jiné zobrazovací vyšetření krku, konzilium lékaře oboru ORL aj.)
- Příčiny obtížných dýchacích cest mohou být na více úrovních:
 - nad hlasivkovými vazy (např. patologické stavy dutiny nosní a ústní, hltanu, hrtanové příklopky, abnormální nebo patologická poloha hrtanu, omezení pohyblivosti v atlantookcipitálním skloubení aj.),
 - pod hlasivkovými vazy (patologické stavy trachey a/nebo bronchů, externí komprese dýchacích cest apod.).

- Mezi nejčastější klinické situace spojené s obtížnými dýchacími cestami patří:

- předchozí údaj o obtížných dýchacích cestách,
 - syndrom spánkové apnoe,
 - obezita nad BMI 30 kg/m²,
 - stavy spojené s omezením pohyblivosti v atlantookcipitálním skloubení,
 - stavy spojené s omezením otevírání úst,
 - vrozené nebo získané deformity hlavy a krku
 - nádory v oblasti obličej, dutiny ústní a krku,
 - stavy po radioterapii hlavy a krku.
- Mezi odbornosti/obory/typy výkonů, kde dochází k situacím obtížného zajištění dýchacích cest v souvislosti s anesteziologickou péčí, patří zejména:
 - otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku,
 - stomatochirurgie,
 - akutní stavy v porodnictví,
 - diagnostické nebo léčebné výkony v oblasti průdušnice a bronchů,
 - bariatrická chirurgie.

2.4 ODLIŠNOSTI U DĚTÍ

- Specifická doporučení pro děti se týkají pacientů < 12 let věku, u starších dětí možno postupovat podle doporučení pro dospělé.
- Specifická doporučení pro děti vycházejí z doporučení Difficult Airway Society pro zajištění obtížných dýchacích cest u dětí [5].
- Obtížné dýchací cesty lze u většiny pediatrických pacientů identifikovat již v rámci předanestetického vyšetření.
- Výskyt obtížných dýchacích cest je ve srovnání s dospělou populací u pediatrických pacientů nižší a je udáván následovně [5]:
 - obtížná ventilace maskou 0,15-6 %,
 - obtížná tracheální intubace (tři a více pokusů) 0,05-4,7 %,
 - situace nemožné ventilace/oxygenace u dětí se vyskytují ojediněle.
- Nejčastější příčina neočekávaného obtížného zajištění dýchacích cest v pediatrii je tzv. funkční (mělká anestezie, laryngospasmus, hypertrofie patrových tonzil, nesprávná poloha hlavy, bronchospasmus, svalová rigidita po podání opioidů).
- Pokles hodnoty SpO₂ pod 80 % a následná sekundární hypoxie patří mezi nejčastější komplikace v anesteziologické péči o děti (nejvyšší riziko a výskyt jsou u novorozenců a kojenců).
- Vzhledem k obtížné spolupráci u pacientů nižších věkových skupin je možnost preoxygenace omezena, což vede v kombinaci s nižším objemem funkční reziduální kapacity a vyšší spotřebou kyslíku k rychlejšímu poklesu

DOPORUČENÝ POSTUP

SpO₂ a ke zkrácení intervalu tzv. bezpečné apnoe (poznámka editorů: neexistuje jednotná a univerzálně přijatá definice pojmu „bezpečná apnoe“, pro potřebu zde definováno jako „apnoe, během jejíhož trvání nedochází k poklesu SpO₂ na hodnotu vyžadující léčebnou intervenci“).

- Selhání chirurgického zajištění dýchacích cest (koniotomie, koniopunkce) je v dětském věku popisováno až v 65 % [7, 8].

3 DOPORUČENÍ

3.1 ORGANIZACE A SYSTÉMOVÁ OPATŘENÍ

Doporučení 1

Doporučujeme, aby každé pracoviště oboru AIM mělo vypracováno vlastní řízený dokument (nebo jeho ekvivalent) pro zajištění situací obtížných dýchacích cest a zohledňující specifické podmínky a možnosti daného pracoviště/zdravotnického zařízení. Pro vypracování vlastního řízeného dokumentu doporučujeme vycházet z příložených navržených algoritmů nebo existujících doporučení [9].

Doporučení 2

Doporučujeme, aby každé pracoviště oboru AIM mělo systém jednotného vybavení pro zajištění obtížných dýchacích cest a zavedený formalizovaný systém jeho pravidelné kontroly.

Doporučení 3

Doporučujeme, aby každé pracoviště oboru AIM mělo formalizovaným způsobem určeného lékaře odpovědného za program vzdělávání a systém kontroly kvality zajištění dýchacích cest. Rozsah cílových kompetencí v zajištění obtížných dýchacích cest musí zahrnovat minimálně použití supraglotické pomůcky a chirurgické zajištění dýchacích cest.

Doporučení 4

Doporučujeme, aby znalost zdravotnických pracovníků o rozmístění a dostupnosti pomůcek pro zajištění obtížných dýchacích cest byla předmětem pravidelné kontroly.

Doporučení 5

Doporučujeme, aby každé pracoviště oboru AIM mělo ve svém systému postgraduálního vzdělávání pravidelný nácvik řešení situací obtížných dýchacích cest, včetně nácviku chirurgického zajištění dýchacích cest.

Doporučení 6

Doporučujeme, aby každé pracoviště oboru AIM mělo systém zpětného projednávání pacientů s neočekávanými obtížnými dýchacími cestami.

Doporučení 7

Doporučujeme, aby každé pracoviště oboru AIM mělo systém evidující pacienty s obtížnými dýchacími cestami s popisem příčiny obtížného zajištění dýchacích cest a použitých metod zajištění dýchacích cest.

Doporučení 8

Doporučujeme, aby každý pacient, u něž byly zjištěny obtížné dýchací cesty v souvislosti s poskytnutou AP, byl průkazně informován o obtížných dýchacích cestách a použitých metodách jejich zajištění, např. ve formátu lékařské zprávy, vydání kartičky obsahující informaci obtížného zajištění dýchacích cest apod.

Doporučení 9

Doporučujeme, aby informace o obtížném zajištění dýchacích cest byly následně průkazným způsobem předány ošetřujícímu lékaři a lékaři primární péče.

3.2 PŘEDANESTETICKÉ VYŠETŘENÍ

Doporučení 10

U každého pacienta je provedeno vyšetření dýchacích cest a posouzení rizika obtížných dýchacích cest.

Doporučení 11

Doporučujeme, aby každé pracoviště oboru AIM používalo v rámci předanestetického vyšetření strukturovaný systém vyšetření dýchacích cest zahrnující anamnézu a klinické vyšetření cílené na identifikaci obtížných dýchacích cest.

Doporučení 12

Při použití predikčních testů k identifikaci obtížných dýchacích cest doporučujeme používat jejich kombinaci.

Doporučení 13

Doporučujeme, aby každé klinické vyšetření dýchacích cest obsahovalo i posouzení stupně obtížnosti jejich případného chirurgického zajištění (koniotomie).

Doporučení 14

V případě podezření obtížných dýchacích cest navrhujeme zvážit přínos použití jiných a/nebo konziliárních vyšetření nezbytných k formulování plánu zajištění dýchacích cest (např. ultrazvukové vyšetření krku, vyšetření CT nebo MRI podle povahy klinického problému, endoskopické vyšetření dýchacích cest aj.), pokud jejich výsledek může ovlivnit výsledný plán AP.

Doporučení 15

V případě provádění předanestetického vyšetření lékařem bez specializované způsobilosti (SZ) v oboru AIM doporučujeme, aby každý pacient, u kterého byly identifikovány obtížně zajistitelné dýchací cesty, byl v předstihu referován lékaři se SZ v oboru AIM, který je pověřen výkonem odborného dozoru nebo dohledu.

Doporučení 16

Doporučujeme, aby každý pacient, u kterého byly identifikovány obtížně zajistitelné dýchací cesty, byl informován o možnostech, alternativních způsobech zajištění dýchacích cest a souvisejících možných komplikacích v dostatečném předstihu, je-li to možné.

Odlišnosti u dětí:

- Nejčastější příčina obtížného zajištění dýchacích cest v pediatrii je tzv. funkční (mělká anestezie, laryngospasmus, hypertrofie patrových tonzil, nesprávná poloha hlavy, bronchospasmus, svalová rigidita po podání opioidů).
- Nejčastější syndromy a choroby spojené s obtížnými dýchacími cestami v dětském věku:
 - Goldenharův syndrom,
 - Pierre Robinův syndrom,
 - Treacherův Collinsův syndrom,
 - Downův syndrom,
 - mukopolysacharidózy.

3.3 PŘED ZAHÁJENÍM ANESTEZIE A ZAJIŠTĚNÍM OBTÍŽNÝCH DÝCHACÍCH CEST

Doporučení 17

Zajištění přístupu do krevního oběhu a monitorování základních fyziologických funkcí pacienta je doporučeno zahájit vždy před úvodem do anestezie a jakýmkoliv postupem k zajištění dýchacích cest (viz Doporučený postup ČSARIM Zásady bezpečné anesteziologické péče), je-li to možné a/nebo nevyžaduje-li kontext klinické situace jiný postup.

Doporučení 18

U pacientů s očekávanými obtížnými cestami doporučujeme použít před zahájením postupů k zajištění dýchacích cest a anestezie vždy některou z metod preoxygenace.

Doporučení 19

U pacientů s BMI > 35 kg/m² nebo pacientů s léčbou CPAP navrhujeme zvážit preoxygenaci s využitím CPAP.

Odlišnosti u dětí:

Doporučení 20

Postupy zajištění obtížných dýchacích cest u dětí nedoporučujeme zahajovat bez předchozího zajištění vstupu do krevního oběhu, nevyžaduje-li kontext klinické situace jiný postup anebo nejde-li o situaci tzv. krajní nouze (např. v rámci kardiopulmonální resuscitace).

3.4 OČEKÁVANÉ OBTÍŽNÉ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST

Volba techniky zajištění očekávaných obtížných dýchacích cest je určena rozsahem kompetencí lékaře, existencí specifických podmínek a možností daného pracoviště/zdravotnického zařízení a preferencí pacienta.

Doporučení 21

Doporučujeme, aby u každého pacienta před AP byl formulován plán zajištění dýchacích cest a pacient o něm byl explicitně informován v rámci získávání informovaného souhlasu s AP.

Doporučení 22

Dostupnost a funkčnost všech pomůcek pro zajištění dýchacích cest jsou ověřeny před zahájením jakéhokoliv postupu k zajištění dýchacích cest.

Doporučení 23

U pacientů s očekávanými obtížnými dýchacími cestami navrhujeme zvážit v plánu AP využití techniku regionální anestezie, pokud to povaha výkonu umožňuje a je získán informovaný souhlas pacienta.

Doporučení 24

Doporučujeme, aby každé pracoviště oboru AIM mělo vlastní řízený dokument (nebo jeho ekvivalent) pro zajištění očekávaných obtížných dýchacích cest podle dostupných podmínek a možností daného pracoviště a v souladu s existujícím stavem odborného poznání. Možný algoritmus zajištění očekávaných obtížných dýchacích cest dospělých ukazuje Příloha 4.

Doporučení 25

U pacientů s očekávanou obtížnou intubací a předpokladem neúspěšného využití videolaryngoskopie doporučujeme použít primárně techniku „intubace při vědomí“ s využitím některé z flexibilních fiberoptických technik, je-li na pracovišti k dispozici.

Doporučení 26

U pacientů s očekávanými obtížnými dýchacími cestami a klinickými známkami obtížného chirurgického zajištění dýchacích cest (pacienti s deformitami nebo anatomickými překážkami v oblasti přední strany krku, např. nádory, strumou apod.) doporučujeme provedení tracheostomie při vědomí v místní anestezii před vlastním operačním výkonem, pro který je vyžadována anesteziologická péče.

Doporučení 27

U pacientů s očekávanými obtížnými dýchacími cestami, kde na daném pracovišti není k dispozici adekvátní dostupná metoda k jejich zajištění, doporučujeme referovat pacienta do jiného zařízení příslušnou metodou disponujícího.

Odlišnosti u dětí:

Doporučení 28

- U dětských pacientů s očekávanými obtížnými dýchacími cestami doporučujeme zajistit přítomnost lékaře oboru ORL do doby definitivního zajištění dýchacích cest k provedení chirurgického zajištění dýchacích cest v případě nutnosti. Algoritmus zajištění očekávaných obtížných dýchacích cest dětí do 12 let věku ukazuje Příloha 5.
- Doporučujeme vytvoření vlastního lokálního algoritmu pro zajištění očekávaných obtížných dýchacích cest dětí do 12 let věku podle dostupných podmínek a možností daného pracoviště.

3.5 NEOČEKÁVANÉ OBTÍŽNÉ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST

Doporučení 29

- V postupu zajištění neočekávaných obtížných dýchacích cest doporučujeme postupovat v souladu s existujícími doporučeními [9]. Algoritmus zajištění neočekávaných obtížných dýchacích cest ukazuje Příloha 6.

DOPORUČENÝ POSTUP

- b) Při neočekávaně obtížné laryngoskopii Macintoshovou lžící doporučujeme použití videolaryngoskopu.
- c) Doporučujeme vytvoření vlastního lokálního algoritmu pro zajištění neočekávaných obtížných dýchacích cest dospělých podle dostupných podmínek a možností daného pracoviště.

Doporučení 30

Při nutnosti provést chirurgické zajištění dýchacích cest doporučujeme preferovat techniku „scalpel cricothyroidotomy“.

Odlišnosti u dětí:

Doporučení 31

- a) V situacích „nelze intubovat / nelze oxygenovat“ a nutnosti chirurgického zajištění dýchacích cest a nepřítomnosti lékaře oboru ORL doporučujeme u dětí do 12 let věku provést koniopunkci [9]. Algoritmus zajištění neočekávaných obtížných dýchacích cest dětí do 12 let věku ukazuje Příloha 7.
- b) Doporučujeme vytvořit vlastní lokální algoritmus pro zajištění neočekávaných obtížných dýchacích cest dětí do 12 let věku podle dostupných podmínek a možností daného pracoviště.

Poznámka: U dětí < 6 let může být ligamentum cricothyroideum obtížně přístupné [10], z toho důvodu je v situaci „cannot ventilate, cannot oxygenate“ doporučeno chirurgické zajištění dýchacích cest ORL lékařem (chirurgická tracheostomie nebo rigidní bronchoskopie) a v případě nepřítomnosti lékaře oboru ORL nebo jiného lékaře se zkušeností s chirurgickou tracheostomií doporučováno provedení punkční tracheostomie [5].

3.6 OBTÍŽNÉ DÝCHACÍ CESTY V PORODNICTVÍ

- U rodiček je vyšší incidence obtížného zajištění dýchacích cest a komplikací (rychlejší desaturace) ve srovnání s ostatní populací.

Doporučení 32

- a) V postupu zajištění neočekávaných obtížných dýchacích cest v porodnictví doporučujeme postupovat v souladu s existujícími doporučeními [11]. Algoritmus zajištění obtížných dýchacích cest v porodnictví ukazuje Příloha 8.
- b) Doporučujeme vytvoření vlastního lokálního algoritmu pro zajištění neočekávaných obtížných dýchacích cest v po-

rodnictví podle dostupných podmínek a možností daného pracoviště.

3.7 OBTÍŽNÉ DÝCHACÍ CESTY V HRUDNÍ CHIRURGII

- Při anestezii v hrudní chirurgii jsou výrazně častější příčiny obtížného zajištění dýchacích cest pod úrovní hlasivkových vazů (např. stenóza trachey, malformace bifurkace nebo hlavních bronchů).
- Stenózy trachey mohou být příčinou neúspěšné koniotomie, je-li k ní přistoupeno v situacích „nelze intubovat / nelze oxygenovat“. V těchto případech je možno k dosažení/udržení dostatečné oxygenace využít některý z postupů, např. chirurgické otevření trachey a následné zavedení rigidního bronchoskopu do trachey, případně se zavedením tryskové ventilace (je-li dostupná). Současný stav odborného poznání neumožňuje jednoznačně preferovat jakýkoliv z postupů.

Doporučení 33

- a) V postupu zajištění neočekávaných obtížných dýchacích cest v hrudní chirurgii doporučujeme postupovat v souladu s existujícími doporučeními [12]. Algoritmus zajištění obtížných dýchacích cest v hrudní chirurgii ukazuje Příloha 9.
- b) Doporučujeme vytvoření vlastního lokálního algoritmu pro zajištění neočekávaných obtížných dýchacích cest v hrudní chirurgii podle dostupných podmínek a možností daného pracoviště.

3.8 EXTUBACE

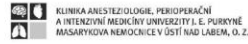
- Plán extubace je nedílnou součástí plánu zajištění obtížných dýchacích cest.
- Plán extubace je určován faktory:
 - povahou operačního/diagnostického výkonu, pro který byla vyžadována AP,
 - příčina/příčiny obtížných dýchacích cest,
 - rozsah kompetencí lékaře v zajištění dýchacích cest,
 - specifické podmínky a možnosti daného pracoviště / zdravotnického zařízení.
- Pro extubaci pacientů s údajem/předpokladem obtížného zajištění dýchacích cest mají být dodržovány zásady uvedené v bodě 3.4.

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1

Příklad záznamu o obtížném zajištění dýchacích cest

K203_FO1354 UL KAPIM Záznam o obtížném zajištění dýchacích cest



identifikace pacienta

Záznam o obtížném zajištění dýchacích cest

Obtížné zajištění dýchacích cest bylo:

- neočekávané
- očekávané

Hlavní problém při zajištění dýchacích cest:

- obtížná ventilace
- obtížná intubace
- jiný problém

Důvody obtížného zajištění dýchacích cest:

- prominující zuby
- velký jazyk
- omezené otevření úst
- nepohyblivá epiglottis
- omezený pohyb v atlanto-okcipitálním skloubení
- antepozice hrtanu
- jiný důvod (uveďte jaký):

Ventilace maskou byla:

- snadná
- obtížná
- nemožná

Ventilace byla zajištěna použitím:

- obličejová maska
- ústní vzduchovod
- nosní vzduchovod
- supraglottická pomůcka

Tracheální intubace byla:

- snadná
- obtížná
- nemožná

Zajištění dýchacích cest bylo provedeno:

- při vědomí
- v celkové anestezii
- nebylo možné zajistit

Zajištění dýchacích cest bylo dosaženo:

- laryngoskop
- vodič / bužie
- supraglottická pomůcka
- videolaryngoskop
- fibroskop
- naslepo
- jiná pomůcka / technika

Doporučený způsob zajištění dýchacích cest v případě anestezie v budoucnu:

- při vědomí
- v celkové anestezii

Pomůcka / technika:

- laryngoskop
- vodič / bužie
- supraglottická pomůcka
- videolaryngoskop
- fibroskop
- naslepo
- jiná pomůcka / technika

Pacient byl informován o komplikovaném zajištění dýchacích cest během anestezie:

- ano
- ne

Zapsal (jmenovka, datum, podpis):

Dokument předejte pacientovi s propouštěcí zprávou.

Účinnost od:
20.1.2016Garant:
RZ ULUvolnil:
VKKSchválil:
GR KZDistribuce:
IntranetVerze:
1Strana:
1 z 1

DOPORUČENÝ POSTUP

PŘÍLOHA 2

Příklad kartičky s informací obtížného zajištění dýchacích cest pacienta



KLINIKA ANESTEZIOLOGIE, PERIOPERAČNÍ A INTENZIVNÍ MEDICÍNY
FAKULTY ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ UNIVERZITY J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
A KRAJSKÉ ZDRAVOTNÍ, a. s. – MASARYKOVY NEMOCNICE V ÚSTÍ NAD LABEM, o. z.

PRŮKAZKA PACIENTA S OBTÍŽNÝM ZAJIŠTĚNÍM DÝCHACÍCH CEST BĚHEM ANESTEZIE

U NOSITELE PRŮKAZKY BYLA ZJIŠTĚNA OBTÍŽNÁ VENTILACE/INTUBACE BĚHEM ANESTEZIE.

Zpráva o příčinách a použité technice k zajištění dýchacích cest byla předána nositeli průkazky. Před každou operací vyžadující celkovou anestezii doporučujeme nositeli průkazky co nejdříve informovat operátora a anesteziologa.

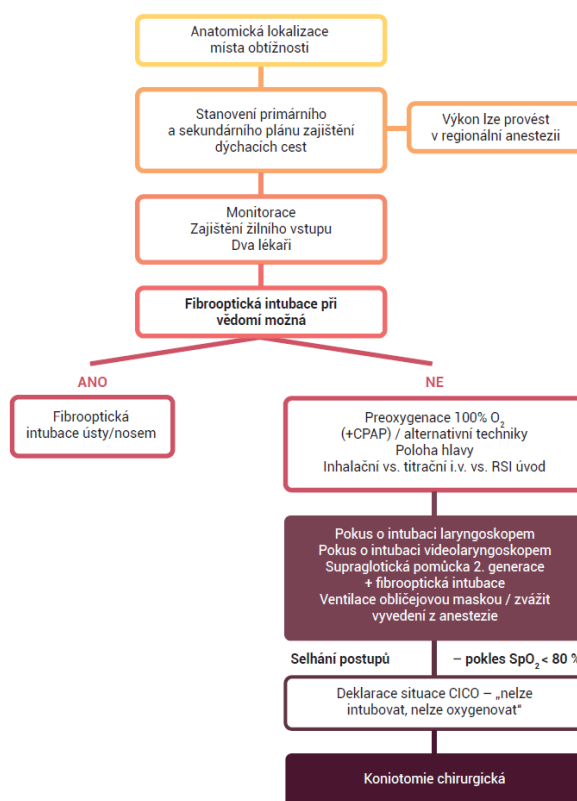
PŘÍLOHA 3

Seznam minimálního vybavení pro situace obtížného zajištění dýchacích cest
Doporučený rozsah minimálního vybavení pro situace obtížného zajištění dýchacích cest:

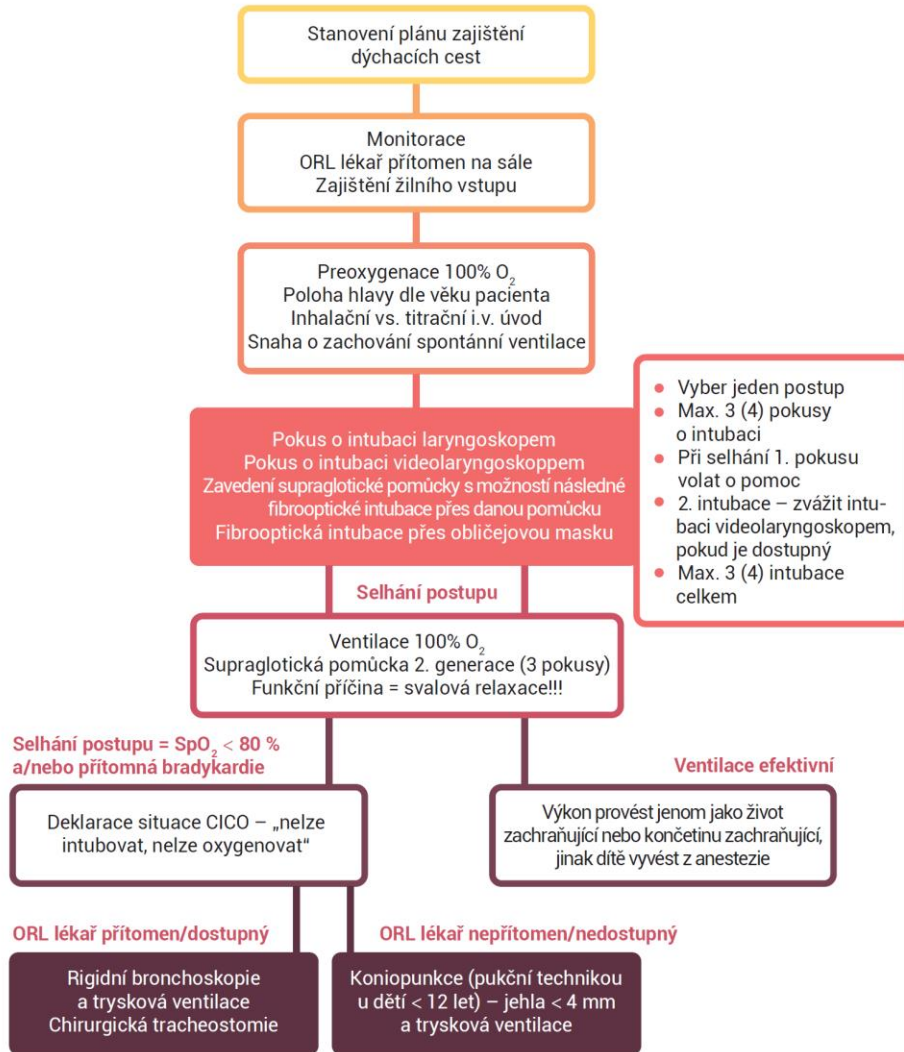
- nosní a ústní vzduchovody přiměřených velikostí,
- supraglotická pomůcka přiměřených velikostí,
- tracheální rourky přiměřených velikostí,
- pomůcky pro „scalpel cricothyroidotomy“,
- bužie,
- vodič,
- videolaryngoskop.

PŘÍLOHA 4

Očekávané obtížné zajištění dýchacích cest u dospělého pacienta

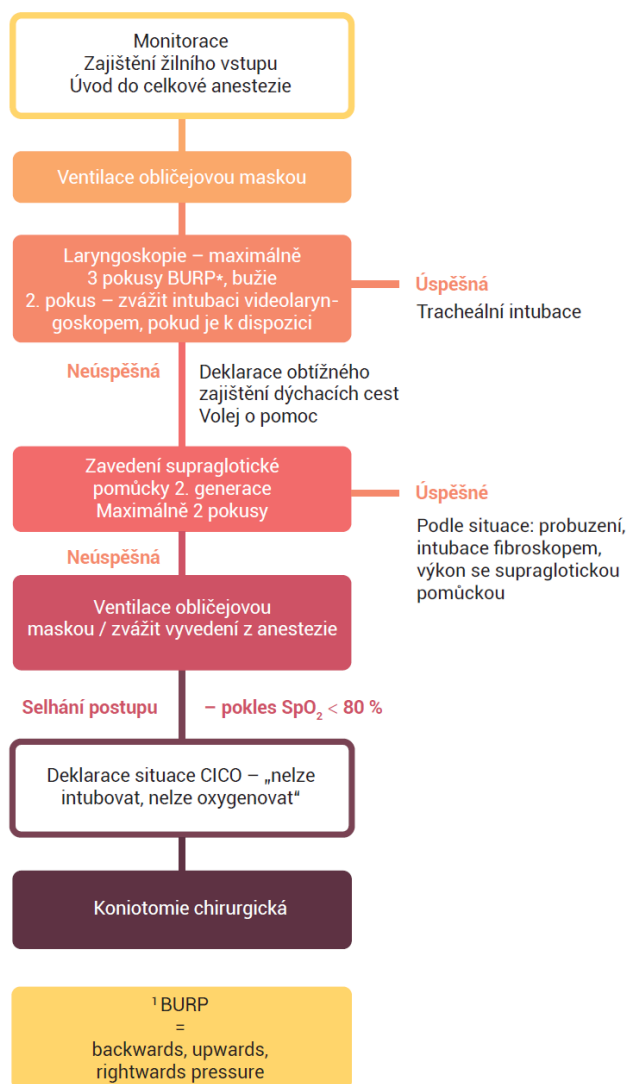


PŘÍLOHA 5
Očekávané obtížné zajištění dýchacích cest u pediatrického pacienta (< 12 let)

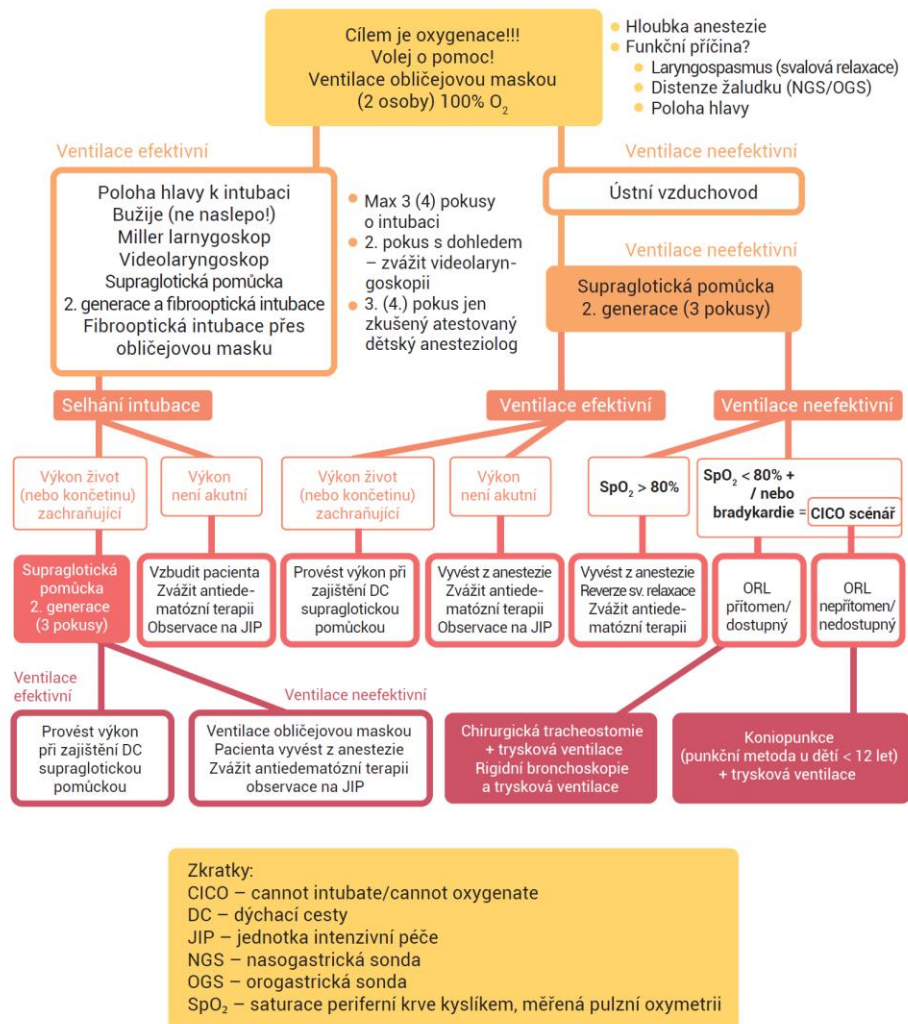


DOPORUČENÝ POSTUP

PŘÍLOHA 6
Neočekávané obtížné zajištění dýchacích cest u dospělého pacienta



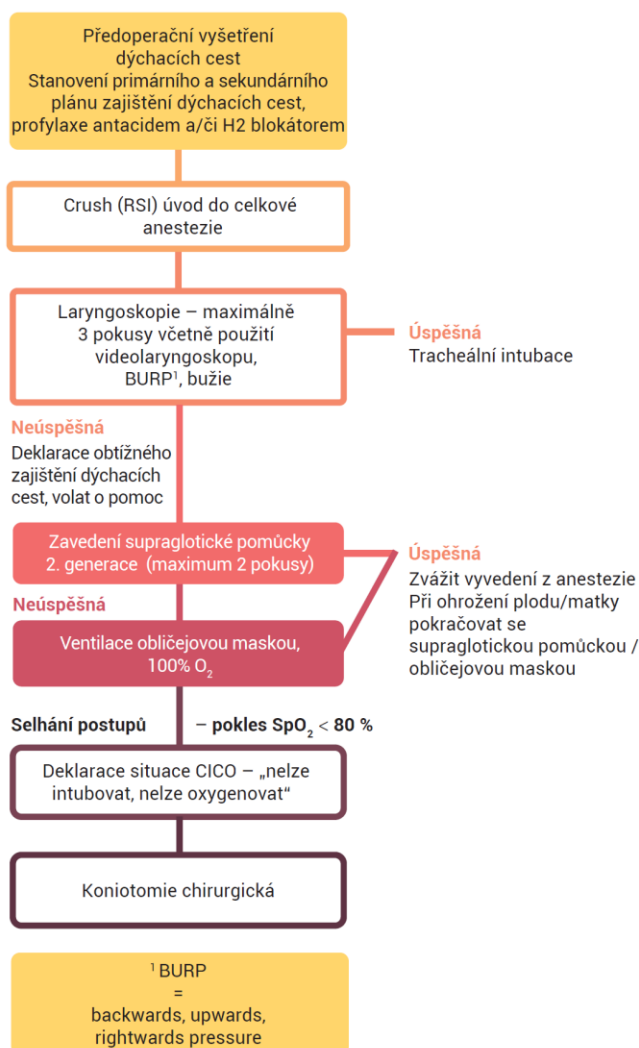
PŘÍLOHA 7
Neočekávané obtížné zajištění dýchacích cest u pediatrického pacienta (< 12 let)



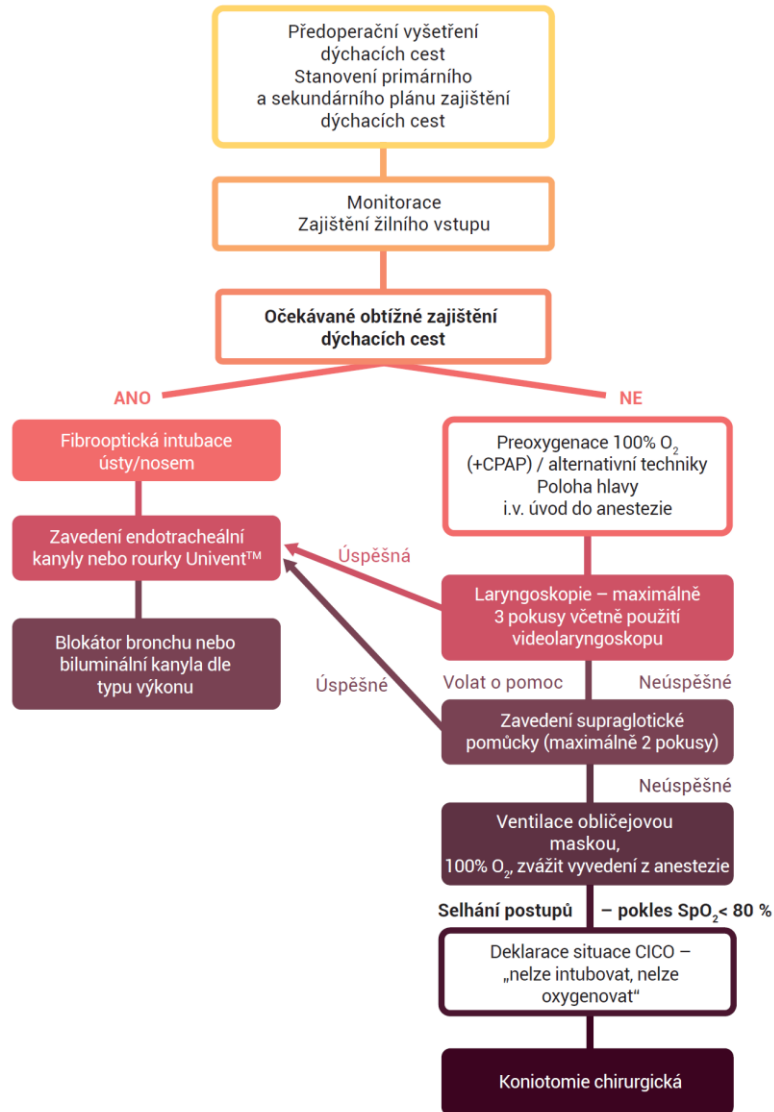
DOPORUČENÝ POSTUP

PŘÍLOHA 8
Obtížné zajištění dýchacích cest v porodnictví

OBTÍŽNÉ ZAJIŠTĚNÍ DÝCHACÍCH CEST V PORODNICTVÍ



PŘÍLOHA 9
Obtížné zajištění dýchacích cest v hrudní chirurgii



DOPORUČENÝ POSTUP

Seznam zkratk:

AIM	anesteziologie a intenzivní medicína
AP	anesteziologická a perioperační péče
CPAP	continuous positive airway pressure
CT	výpočetní tomografie
DAS	difficult airway society
MRI	magnetická rezonance
ORL	otorinolaryngologie
SGD	supraglotické pomůcky
SpO ₂	saturace hemoglobinu kyslíkem měřená metodou pulzní oxymetrie
SZ	specializovaná způsobilost

Seznam autorů (abecedně)

<i>Pracovní skupina</i>
prof. MUDr. Černý Vladimír, Ph.D., FCCM (editor)
MUDr. Klučka Jozef, Ph.D.
prof. MUDr. Michálek Pavel, Ph.D., DESA, M.Sc.
MUDr. Otáhal Michal
doc. MUDr. Štourač Petr, Ph.D. (editor)
<i>Oponentní skupina</i>
prof. MUDr. Chrobok Viktor, CSc., Ph.D.
MUDr. Škola Josef, EDIC
MUDr. Křikava Ivo, Ph.D.
doc. MUDr. Vymazal Tomáš, Ph.D., MHA

LITERATURA

1. <https://www.esahq.org/patient-safety/patient-safety/helsinki-declaration/full-declaration>).
2. Law JA, Broemling N, Cooper RM and the Canadian Airway Focus Group. The difficult airway with recommendations for management – part 1 – difficult tracheal intubation encountered in an unconscious/induced patient. *Can J Anaesth.* 2013;60:1089–118.
3. Krage R, van Rijn C, van Groeningen D, et al. Cormack-Lehane classification revisited. *Br J Anaesth.* 2010;105:220–227.
4. Cook TM, Woodall N, Frerk C; Fourth National Audit Project. 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. doi: 10.1093/bja/aer058. Epub 2011 Mar 29.
5. Black AE, Flynn PE, Smith HL, et al. Association of Pediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland. Development of a guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice. *Paediatr Anaesth.* 2015;25:346–362.
6. Heidegger T, Gerig HJ, Ulrich B, et al. Validation of a simple algorithm for tracheal intubation: daily practice is the key to success in emergencies – an analysis of 13,248 intubations. *Anesth Analg.* 2001;92:517–522.
7. Smith RB, Myers EN, Sherman H. Transtracheal ventilation in paediatric patients; case reports. *Br J Anaesth.* 1974;46:313–314.
8. Depierraz B, Ravussin P, Brossard E, et al. Percutaneous transtracheal jet ventilation for paediatric endoscopic laser treatment of laryngeal and subglottic lesions. *Can J Anaesth.* 1994;41:1200–1207.
9. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, et al. Difficult Airway Society intubation guidelines working group. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *British Journal of Anaesthesia.* 2015;115:827–848.
10. Weiss M, Engelhardt T. Proposal for the management of the unexpected difficult pediatric airway. *Pediatr Anesth.* 2010;20:454–464.
11. Mushambi MC, Kinsella SM, Popat M, et al. Obstetric Anaesthetists' Association and Difficult Airway Society guidelines for the management of difficult and failed tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia.* 2015;70:1286–1306.
12. Brodsky JB. Lung separation and the difficult airway. *Br J Anaesth.* 2009;103:i66–i75.

Podíl autorů: Členové pracovní skupiny se podíleli na přípravě, průběžném připomínkování a na finální verzi doporučeného postupu. Členové oponentní skupiny připomínkovali verzi připravenou autorskou skupinou. Editory doporučeného postupu byli prof. MUDr. Černý Vladimír, Ph.D., FCCM, a doc. MUDr. Štourač Petr, Ph.D. V případě potřeby identifikace prvního autora jsou autoři pracovní skupiny považováni rovnoměrným dílem za prvního autora.

Střet zájmů:

prof. Černý Vladimír, Ph.D., FCCM
Autor prohlašuje, že nemá střet zájmů v souvislosti s tématem práce.
MUDr. Klučka Jozef, Ph.D.
Autor prohlašuje, že nemá střet zájmů v souvislosti s tématem práce.
prof. MUDr. Michálek Pavel, Ph.D., DESA, M.Sc.
Autor deklaruje konzultantskou a přednáškovou činnost pro společnost Curveair Ltd. (UK) a Intersurgical Ltd. (UK).
MUDr. Otáhal Michal
Autor prohlašuje, že nemá střet zájmů v souvislosti s tématem práce.
doc. MUDr. Štourač Petr, Ph.D.
Autor prohlašuje, že nemá střet zájmů v souvislosti s tématem práce.
prof. MUDr. Chrobok Viktor, CSc., Ph.D.
Autor prohlašuje, že nemá střet zájmů v souvislosti s tématem práce.
MUDr. Škola Josef, EDIC
Autor prohlašuje, že nemá střet zájmů v souvislosti s tématem práce.
MUDr. Křikava Ivo, Ph.D.
Autor prohlašuje, že nemá střet zájmů v souvislosti s tématem práce.
doc. MUDr. Vymazal Tomáš, Ph.D., MHA
Autor prohlašuje, že nemá střet zájmů v souvislosti s tématem práce.

Poděkování: Děkujeme představitelům Sekce mladých anesteziologů za věcné připomínky k textu.

3. Bleskový úvod do anestezie

U pacientů s rizikem aspirace je již téměř 50 let doporučen tzv. „bleskový úvod do anestezie“ (Rapid Sequence Induction – RSI) (81). Jedná se o souhrn opatření a postupů, které mají za cíl minimalizovat riziko aspirace/regurgitace v průběhu úvodu do anestezie u rizikového pacienta a současně minimalizovat riziko kritické desaturace. Základní princip RSI je rychlý úvod do anestezie (rychle nastupující intravenózní anestetikum + svalové relaxans) při monitoraci vitálních funkcí, apnoická oxygenace bez manuální ventilace a zajištění dýchacích cest tracheální kanylou s obturační manžetou po nástupu svalové blokády. Ke snížení rizika aspirace má vést poloha pacienta (anti-Trendelenburgova), funkční a zapnutá odsávačka a kontroverzní Sellickův hmat (17, 82). Klasický RSI, který byl v roce 1970 (82) založen na aplikaci thiopentalu + sukcylnylcholinu v kombinaci se Sellickovým hmatem, se stal běžnou součástí anesteziologické péče, a to přesto, že jeho efektivita není a nebyla prokázána v žádné prospektivní randomizované studii (17, 85) a navzdory tomu, že současně Sellickův hmat zvyšuje riziko obtížného zajištění dýchacích cest, desaturace, hypoxemie a kardiovaskulárních komplikací (91–92). Tyto skutečnosti v kombinaci s chybějícím doporučením pro provádění RSI v klinické praxi jsou nezbytně spojeny s významnou variabilitou klinické praxe (88–90), což následně vedlo ke vzniku dotazníkových studií, které měly za cíl popsat klinickou praxi RSI v ČR (98) a v Evropě.

a. Bleskový úvod do anestezie v České republice 2016: dotazníková studie

Dokumentovaná variabilita klinické praxe v publikovaných dotaznících týkajících se RSI (87, 89, 90, 94, 165–166) vedla k myšlence zhodnocení klinické praxe RSI v ČR. Dotazník v elektronické formě (Google Forms ©) byl rozeslán členům ČSARIM

a účastníkům VIII. konference AKUTNĚ.CZ. V dotazníku byly 4 modelové situace pacientů s rizikem aspirace, indikovaných k akutnímu operačnímu výkonu v celkové anestezii s nutností zajištění dýchacích cest (1. 20-letý pacient s náhlou příhodou břišní, 2. 4-letý pacient s náhlou příhodou břišní, 3. těhotná, indikovaná k akutnímu císařskému řezu, 4. geriatrický pacient s hiátovou hernií, indikován k akutní laparoskopické cholecystektomii). U více než 12,5 % (n=164) vyplněných odpovědí byla identifikována signifikantní variabilita v managementu RSI jak u lékařů ve specializační přípravě, tak u lékařů se SZ. Majorita respondentů byli lékaři se SZ v oboru Anesteziologie a intenzivní medicína (AIM) (75,0 %) pracující ve fakultních nemocnicích (48,2 %). RSI byl indikován v 92,1 % (pacient I), 91,5 % (pacient II), 88,4 % (pacient III) a 45,1 % (pacient IV) případech, což reprezentuje celkem 136 (24,2 %) pacientů, u kterých by přes riziko aspirace nebyl zvolen RSI postup. Na chybějící funkční a zapnutou odsávačku upozornila jenom minorita respondentů (10,2 %). Nejčastěji indikovaným anestetikem k indukci byl propofol (92,1 % – I, 81,7 % – II, 57,3 % – III, 78,7 % – IV) v kombinaci se succinylcholinem (84,1 % – I, 76,2 % – II, 89,6 % – III, 51,2 % – IV).

Trvající kontroverzi týkající se Sellickova hmatu potvrzují výsledky dotazníku, kde by tento hmat neindikovalo celkem 41,5 % – I, 51,2 % – II, 50,6 % – III, 71,3 % – IV respondentů, nebo by ho aplikovali až po úvodu do celkové anestezie (39 % – I, 39,6 % – II, 33,5 % – III, 18,9 % – IV). Výsledky dotazníků upozornily na trvající kontroverze v jednotlivých součástech RSI a na vysokou variabilitu péče.

Překvapivým a alarmujícím výsledkem byla indikace RSI pouze v 45,1 % případů u pacientů IV, u kterých je vícero rizikových faktorů aspirace/regurgitace – obezita, hiátová hernie. Vysoká variabilita ve výsledcích dotazníku následně vedla k vytvoření

dotazníkové studie RSIEU, která byla rozeslána členům Evropské anesteziologické společnosti (ESA).

proLékaře.cz | 5.10.2018 | login: jozefklucka@seznam.cz

ANESTEZIOLOGIE

PŮVODNÍ PRÁCE

Bleskový úvod do anestezie v České republice 2016: dotazníková studie

**Klučka J.¹, Štourač P.¹, Kříkava I.¹, Štoudek R.¹, Ťoukálková M.¹, Michálek P.^{2,3}, Černý V.⁴⁻⁷
a studijní skupina RSI v ČR 2016**

¹Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Fakultní nemocnice Brno, Lékařská fakulta, Masarykova Univerzita

²Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

³Department of Anaesthetics, Antrim Area Hospital, Antrim, Spojené království Velké Británie a Severního Irsku

⁴Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova

⁵Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem,

Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví

⁶Centrum pro výzkum a vývoj, Fakultní nemocnice Hradec Králové

⁷Dept. of Anesthesia, Pain Management and Perioperative Medicine, Dalhousie University, Halifax, Kanada

Anest intenziv Med. 2017;28:232-239

SOUHRN

Cíl: Rapid sequence induction (RSI) jako soubor klinických postupů a opatření s cílem minimalizovat riziko aspirace a desaturace během úvodu do anestezie je součástí každodenní anesteziologické praxe. Vzhledem k aktuálně chybějícímu národnímu (českému) a mezinárodnímu doporučení je praxe RSI variabilní. Cílem dotazníkového šetření bylo zhodnotit variabilitu RSI u čtyř modelových situací (dospělý pacient s náhlou příhodou břichu /NPB/, dětský pacient s NPB, těhotná pacientka indikovaná k elektivnímu císařskému řezu v celkové anestezii a geriatrický obézní pacient s hiátovou hernií).

Typ studie: Dotazníkové šetření (survey).

Materiál a metoda: Dotazník byl rozeslán členům České společnosti anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny a současně účastníkům lékařské sekce VIII. konference AKUTNĚ.CZ 2016. Výsledky byly hodnoceny metodami deskriptivní statistiky (MS Excel).

Výsledky: Do akce se zapojilo celkem 164 lékařů (procento získaných odpovědí – 12,5 %). V indikacích RSI a taky v jednotlivých krocích postupu byla identifikována vysoká variabilita jak u lékařů v předatestační přípravě, tak u lékařů s ukončenou specializací.

Závěr: Výsledky poukazují na variabilitu v provedení RSI u jednotlivých klinických scénářů (dospělý, dítě, těhotná). Zavedení doporučení založených na evidence-based medicine (EBM) a standardizace RSI postupu může vést ke zvýšení bezpečnosti pacientů během anesteziologické péče.

KLÍČOVÁ SLOVA

rapid sequence induction – RSI – crush úvod – bleskový úvod – dotazník – survey

ABSTRACT

Klučka J., Štourač P., Kříkava I., Štoudek R., Ťoukálková M., Michálek P., Černý V. and The Czech RSI 2016 study group: Rapid sequence induction in the Czech Republic 2016: Survey

Objective: Rapid sequence induction (RSI) is a set of clinical techniques and precautions aimed at minimizing the risk of aspiration of gastric contents in at-risk patients. RSI is a part of everyday anaesthetic clinical practice. Due to the lack of national and international guidelines the actual RSI varies in clinical practice. The aim of the survey was to evaluate the variability of RSI based on four model clinical scenarios (adult patient with acute abdomen, paediatric patient with acute abdomen, parturient scheduled for elective caesarean section and geriatric obese patient with hiatus hernia).

Design: Survey (electronic form).

Materials and methods: The survey was sent to the Czech Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine members and to the 2016 AKUTNĚ.CZ conference attendees.

PŮVODNÍ PRÁCE

Results: Total 164 completed questionnaires were returned (response rate 12.5%). The results indicated high variability in the indications and technique of RSI in clinical practice, both in trainees and qualified anaesthetists.

Conclusion: The results highlighted urgent need for a national RSI guidelines formulation for specific clinical scenarios (adult, child, parturient). Formulation of evidence-based guidelines and RSI standardization may positively influence patient safety in daily anaesthetic practice.

KEYWORDS

rapid sequence induction – RSI – survey

ÚVOD

Rapid sequence induction (RSI, „bleskový úvod“, crush úvod) je souhrn klinických postupů a opatření k minimalizaci aspirace a desaturace u pacientů s tímto rizikem [1]. Jednotlivé kroky RSI jsou v současnosti považovány za kontroverzní (Sellickův hmat, pozice pacienta atd.), což spolu s chybějícím doporučením vede k značně variabilní klinické praxi [2-3]. Nejednotnost a variabilita klinické praxe mohou vést nejen k negativnímu ovlivnění perioperačního klinického výstupu pacientů, ale současně mohou mít i forenzní dopady. Autoři s podporou Sekce pro zajištění dýchacích cest – České společnosti anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (ČSARIM) a Výukového portálu AKUTNĚ.CZ [ISSN 1803-179X] (www.akutne.cz) rozeslali členům ČSARIM a účastníkům lékařské sekce VIII. konference AKUTNĚ.CZ dotazník obsahující čtyři modelové klinické situace týkající se úvodu do anestezie u pacientů s indikovaným RSI. Cílem dotazníkové akce bylo zhodnotit míru variability v indikaci a provádění RSI u respondentů.

SOUBOR A METODY

Po registraci na Clinicaltrials.gov (NCT02985970) a na Czech Clinical Trials and Audit Network (projekt CCTAN 02-2016) byl dotazník rozeslán v elektronické formě (aplikace Google Forms, dostupný na https://docs.google.com/forms/d/1eGCwLbUz0e_s1Q_PtRpmt4Hz1LEZ_VMUKJyyqj2IF_E/edit?ts=5885e119) členům ČSARIM (985 respondentů) a lékařským účastníkům VIII. konference AKUTNĚ.CZ (331 respondentů) v termínu 19. 12. 2016 – 15. 1. 2017. Dotazník obsahoval čtyři modelové situace. V prvním případě se jednalo o 20letého ASA I pacienta se suspektní náhlou příhodou břišní (případ I – dospělý, NPB), který opakovaně zvracel a byl indikován k akutní operační revizi. Ve druhém případě se jednalo o 4letého ASA I pacienta s náhlou příhodou břišní (případ II – dítě, NPB). Třetí případ popisoval dospělou pacientku indikovanou k elektivnímu císařskému řezu (případ III – SC) a ve čtvrtém případě se jednalo o geriatrického obézního ASA III pacienta s hiátovou hernií podstupujícího cho-

lecystektomii (případ IV – CHCE). Ve všech případech respondenti odpovídali na dotazy týkající se indikace RSI, zajištění žilního vstupu, managementu zavedení nazogastrické sondy, polohy pacienta před úvodem do anestezie, Sellickova hmatu, preoxygenace, volby jednotlivých léků k úvodu a způsobu zajištění dýchacích cest (kde respondenti mohli volit vícero anestetik a svalových relaxancií u jednotlivého případu). Kompletní dotazník je uveden na obr. 1 a obr. 2. Výsledná data byla zpracována deskriptivně (MS Excel 2013, Microsoft, USA).

VÝSLEDKY

Celkem dotazník vyplnilo 164 respondentů, což odpovídá 12,5 % dotázaných. Specializaci v oboru anesteziologie a intenzivní medicína (AIM) mělo 123 (75 %) respondentů, 44 (26,8 %) respondentů bylo aktuálně v předatestační přípravě a 19 lékařů mělo atestaci z jiného oboru (urgentní medicína, intenzivní medicína, vnitřní lékařství). Nejvíce respondentů pracovalo ve fakultních nemocnicích 79 (48,2 %), následováno okresní nemocnicí 51 (31,1 %) a krajskou nemocnicí 25 (15,2 %).

RSI indikovalo celkem 92,1 % (I – dospělý, NPB), 91,5 % (II – dítě, NPB), 88,4 % (III – SC) a 45,1 % (IV – CHCE) respondentů. V téměř 100 % by byla zavedena periferní žilní kanylka – ve všech případech kromě II (dítě, NPB) –, kde by ji před úvodem nezavedlo 12,8 % dotázaných.

Nazogastrickou sondu by převážná většina respondentů již nezaváděla vůbec (36 % – I, 47,6 % – II, 95,7 % – III, 63,4 % – IV) nebo by ji zavedla až po intubaci (26,8 % – I, 41,5 % – II, 3,7 % – III, 27,4 % – IV) – viz graf 1.

Nejčastěji zvolenou polohou pacienta k RSI byla poloha s náklonem hlavy nahoru (anti-Trendelenburgova poloha) (63,4 % – I, 59,1 % – II, 50,6 % – III, 52,4 % – IV) – viz graf 2.

Preoxygenaci by indikovalo téměř 100 % respondentů, kromě případu II (dítě, NPB), kde byla indikována jenom v 87,8 % případů. Preoxygenace by trvala predominantně 3 minuty (50,9 % – I, 45,1 % – II, 37,8 % – III, 49,4 % – IV) a většina lékařů by nepoužila CPAP (93,9 % – I, 93,9 % – II, 92,7 % – III, 79,1 % – IV).

PŮVODNÍ PRÁCE

Rapid sequence induction v ČR

Lékař Lékařka Doba praxe: <2 roky 2-5 let 5-10 let 10-20let >20let

Atestace: ANM Užitelná medicína Intenzivní medicína Jiná atestace V přípravě

Student Zdravotní sestra Fakultní nemocnice Krajská nemocnice Okresní nemocnice

1. Dospělý pacient, 20 let, bez chronické medicíny, opakované zvracení, lažný >12 hodin, suspektní akutní apendicitis (náhlá břichová příhoda), indikován k operační revizi, na operačním sále bez nasogastrické sondy

„Bleskový – crush“ úvod (Rapid sequence induction) indikován? ANO NE

Periferní žilní linka před indukcí ANO NE

Nasogastrická sonda zavedu před úvodem a ponechám Již nezavedu zavedu a po odsátí ex

Poloha Vleže na zádech Náklon hlavou dolů Náklon hlavou navenč

(supinální poloha) (Trendelenburgova poloha) (anti-Trendelenburgova poloha)

Preoxygenace ANO → 5 vdechů → 3min → 5min CPAP/PEEP NE

Sellickův hmat Již před úvodem do celkové anestezie po úvodu do celkové anestezie neindikován

Léky k úvodu do CA etomidát propofol ketamin thiopental midazolam

(celkové anestetikum) (sukcinylocholin) (rokuronium) (cisatracurium) (atracurium) (vecuronium)

Po indukcii manuální ventilace obličejovou maskou inspirační tlak $\leq 15\text{cmH}_2\text{O}$ manuální ventilace kontrindikována

Zajištění dýchacích cest laryngeální maska tracheální kanyla s mandibolou tracheální kanyla bez mandiboly

Na něco jsme zapoměli? ANO NE přípomínky

Dotazník má za cíl srovnat anesteziologickou praxi RSI (Rapid sequence induction) u dospělých a dětské populaci. Děkujeme za spolupráci!

Rapid sequence induction v ČR

Lékař Lékařka Doba praxe: <2 roky 2-5 let 5-10 let 10-20let >20let

Atestace: ANM Užitelná medicína Intenzivní medicína Jiná atestace V přípravě

Student Zdravotní sestra Fakultní nemocnice Krajská nemocnice Okresní nemocnice

3. Dospělá pacientka, 30 let, bez chronické medicíny, neškodná k elektivnímu císařskému řezu v 38. týdnu gestace, symptomatická - klinické vyřízení, ASA I - bez komorbidity, bez známé refluxu, nauzea a zvracení

„Bleskový – crush“ úvod (Rapid sequence induction) indikován? ANO NE

Periferní žilní linka před indukcí ANO NE

Nasogastrická sonda zavedu před úvodem a ponechám Již nezavedu zavedu a po odsátí ex

Poloha Vleže na zádech Náklon hlavou dolů Náklon hlavou navenč

(supinální poloha) (Trendelenburgova poloha) (anti-Trendelenburgova poloha) Náklon vpravo

Preoxygenace ANO → 5 vdechů → 3min → 5min CPAP/PEEP NE

Sellickův hmat Již před úvodem do celkové anestezie po úvodu do celkové anestezie neindikován

Léky k úvodu do CA etomidát propofol ketamin thiopental midazolam

(celkové anestetikum) (sukcinylocholin) (rokuronium) (cisatracurium) (atracurium) (vecuronium)

Po indukcii manuální ventilace obličejovou maskou inspirační tlak $\leq 15\text{cmH}_2\text{O}$ manuální ventilace kontrindikována

Zajištění dýchacích cest laryngeální maska tracheální kanyla s mandibolou tracheální kanyla bez mandiboly

Na něco jsme zapoměli? ANO NE přípomínky

Dotazník má za cíl srovnat anesteziologickou praxi RSI (Rapid sequence induction) u dospělých populací. Děkujeme za spolupráci!

Obr. 1 Plné znění dotazníku RSI v ČR 2016, v původní podobě
Případ I – dospělý, NPB a případ II – dítě, NPB
RSI – rapid sequence induction, NPB – náhlá příhoda břicha

Obr. 2 Plné znění dotazníku RSI v ČR 2016, v původní podobě
Případ III – SC a případ IV – laparoskopická CHCE
RSI – rapid sequence induction, SC – sectio Caesarea, CHCE – cholecystektomie

Většina respondentů by neindikovala Sellickův hmat (41,5 % - I, 51,2 % - II, 50,6 % - III, 71,3 % - IV) nebo by ho aplikovala až po úvodu do celkové anestezie (39 % - I, 39,6 % - II, 33,5 % - III, 18,9 % - IV) - viz graf 3.

Nejčastěji indikovaným anestetikem k indukci byl propofol (92,1 % - I, 81,7 % - II, 57,3 % - III, 78,7 % - IV), následován thiopentalem (46,3 % - I, 39 % - II, 78,7 % - III, 23,8 % - IV).

Nejčastěji indikovaným myorelaxanciem byl sukcinylcholin (84,1 % - I, 76,2 % - II, 89,6 % - III, 51,2 % - IV) a rokuronium (59,1 % - I, 51,2 % - II, 40,9 % - III, 73,8 % - IV).

Manuální ventilaci obličejovou maskou by po indukcii provádělo 12,8 % - I, 14 % - II, 12,8 % - III a 54,9 % - IV respondentů.

Na dotaz, zda jsme v dotazníku nezapomněli zmínit nějakou skutečnost, převážná většina respondentů odpověděla ne (68,3 % - I dospělý, NPB, 78,7 % - II, dítě, NPB, 75,6 % - III, SC, 87,2 % - IV, CHCE).

Mezi nejčastější připomínky (celkem 148 – připomínkovat bylo možné každý jednotlivý případ) patřily: chybějící připravená odsávačka (n = 67, 10 %), aplikace opioidu během úvodu do anestezie (n = 18) a náklon na levý bok, eventuálně podložení pravého boku k prevenci útlaku vena cava inferior (n = 15) u případu III.

Odpovědi lékařů se specializací v oboru anesteziologie a intenzivní medicína se signifikantně nelišily od odpovědí lékařů v předatestační přípravě a nebyl identifikován ani rozdíl dle typu pracoviště respondenta (fakultní nemocnice, krajská nemocnice, okresní nemocnice).

Podrobné zastoupení jednotlivých odpovědí je obsaženo v tabulce 1.

DISKUSE

RSI jako souhrn opatření a postupů k minimalizaci rizika aspirace a desaturace je popsán od roku 1970 [4]. Klasický RSI je popisován jako preoxygenace, aplikace thiopentalu a sukcinylcholinu,

PŮVODNÍ PRÁCE

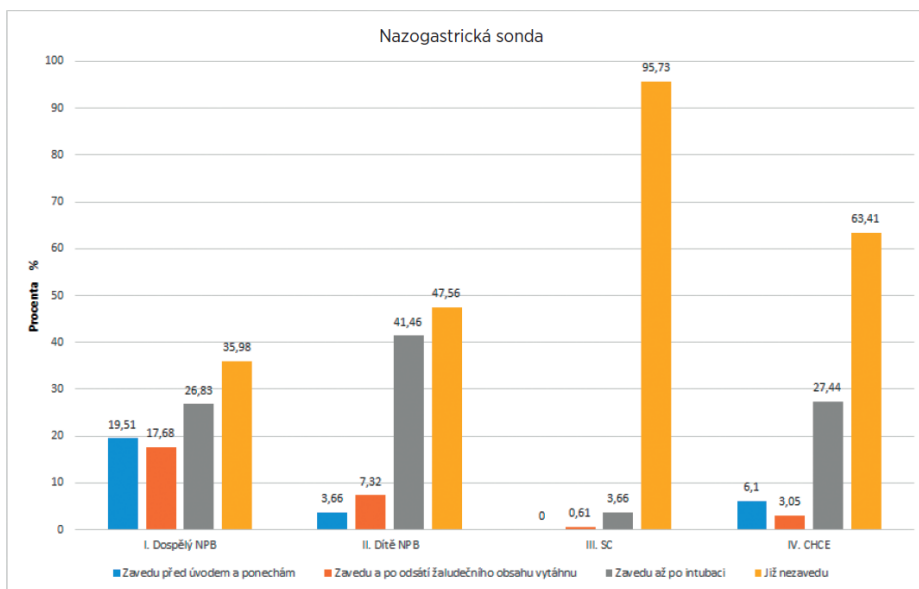
Tab. 1 Odpovědi na otázky obsažené v modelových situacích

		Případ I	Případ II	Případ III	Případ IV
„Bleskový –crush“ úvod (rapid sequence induction) indikován?	ano	92,1 % (151)	91,5 % (150)	88,4 % (145)	45,1 % (74)
	ne	7,9 % (13)	8,5 % (14)	11,6 % (19)	54,9 % (90)
Periferní žilní linka před indukcí?	ano	99,4 % (163)	87,2 % (143)	100 % (164)	99,4 % (163)
	ne	0,6 % (1)	12,8 % (21)	0 % (0)	0,6 % (1)
Nazogastrická sonda?	zavedu před úvodem a ponechám	19,5 % (32)	3,7 % (6)	0 % (0)	6,1 % (10)
	zavedu a po odsátí ex	17,7 % (29)	7,3 % (12)	0,6 % (1)	3 % (6)
	zavedu až po intubaci	26,8 % (44)	41,5 % (68)	3,7 % (6)	27,4 % (45)
	již nezavedu	36 % (59)	47,6 % (78)	95,7 % (157)	63,4 % (104)
Poloha pacienta k úvodu anestezie?	vleže na zádech (supinní poloha)	24,4 % (40)	30,5 % (50)	47 % (77)	45,1 % (74)
	náklon hlavou dolů (Trendelenburgova poloha)	12,2 % (20)	10,4 % (17)	2,4 % (4)	2,4 % (4)
	náklon hlavou nahoru (anti-Trendelenburgova poloha)	63,4 % (104)	59,1 % (97)	50,6 % (83)	52,4 % (86)
Preoxygenace	ano	99,4 % (163)	87,8 % (144)	100 % (164)	98,8 % (162)
	ne	0,6 % (1)	12,2 % (20)	0 % (0)	1,2 % (2)
Pokud jste odpověděli, že byste v tomto případě prováděli preoxygenaci, jak dlouho by měla trvat?	3 minuty	50,9 % (82)	45,1 % (65)	37,8 % (62)	49,4 % (80)
	5 minut	21,7 % (35)	19,4 % (28)	45,7 % (75)	34 % (55)
	5 vdechů	27,3 % (44)	35,4 % (51)	16,5 % (27)	16,7 % (27)
Použili byste při této preoxygenaci CPAP/PEEP?	ano	6,1 % (10)	6,1 % (10)	7,3 % (12)	20,9 % (34)
	ne	93,9 % (153)	93,9 % (153)	92,7 % (152)	79,1 % (129)
Sellickův hmat	již před úvodem do celkové anestezie	19,5 % (32)	9,1 % (15)	15,9 % (26)	9,8 % (16)
	po úvodu do celkové anestezie	39 % (64)	39,6 % (65)	33,5 % (55)	18,9 % (31)
	neindikován	41,5 % (68)	51,2 % (84)	50,6 % (83)	71,3 % (117)
Které léky zvolíte k úvodu do celkové anestezie? Které léky zvolíte k úvodu do celkové anestezie? Které léky zvolíte k úvodu do celkové anestezie?	etomidat	13,4 % (22)	5,5 % (9)	6,1 % (10)	57,3 % (94)
	propofol	92,1 % (151)	81,7 % (134)	57,3 % (94)	78,7 % (129)
	ketamin	6,7 % (11)	18,9 % (31)	15,8 % (26)	10,4 % (17)
	thiopental	46,3 % (76)	39 % (64)	78,7 % (129)	23,8 % (39)
	midazolam	10,4 % (17)	26,2 % (43)	5,5 % (9)	18,9 % (31)
	sukcinylocholin	84,1 % (138)	76,2 % (125)	89,6 % (147)	51,2 % (84)
	rokuronium	59,1 % (97)	51,2 % (84)	40,9 % (67)	73,8 % (121)
	cisatrakurium	3,7 % (6)	0,6 % (1)	2,4 % (4)	16,5 % (27)
	atracurium	5,5 % (9)	3,7 % (6)	5,5 % (9)	17,1 % (28)
	vecuronium	1,8 % (3)	1,8 % (3)	0,6 % (1)	8,5 % (14)
Použijete v tomto případě po indukcii manuální ventilaci obličejovou maskou?	ano, po indukcii budu provádět manuální ventilaci obličejovou maskou s inspiračním tlakem < 15 cmH ₂ O	12,8 % (21)	14 % (23)	12,8 % (21)	54,9 % (90)
	ne, manuální ventilace je kontraindikována	87,2 % (143)	86 % (141)	87,2 % (143)	45,1 % (74)
K zajištění dýchacích cest v tomto případě použijete?	tracheální rourka s manžetou	99,4 % (163)	72,6 % (119)	99,4 % (163)	98,2 % (161)
	tracheální rourka bez manžety	0 % (0)	26,8 % (44)	0 % (0)	0,6 % (1)
	laryngeální maska	0,6 % (1)	0,6 % (1)	0,6 % (1)	1,2 % (2)

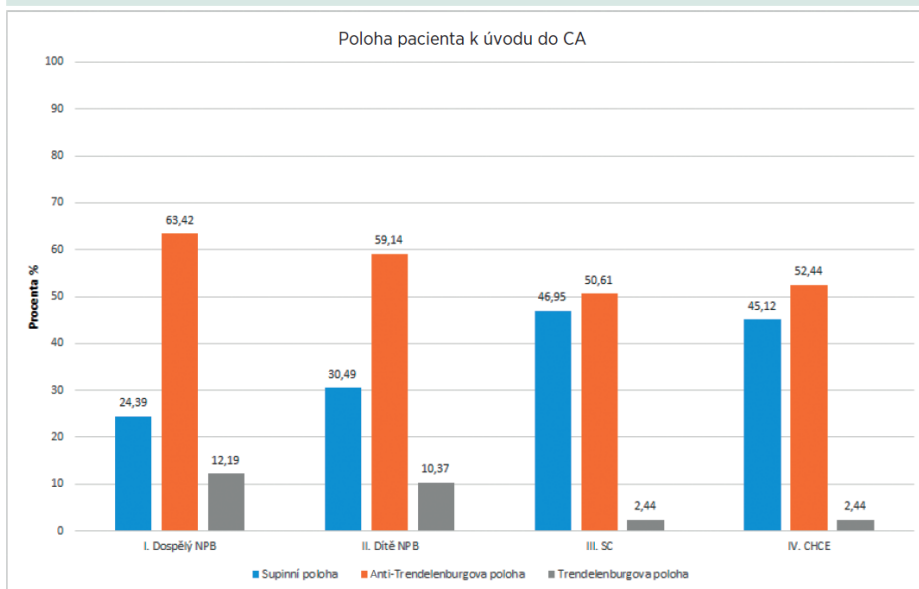
Sellickův hmat, absence manuální ventilace a intubace tracheální rourkou s obturační manžetou [5]. V klinické praxi je tento postup postupně modifikován objevem a dostupností propofolu, kombinací

rokuronium – sugammadex a trvající kontroverzí týkající se účinnosti, eventuální potenciální škodlivosti Sellickova hmatu. Ačkoliv je RSI součástí každodenní anesteziologické praxe, chybějící do-

PŮVODNÍ PRÁCE

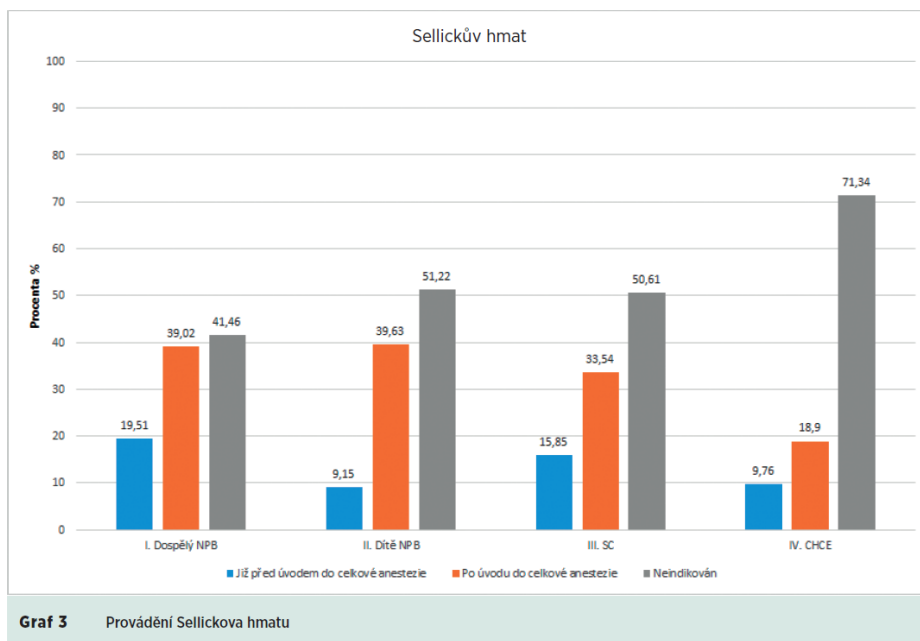


Graf 1 Zavádění nazogastrické sondy



Graf 2 Volba polohy nemocného při RSI

PŮVODNÍ PRÁCE



poručení vede k variabilitě klinické praxe [6–8]. RSI je považován za standard, nicméně nejsou k dispozici kvalitní evidence-based data potvrzující jeho pozitivní vliv na morbiditu a mortalitu pacientů ve srovnání se standardním úvodem do anestezie. V současné době jsou k dispozici národní doporučené postupy k provádění RSI v Dánsku, Lotyšsku, Bělorusku, Anglii (v rámci Difficult Airway Society) [9]. Národní doporučení v ČR chybí. Přes nízké odhadované procento získaných odpovědí (vzhledem k možnému duplicitnímu zastoupení členů ČSARIM v mailingu konference AKUTNĚ.CZ) dotazníkové akce (12,5 %) poukazují její výsledky na variabilitu v provedení RSI, a to jak u lékařů v přípravě, tak u lékařů se specializací v anesteziologii a intenzivní medicíně.

V anestezii dospělých pacientů (případ I – dospělý, NPB; případ III, SC a případ IV, CHCE) je RSI standardním postupem. Mezi klasické indikace RSI patří: nelačný pacient, pacient po traumatu, gastroezofageální reflux, hiátová a paraezofageální hernie, morbidní obezita, diabetická neuropatie, gastroparéza a poruchy pasáže GIT (achalázie, ileus, náhlá příhoda břišní). Přes potenciální riziko aspirace a/či rychlé desaturace v klinických situacích neindikovalo RSI celkem 24,8 % případů (122 negativní odpovědi – z celkem 492 u dospělých pacientů – případ I, II, III, IV). RSI v pediatrii je kontroverzní

a vzhledem k nedostatku dat je převážně odvozen od RSI postupu používaného u dospělých pacientů (tzv. klasický RSI). U rizikových pacientů (s rizikem aspirace) by úvod do celkové anestezie měl probíhat vždy se zajištěnou žilní kanylou, a to i u dětských pacientů, u kterých může být spolupráce obtížná [10].

Nejčastěji zvolenou polohou k úvodu do anestezie byla poloha s náklonem pacienta hlavou nahoru (anti-Trendelenburgova), která je ve srovnání s vodorovnou polohou spojena s lepším efektem preoxygenace [11–12] a může taky eventuálně snížit riziko regurgitace během úvodu do anestezie. Přes potenciální přínos anti-Trendelenburgovy polohy byla druhá nejčastější pozice – supinní frekventní.

Sellickův hmat (SH) dle doporučení [13] (aplikace před úvodem do CA) by provedlo pouze 13,6 % respondentů, což koresponduje s recentně publikovanými výsledky (SH proveden dle doporučení v 10 %) [14]. V úvodu do celkové anestezie u císařského řezu byl v rámci studie OBAAMA-CZ v roce 2011 bleskový úvod použit u 96 % případů a Sellickův hmat u 52 %. Tyto výsledky korespondují i s naší studií [15]. Úloha Sellickova hmatu v pediatrické populaci je také nejasná (SH by neprovedlo 51,2 % respondentů). Dle některých zahraničních národních doporučení nemá aktuálně SH místo v airway managementu u dětí [16–17].

PŮVODNÍ PRÁCE

Nejčastěji volenými intravenózními anestetiky byly dle výsledků dotazníku propofol a thiopental. Výsledky, konzistentní s recentními daty [3], potvrzují dominantní úlohu propofolu v RSI postupu, kde za posledních 15 let propofol postupně nahradil původně dominantní thiopental. Podání propofolu vede ke srovnatelně rychlému úvodu do anestezie současně s nižším výskytem hypertenzní reakce po intubaci [18].

Již od iniciální definice RSI zůstává sukcinylcholin nejčastěji voleným myorelaxanciem [3]. Druhým nejčastěji indikovaným svalovým relaxans bylo rokuronium, které nabízí srovnatelné intubační podmínky a při dostupnosti sugammadexu dokonce rychlejší a predikovatelné zotavení při plné antagonizaci (16 mg/kg) ve srovnání se sukcinylcholinem [3, 19].

Manuální ventilace obličejovou maskou je v pediatrické anestezii postupně implementovaný postup jako tzv. „kontrolovaný RSI“ s manuální ventilací při kontrole maximálního inspiračního tlaku (do 12 cm H₂O) [20]. Kontrolovaný RSI je aktuálně součástí některých národních doporučení [14–15] a spolu s redukcí epizod desaturace nevedl v pediatrických pacientů ke zvýšení frekvence aspirace [21], nicméně právě absence manuální ventilace je základním kamenem klasického RSI (riziko insuflace žaludku) v anestezii dospělých pacientů. Otázka manuální ventilace u rizikových pacientů není aktuálně zodpovězena a výsledky upozorňují na nutnost zhodnocení bezpečnosti daného postupu. Výsledky jsou nicméně konzistentní s recentně publikovanou dotazníkovou akcí ze Spojeného království Severního Irsku a Velké Británie, kde by použilo manuální ventilaci během RSI celkem 17 % respondentů [3]. Alarmující výsledky týkající se „kontrolovaného RSI“ jsou k dispozici z dotazníkového šetření ze Spojených států amerických, kde až 81 % anesteziologů uvádí, že tento postup někdy používají [22].

Nejčastěji volenou pomůckou k zajištění dýchacích cest byla tracheální rourka s obturační manžetou, a to i u případu II (dítě, NPB). Tato skutečnost vzhledem k datům, které nepotvrzují zvýšené riziko postintubačního stridoru při použití tracheálních kanyl s manžetou u pediatrických pacientů, je potěšující, protože tyto kanyly současně umožňují dosažení lepších těsnících tlaků při snížení rizika aspirace a významné snížení nutnosti reintubace [23–24].

Ve všech klinických situacích záměrně chyběla možnost mít připravenou a zapnutou funkční odsávačku. Na tuto skutečnost upozornilo pouze minimum respondentů (z možných 656 odpovědí 164 respondentů x 4 klinické situace), což reprezentuje minoritu případů (10,2%). Připravená a funkční (tzn. odzkoušená) odsávačka může minimalizovat následky aspirace/regurgitace a patří mezi základní kroky RSI.

Hlavní limitace širší interpretace výsledků dotazníkového šetření je dána jeho charakterem (modelový dotazník) a současně relativně nízkým procentem získaných odpovědí (12,5%). Obě limitace může v budoucnu snížit prospektivně designovaná multicentrická observační studie. V absolutních hodnotách respondentů tato studie odpovídá dlouhodobému nezájmu anesteziologické odborné veřejnosti o tyto typy studií [25].

ZÁVĚR

Výsledky dotazníkového šetření poukazují na vysokou variabilitu RSI v jednotlivých klinických situacích, a to jak u lékařů v předatestační přípravě, tak u lékařů se specializací v oboru anesteziologie a intenzivní medicína.

Zde se nabízí myšlenka, jestli by případná standardizace RSI postupu mohla zvýšit bezpečnost anesteziologické péče u rizikových pacientů podstupujících chirurgický výkon.

LITERATURA

- Lossius HM, Roislien J, Lockey DJ. Patient safety in prehospital emergency tracheal intubation: a comprehensive meta-analysis of the intubation success rates of EMS providers. *Crit Care*. 2012;16:24.
- El-Orbany M, Connolly LA. Rapid sequence induction and intubation: current Controversy. *Anesth Analg*. 2010;110:1318–1325.
- Sajayan A, Wicker J, Ungureanu N, Mendonca C, Kimani PK. Current practice of rapid sequence induction of anaesthesia in the UK – a national survey. [online] *Br J Anaesth*. 2016;117(Suppl 1):69–74.
- Stept WJ, Safar P. Rapid induction/intubation for prevention of gastric-content aspiration. *Anesth Analg*. 1970;49:633–636.
- Suresh MS, Munnur U, Wali A. The patient with a fullstomach. In: Hagberg CA, ed. *Benumof's Airway Management: Principles and Practice*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Mosby, 2007:764–766.
- Thwaites AJ, Rice CP, Smith I. Rapid sequence induction: an questionnaire survey of its routine conduct and continued management during a failed intubation. *Anaesthesia*. 1999; 54:372–392.
- Morris J, Cook TM. Rapid sequence induction: a national survey of practice. *Anaesthesia*. 2001;56:1090–1115.
- Koerber JP, Roberts GEW, Whitaker R, Thorpe CM. Variation in rapid sequence induction techniques: current practice in Wales. *Anaesthesia*. 2009;64:54–9.
- Wetsch WA, Hinkelbein J. Current national recommendations on rapid sequence induction in Europe. How standardised is the 'standard of care'? *Eur J Anaesthesiol*. 2014;31:443–444.
- Engelhardt T. Rapid sequence induction has no use in pediatric anaesthesia. *Pediatric Anaesthesia*. 2015;201:5–8.
- Langeron O, Birenbaum A, Le Saché F, Raux M. Airway management in obese patient. *Minerva Anesthesiol*. 2014;80:382–392.

PŮVODNÍ PRÁCE

12. Lane S, Saunders D, Schofield A, Padmanabhan R, Hildreth A, Laws D. A prospective, randomised controlled trial comparing the efficacy of pre-oxygenation in the 20 degrees head-up vs supine position. *Anaesthesia*. 2005;60:1064-1067.
13. Vanner RG, Asai T. Safe use of cricoid pressure. *Anaesthesia*. 1999;54:1-3.
14. Meek T, Gittins N, Duggan JE. Cricoid pressure: knowledge and performance amongst anaesthetic assistants. *Anaesthesia*. 1999;54:59-62.
15. Stourac P, Blaha J, Klotzova R, Noskova P, Seidlova D, Brozova L, Jarkovsky J. Anesthesia for Cesarean Delivery in the Czech Republic: A 2011 National Survey. *Anesth Analg*. 2015;120:1303-1308.
16. Schmidt J, Strauß JM, Becke K, Giest J, Schmitz B. Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter. *Anast Intensivmed*. 2007;48:88-93.
17. Zielińska M, Bartkowska-Śniatkowska A, Mierzewska-Schmidt M, Cettler M, Kobylarz K, Rawicz M, Piotrowski A. The consensus statement of the Paediatric Section of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy on general anaesthesia in children over 3 years of age. Part I – general guidelines. *Anaesthesiology Intensive Therapy*. 2016;48:71-78.
18. Brossy MJ, James MF, Janicki PK. Haemodynamic and catecholamine changes after induction of anaesthesia with either thiopentone or propofol with suxamethonium. *Br J Anaesth*. 1994;72:596-598.
19. Lee C, Jahr JS, Candiotti KA, Warriner B, Zornow MH, Naguib M. Reversal of profound neuromuscular block by sugammadex administered three minutes after rocuronium: a comparison with spontaneous recovery from succinylcholine. *Anesthesiology*. 2009;110:1020-1025.
20. Eich C, Timmermann A, Russo SG et al. A controlled rapid-sequence induction technique for infants may reduce unsafe actions and stress. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2009;53:1167-1172.
21. Neuhaus D, Schmitz A, Gerber A, Weiss M. Controlled rapid sequence induction and intubation – an analysis of 1001 children. *PaediatricAnaesthesia*. 2013;23:734-740.
22. Ehrenfeld JM, Cassidy EA, Forbes VE, Mercaldo ND, Sandberg WS. Modified rapid sequence induction and intubation: a survey of United States current practice. *Anesth Analg*. 2012;115:95-101.
23. Shi F, Xiao Y, Xiong W, Zhou Q, Huang X. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in children: a metaanalysis. *J Anesth*. 2016;30:3-11.
24. Newth CJ, Rachman B, Patel N, Hammer J. The use of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. *Journal of Pediatrics*. 2004;144:333-337.
25. Černá Pařízková R, Seidlová D, Černý V. Postoj k podávání transfúzních přípravků u svědků Jehovových – dotazníková studie. *Anest Intenziv Med*. 2015;26:263-269.

Studijní skupina RSI v ČR 2016:
 MUDr. Antolík Adam (Oddelenie anestéziológie a intenzívnej medicíny, Nemocnica Poprad), MUDr. Bělič Jan (ARO, Lužická nemocnice a poliklinika, a.s.), MUDr. Fedurčák Pavol (Nemocnice Na Bulovce), MUDr. Helán Martin (Anesteziologicko-

resuscitační klinika, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně), MUDr. Kaniok Radek, MBA (Centrum nemocí páteře, Karvinská hornická nemocnice a.s., Anesteziologicko-resuscitační oddělení, Nemocnice s poliklinikou Havířov, p.o., oddělení Anesteziologie a resuscitace, Městská nemocnice Ostrava, p.o.), MUDr. Kuklisová Tatiana (Anesteziologicko-resuscitační oddělení, Nemocnice Břeclav), MUDr. Marušičová Patricia (Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Všeobecná fakultní nemocnice v Praze), MUDr. Olejník Marián (Středomoravská nemocniční a.s., Nemocnice Šternberk), MUDr. Pašek Ondřej (Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Krajská zdravotní, a.s., Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z., Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Výukové pracoviště anesteziologie a intenzivní medicíny IPVŽ), MUDr. Růžková Kateřina (Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Fakultní nemocnice Brno), MUDr. Růžek Lukáš (Anesteziologicko-resuscitační klinika, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně)

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

Autoři prohlašují, že nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce.

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

Poděkování:
 Autoři děkují České společnosti anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (ČSARIM) – Sekci zajištění dýchacích cest, Výukovému portálu AKUTNĚ.CZ [ISSN 1803-179X] a Czech Clinical Trials and Audit Network (CCTAN) za spolupráci a záštitu. Současně autoři děkují všem respondentům, kteří se zapojili do akce.
 Článek vznikl za institucionální podpory Fakultní nemocnice Brno Česká Republika (MZ ČR- RVO, FNBr 65269705).

Registrace: ClinicalTrials.gov ID: NCT02985970, CCTAN ID: 02-2016

Do redakce došlo dne 8. 3. 2017
 Do tisku přijato dne 30. 5. 2017

Adresa pro korespondenci:
doc. MUDr. Petr Štourač, Ph.D.
 e-mail: petr.stourac@gmail.com

4. Kontroverze v perioperačním zajištění dýchacích cest u pediatrických pacientů

a. Controversies in Pediatric Perioperative Airways. Biomed Res Int. 2015

Zajištění dýchacích cest v perioperační péči u pediatrických pacientů má svá specifika, která reflektují anatomické a fyziologické odlišnosti dětského pacienta. Historicky byla pediatrická perioperační péče významně limitována nedostatkem kvalitních evidence-based dat a nedostatkem pomůcek určených pro dětské pacienty. Článek se vzhledem k průběhu perioperačního období postupně věnuje možnostem predikce obtížných dýchacích cest u pediatrických pacientů, doporučením pro očekávané a neočekávané obtížné dýchací cesty, volbě balonkových versus bezbalonkových kanyl, provedení RSI u dětských pacientů, možnosti zajištění dýchacích cest pomocí laryngeální masky a doporučení pro management a načasování extubace dětského pacienta.

V části věnující se predikci obtížných dýchacích cest autoři upozorňují, že ideální predikce by měla být založena na kombinaci anamnézy, klinického vyšetření a výsledků několika zvolených predikčních testů. Výskyt obtížných dýchacích cest je ve srovnání s dospělou populací méně častý a bývá lépe predikovatelný (je např. spojen s řadou klinických syndromů – Pierre Robin sequence, Goldenhar syndrom, Edwardsův syndrom, Downův syndrom atd.) (22–24). Na rozdíl od dospělých pacientů s předpokládaným obtížným zajištěním dýchacích cest, kde je metodou volby fibrooptická intubace při vědomí a zachování spontánní ventilace, není u pediatrických pacientů (s předpokladem obtížného zajištění DC) jasné doporučení pro klinický management. Fibrooptická intubace při vědomí je významně limitována věkem a zejména nutností spolupráce pacienta. Majorita anesteziologů proto používá modifikovaný postup – fibrooptickou intubaci přes obličejovou nebo laryngeální

masku v sedaci / celkové anestezii při zachované spontánní ventilaci (29–101).

Management neočekávaného obtížného zajištění dýchacích cest je založen na doporučení Společnosti pro Obtížné dýchací cesty (DAS) publikovaném v roce 2015 (29), přičemž základním cílem je zabezpečit dostatečnou oxygenaci pacienta. V další části článek upozorňuje na benefity spojené s použitím balonkových tracheálních kanyl u dětí (vyšší těsnost, minimalizace úniku směsi, lepší monitorace EtCO₂), ale současně upozorňuje na korektní management – monitorace tlaku v obturační manžetě.

Část RSI u dětských pacientů poukazuje na specifika dětské perioperační péče (nižší výskyt aspirace, vyšší spotřeba kyslíku, rychlejší desaturace), které částečně limitují aplikaci dospělého RSI na dětskou populaci. Intubace je současně invazivní metoda zajištění DC, a v případě, že je u dětských pacientů pouze minimální riziko aspirace (lačný pacient, elektivní výkon, bez rizikových faktorů), je možno zvážit supraglotické zajištění dýchacích cest, které je ve srovnání s tracheální intubací spojeno s redukcí kašle, zadržením dechu, laryngospasmem a pooperačním inspiračním stridorem (123). Management vyvedení pacienta z anestezie vyžaduje zhodnocení rizika opětovného zajištění dýchacích cest, délky operačního výkonu, oběhové stability, stability vnitřního prostředí a posouzení ventilačních a oxygenačních parametrů. Málo rizikové pacienty je možno extubovat v hluboké anestezii, rizikové pacienty pouze při vědomí po obnově ochranných reflexů dýchacích cest a obnovení efektivní spontánní ventilace.

Přehledový článek, který byl oceněn cenou Jiřího Macha (VIII. konference AKUTNĚ.CZ 2016), měl za cíl poukázat na rozdíly v perioperačním zajištění dýchacích cest. Jeho význam je možno posoudit i na základě aktuálního počtu citací

dle Web of Science (8) či GoogleScholar (16) či na základě skutečnosti, že článek se stal součástí francouzských národních doporučení.

Hindawi Publishing Corporation
BioMed Research International
Volume 2015, Article ID 368761, 11 pages
<http://dx.doi.org/10.1155/2015/368761>



Review Article

Controversies in Pediatric Perioperative Airways

**Jozef Klučka,¹ Petr Štourač,¹ Roman Štoudek,¹
Michaela Ťoukářková,¹ Hana Harazim,² and Martina Kosinová²**

¹Department of Pediatric Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Medical Faculty of Masaryk University and University Hospital Brno, Cernoplní 9, 613 00 Brno, Czech Republic

²Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Medical Faculty of Masaryk University and University Hospital Brno, Jihlavska 20, 625 00 Brno, Czech Republic

Correspondence should be addressed to Petr Štourač; petr.stourac@gmail.com

Received 24 July 2015; Revised 9 October 2015; Accepted 11 October 2015

Academic Editor: Makoto Ozaki

Copyright © 2015 Jozef Klučka et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Pediatric airway management is a challenge in routine anesthesia practice. Any airway-related complication due to improper procedure can have catastrophic consequences in pediatric patients. The authors reviewed the current relevant literature using the following data bases: Google Scholar, PubMed, Medline (OVID SP), and Dynamed, and the following keywords: Airway/s, Children, Pediatric, Difficult Airways, and Controversies. From a summary of the data, we identified several controversies: difficult airway prediction, difficult airway management, cuffed versus uncuffed endotracheal tubes for securing pediatric airways, rapid sequence induction (RSI), laryngeal mask versus endotracheal tube, and extubation timing. The data show that pediatric anesthesia practice in perioperative airway management is currently lacking the strong evidence-based medicine (EBM) data that is available for adult subpopulations. A number of procedural steps in airway management are derived only from adult populations. However, the objective is the same irrespective of patient age: proper securing of the airway and oxygenation of the patient.

1. Introduction

Managing the airway is crucial and the cornerstone of pediatric anesthesia. Airways in children are developing and changing during growth. They differ from adult airways in several aspects: they are narrower and the risk of swelling is greater and this can lead to increased airway resistance and breathing in a spontaneously breathing child in the postoperative period. The narrowest part of the airway is located at the level of cricoid cartilage in contrast to adults where we can choose the ETT (endotracheal tube) depending on the space between the vocal cords. The results of several MRI (magnetic resonance imaging) studies however indicate that the narrowest part can be the glottis [1]. To the best of our knowledge, this is the first airway management review

article which summarizes all current controversies related to pediatric airway management.

2. Methods

We searched <https://scholar.google.com>, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>, Medline (OVID SP), and Dynamed for keywords: Airway/s, Children, Pediatric, Difficult Airways, and Controversies. We searched for data published between 2000 and 6/2015. After data collection, we identified several controversies related to pediatric airway management: difficult airway prediction, difficult airway management, cuffed versus uncuffed endotracheal tubes for securing pediatric airway, RSI (rapid sequence induction) in pediatric anesthesia, laryngeal mask (LM) versus endotracheal tube, and extubation timing.

3. Results and Discussion

The review is derived from the data of review articles ($n = 35$), prospective trials ($n = 6$), guidelines ($n = 3$), retrospective trials ($n = 1$), and meta-analysis ($n = 1$). The paucity of randomized controlled trials and meta-analyses included are a limitation of the paper but this is due to the lower number of randomized controlled trials (RCTs) related to the topic.

3.1. Difficult Airway Prediction. The airway management should be planned and the anesthesiologist should have a back-up plan for the scenario “when things can go wrong.” The airway evaluation needs to include the patient’s medical history: birth complications, history of trauma, previous surgery, and airway management during previous anesthesia. During the clinical examination, the anesthesiologist should seek for signs of stridor, dysphonia, swallowing disorders, difficulty in breathing, difficulty in speaking, and hoarseness. There are currently a number of difficult airway predictors, but their sensitivity and specificity vary in clinical practice. The predictors with good performance are mandibular protrusion, Mallampati’s classification, movement of atlantooccipital joint [2], reduced mandibular space, and increased tongue thickness [3]. Other published risk factors are age less than one year, ASA (American Society of Anesthesiologists) status III and IV, obesity (BMI, body mass index, ≥ 35), and patients undergoing oromaxillofacial, ENT (ear, nose, and throat), and cardiac surgery [4, 5]. The thyromental distance can be used for difficult airway prediction: the normal value should be at least 3 finger breadths (patient’s 3 finger breadths) [6]. The reported incidence of difficult airway in pediatric population however is lower than that for adults and predictable in the majority [7]. Unexpected difficult face mask ventilation (inadequate mask seal, excessive gas leak, or excessive resistance) in children varies from 2.8 to 6.6% [8] and the incidence of difficult endotracheal intubation (defined as Cormack and Lehane greater than grade 3) varies between 0.06% and 1.34% [4, 9, 10]. Difficult airway should be anticipated in several congenital syndromes: Pierre robin sequence, Goldenhar syndrome, Treacher Collins syndrome, Apart syndrome, Hunter and Hurler syndrome, Backwith-Wiedermann syndrome, Freeman-Sheldon syndrome, Down syndrome, Klippel-Feil syndrome, Hallermann-Streif syndrome, Arthrogryposis, Cri-du-chat syndrome, Edwards syndrome, and Fibrodysplasia ossificans progressiva [11–13].

Perioperative respiratory complications still remain one of the main causes of pediatric perioperative morbidity [14] and are the second most common cause of perioperative cardiac arrest in children [15]. In clinical practice, it is advisable to combine predictors with good performance and clinical examination to predict possible difficult airway. The best way to avoid airway-related complications is regular training for the cannot intubate cannot ventilate (CICV) scenario and stepwise difficult airway protocol implementation in routine clinical practice [7].

3.2. Expected Difficult Airway. In case of elective surgery, the pediatric patient with known or expected difficult airway

should be treated in a tertiary center [7]. Currently, there are no guidelines on how to proceed in this scenario and the majority of anesthesiologists attempt to preserve the patient’s spontaneous ventilation during the period of airway securing [8]. In adulthood, the recommended clinical practice is relatively clear and the fiberoptic awake intubation with spontaneous ventilation under local anesthesia or under mild sedation can be considered as a golden standard in case of expected difficult airway [9]. This is not easy to adopt in children due to lack of cooperation of pediatric patients and, in the vast majority of pediatric patients, the airways can be managed only after anesthesia induction or under deep sedation [16]. There are conflicting data on the role of muscle relaxants in the case of expected difficult airway in children. Some authors permit their use in case of possible facemask or supraglottic device ventilation with the exception of a patient with anterior mediastinal mass [17, 18]. Flexible fiberoptic intubation can be performed directly, using the special designed face mask [19] or supraglottic device as a conduit for flexible intubation [20]. It seems reasonable to preserve the spontaneous ventilation in patients with expected difficult airway. Supraglottic airway devices can resolve the situation or can be helpful as a route for fiberoptic intubation.

3.3. Unexpected Difficult Airway. There are currently published guidelines and reviews that summarize the recommendations in clinical situations of difficult mask ventilation, difficult tracheal intubation, and the cannot intubate cannot ventilate scenario in pediatric population [7, 10, 21]. Anatomically based problems can arise due to inadequate head position, airway collapse, inappropriate face mask handling, large tonsils, and/or adenoids. This can be overcome with proper positioning of the head, chin lift, jaw thrust, and two-hand manual ventilation via facemask [22]. However, functional airway obstructions are far more frequent and these can be caused by inadequate depth of anesthesia, laryngospasm, and opioid-induced glottic closure [14, 23, 24]. Laryngospasm is often treated with deepening the level of anesthesia although this may lead to significant hypotension in pediatric patients [25, 26]. Muscle paralysis for treating functional airway obstruction especially in case of cardiovascular instability is a more appropriate option [27]. The Difficult Airway Society (DAS) published guidelines for proceeding in emergency situations: unexpected difficult intubation during routine induction, difficult mask ventilation, and the cannot intubate cannot ventilate scenario in pediatric patients aged between 1 and 8 years (Figures 1–3) [28]. This stepwise protocol is demonstrative and provides the proper directions for proceeding in life-threatening situations: difficult mask ventilation, unexpected difficult tracheal intubation, and the cannot intubate cannot ventilate scenario.

3.4. Cuffed or Uncuffed ETT? Historically, uncuffed ETTs were used in pediatric patients under 8 years, to achieve a larger internal diameter of the tube, reducing flow resistance [29], and to minimize possible oedema formation due to cuff caused mucosal damage. Currently, it is well documented that the narrowest part of the airway at the level of cricoid

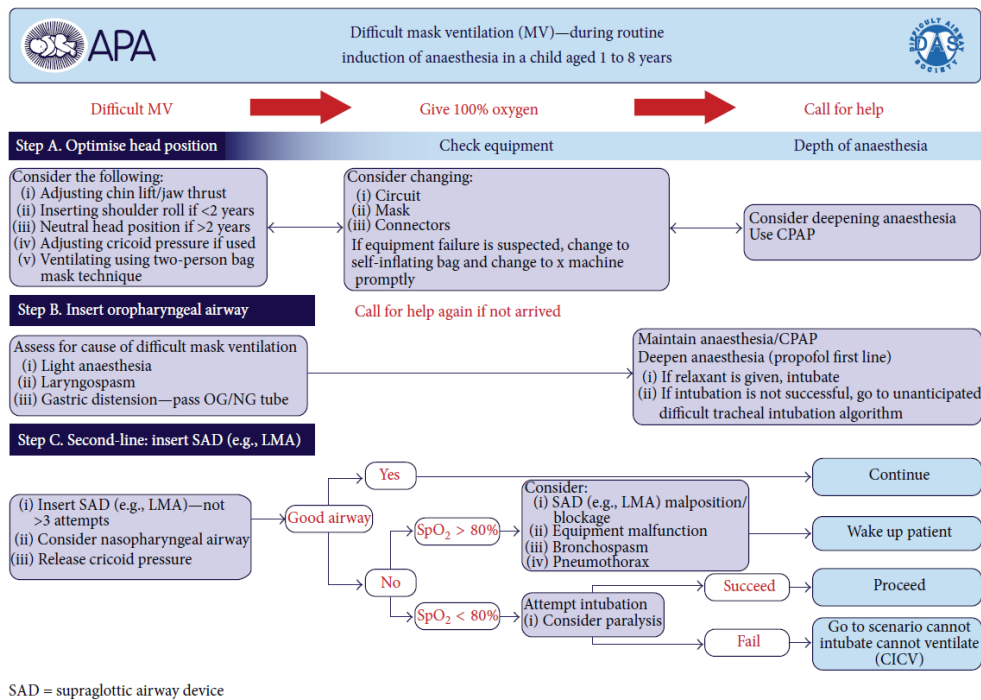


FIGURE 1: Guidelines for the management of difficult mask ventilation in children aged 1–8 years, published by DAS (Difficult Airway Society) at <http://www.das.uk.com/guidelines/paediatric-difficult-airway-guidelines>.

cartilage is elliptical. For this reason, there is the possibility of causing airway trauma also if the uncuffed tube with an acceptable leak pressure was used [12]. A higher incidence of laryngospasm with the use of uncuffed tubes has also been reported [12, 30]. The size of ETTs remains age-related [31]. It can be estimated using Cole's formula for uncuffed tube selection [32]: inner diameter (mm) = (16 + age)/4, although it has been reported that it can overestimate the actual tube size [33]. For cuffed tubes, Cole's formula results can be used, reduced by 0.5 or 1.0 mm [29], or another formula [34]: inner diameter (mm) = (age in years/4) + 3. The data show that accurately chosen and properly placed newly designed cuffed tubes (Microcuff) do not result in more airway-related complications than uncuffed ETT [34, 35] and can be used in infants [30]. One of the largest advantages of cuffed tubes is that they significantly reduce the exchange rate (from 25% to 2%) of ETTs after intubation in pediatric anesthesia [34]. No increase in morbidity has been reported with the latest cuffed ETT use in pediatric intensive care unit (ICU) patients [36] and according to the ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation) guidelines (2005), cuffed tubes are accepted as an alternative

to uncuffed tubes [37]. Improper placement or excessive cuff pressure can lead to mucosal damage. It is highly recommended to periodically, ideally continuously monitor the cuff pressure to avoid potentially damaging pressures [38]. Newly designed (Microcuff) pediatric cuffed tubes are considered safe and effective in perioperative care for pediatric patient.

3.5. Rapid Sequence Induction (RSI). RSI in adults is a standard procedure in patients with high risk of gastric aspiration (unfasted, trauma, GERD, gastroesophageal reflux, etc.). The most frequently used neuromuscular blocking agent during RSI is suxamethonium. The cricoid pressure (known as Sellick's Maneuver, SM) was subsequently added to the sequence to prevent gastric aspiration [39]. The cricoid pressure can also be effective in pediatric patients [40], but it can worsen intubation conditions [41–44]. It can also lead to a fall in lower esophageal sphincter tone [45]. The efficacy of this maneuver has been widely discussed over the past 20 years, with conflicting results. Another question is the proper performance of SM and the pressure that should be applied to the cricoid cartilage [43, 46, 47]. The data analysis showed

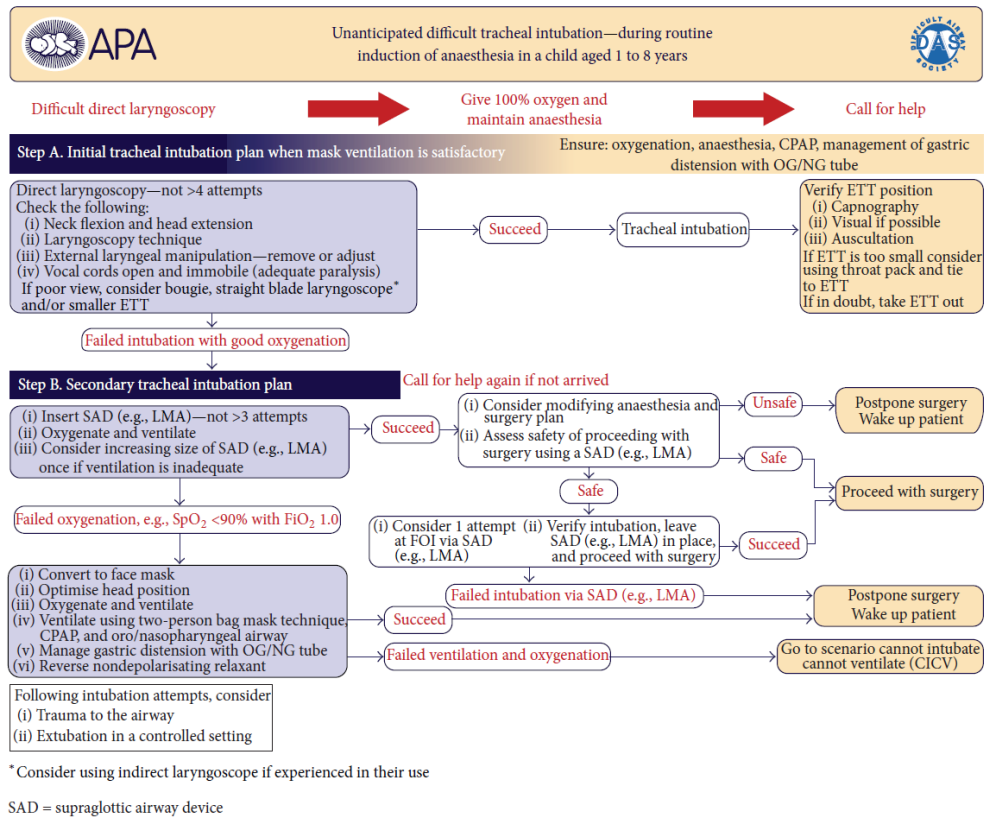


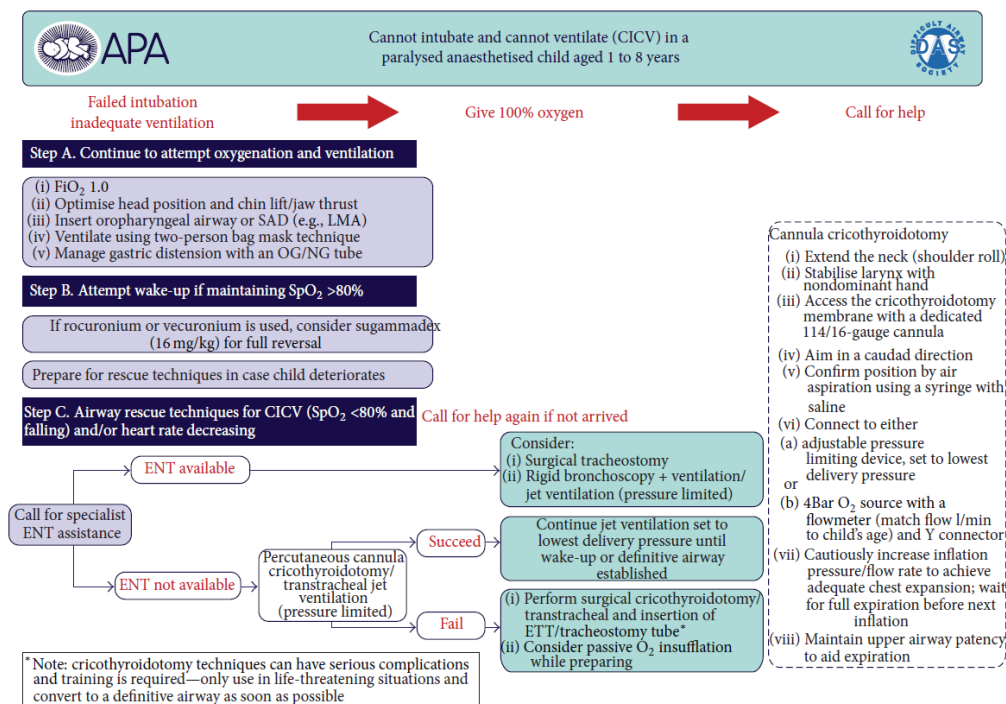
FIGURE 2: Guidelines for the management of unexpected difficult tracheal intubation in children aged 1–8 years, published by DAS (Difficult Airway Society) at <http://www.das.uk.com/guidelines/paediatric-difficult-airway-guidelines>.

that sufficient pressure to prevent aspiration is 10 N in awake patients and after induction the pressure should be raised to 30 N [48]. However, these data are derived from the adult population. During the past decade, SM has gradually been vanishing from routine anesthesiology practice. The results of its efficacy remain conflicting. It should be noticed that in Germany the routine use of SM in case of RSI in pediatric patients is no longer recommended [49] and in 2010 only 1.1% of pediatric anesthesiologists reported that they use SM during RSI in pediatric anesthesia [50].

Another conflicting issue is the use of suxamethonium in childhood. According to the Food and Drug Administration (FDA) recommendations, suxamethonium should be reserved only for emergency situations due to published adverse events and even deaths both in pediatric patients [51–53] and in adults [54–57]. Should we all abandon suxamethonium in pediatric anesthesia as it can be seen in

some centers [58]? The authors recommend the well-known strategy “always have it (suxamethonium), never use it.” We can look at RSI from different points of view: do we need RSI? And do we have any alternative? The reported aspiration incidence in pediatric patients is low (0.4–1 per 1000), with a very low rate of serious complications [59, 60], and also we are able to measure gastric volume by ultrasound imaging [61, 62]. We definitely need to perform RSI in bowel obstruction or posttonsillectomy bleeding. However, some conditions routinely considered to be indications for RSI are today questionable as can be seen in a recent publication on gas induction in pyloromyotomy [63].

Do we have any alternative to suxamethonium? Rocuronium is the only neuromuscular blocking agent with comparable onset rapidity to suxamethonium. It provides good intubation conditions at 60 seconds [64]. The major break was the introduction of sugammadex, a chelating agent with high



SAD = supraglottic airway device

FIGURE 3: Guidelines for the management of CICV scenario in children aged 1–8 years, published by DAS (Difficult Airway Society) at <http://www.das.uk.com/guidelines/paediatric-difficult-airway-guidelines>.

specificity for rocuronium reversal. Sugammadex is currently licensed in children over 2 years [65] but still not registered by the FDA (concerns about possible allergic reactions). Rocuronium and sugammadex can be used in difficult airway scenarios [66]; however, it should be noticed that successful reversal of neuromuscular blockade does not always lead to a successful end [67, 68], while the reason for CICV (cannot intubate cannot ventilate) can be multifactorial. The main RSI principle is the absence of manual hand-bag ventilation during the induction. The majority of children cannot be sufficiently preoxygenated before the induction and due to their low functional residual capacity and higher oxygen consumption, they will desaturate much faster than adults in the absence of ventilation and oxygenation. The classic-adult RSI will lead to hypoxia, bradycardia, and hypotension during induction [69]. Therefore, many authors recommend RSI adapted for childhood or “controlled RSI” [70] with deep anesthesia, muscle relaxation, and intermittent face mask ventilation [71–73].

3.6. *Tracheal Intubation versus Laryngeal Mask*. Laryngeal masks (LMs) are today commonly used in routine pediatric anesthesia practice in a whole spectrum of surgical procedures [74–76]. Laryngeal mask can be effectively used in difficult airway management [77] and also in a large number of elective procedures [78, 79]. The LM use can lead to significant reduction of postoperative desaturation, laryngospasm, and cough and reduction in postanesthetic unit stay compared to ETTs [80]. The reason for the widespread use and high popularity of LMs by anesthesiologists may be the low failure rate and rapid learning curve [78, 79]. In case of insufficient seal, reposition, reinsertion or head flexion, and rotation can lead to minimizing the air leak [81, 82]. However, even achieving a good seal does not guarantee the proper position of the LM [83]. For this reason, it is highly recommended to monitor cuff pressure during the anesthesia [84]. Possible gastric acid reflux is a question when using LM. The rate of reported aspiration appears to be very low although silent gastroesophageal reflux can often occur.

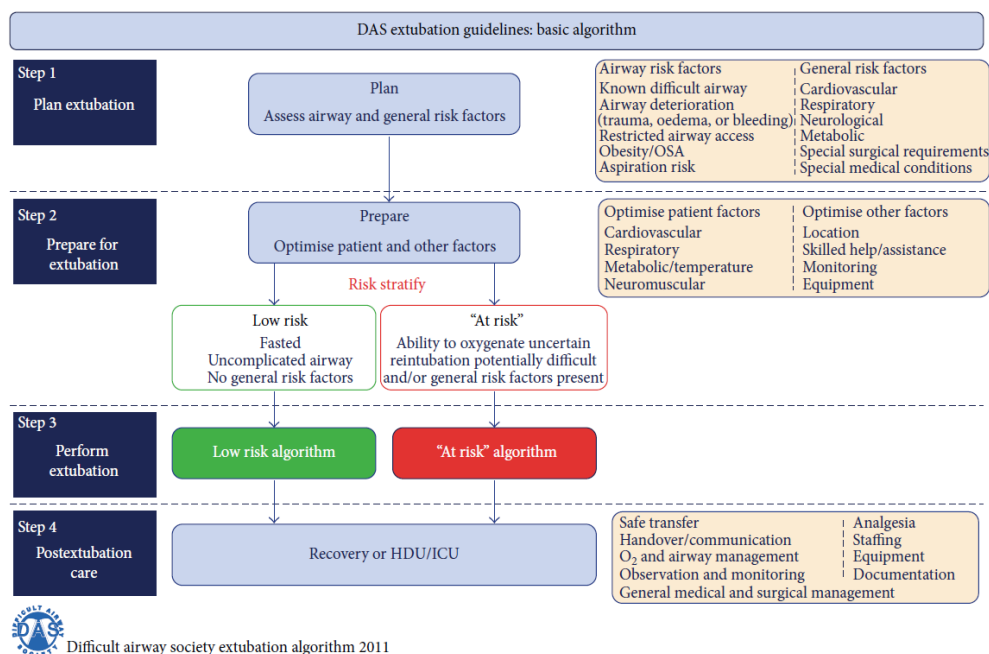


FIGURE 4: Guidelines for the management of tracheal extubation, basic algorithm, published by DAS (Difficult Airway Society) at <http://www.das.uk.com/guidelines/paediatric-difficult-airway-guidelines>.

It appears that, in reported cases, the diagnosis of reflux had no clinical consequences and compared to facemask ventilation and anesthesia with intubation, the incidence was similar [85, 86]. Laryngeal masks have been used for airway management during adenotonsillectomy, tonsillectomy, and adenoidectomy [87], laparoscopic surgeries (with comparable intragastric pressure to ETT [88]), during fiberoptic bronchoscopy [89, 90], eye surgery [91], during difficult airway management as a conduit for ETT placement [92, 93], and during resuscitation (also in neonates) with no documented difference in outcome compared to ETT use. LMs have earned their reputation for superior performance, simplicity, and low rate of failure also in pediatric anesthesia. Limitation of LMs can be seen in conditions such as Pulmonary alveolar Proteinosis (PaP) where the lung separation for invasive treatment is inevitable [94]. LMs have saved many lives and anesthesiologists' careers. We must also bear in mind, however, the limitations of this device (leak pressure, failure rate, and regurgitation risk) and the risk versus benefit ratio should always be considered in deciding between ETT and LM for pediatric patient's airway management. These data should not be interpreted as the uselessness of ETT and RSI in

patients with high risk of aspiration (unfasted, major trauma, etc.), because in light of current EBM data it would be non lege artis practice.

3.7. When to Extubate the Pediatric Patient? The emergence from anesthesia is another risky situation during the perioperative period. The anesthesiologist should decide whether to extubate the child in deep anesthesia or awake with sufficient spontaneous ventilation or whether to proceed with the mechanical ventilation in ICU because of surgery duration, hypothermia, hemodynamic instability, respiratory distress, massive blood loss, and other conditions should be considered prior to extubation. The operator must consider two questions: intubation conditions and the risk of aspiration. In the case of difficult airway and in patients with high risk of aspiration, it is generally recommended to extubate them when awake with sufficient spontaneous ventilation with appropriate protective airway reflexes. In pediatric patients, it has been reported that the routine practice is extubation during deep anesthesia [95]. This can lead to minimizing cardiovascular system stimulation and reducing the incidence of cough; however, some data reported a higher

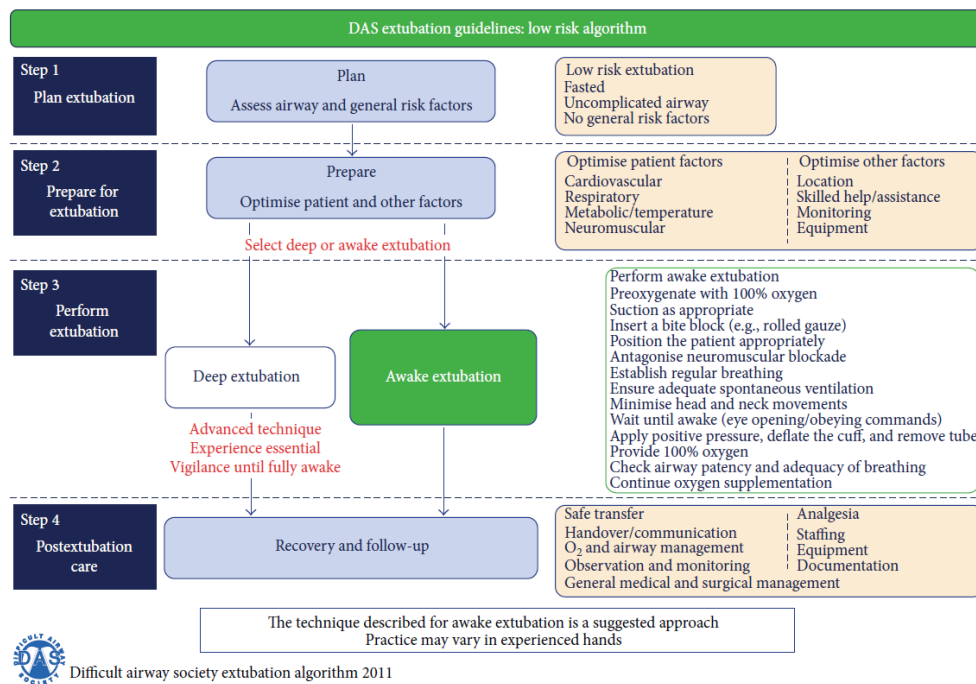


FIGURE 5: Guidelines for the management of tracheal extubation, low risk algorithm, published by DAS (Difficult Airway Society) at <http://www.das.uk.com/guidelines/paediatric-difficult-airway-guidelines>.

incidence of respiratory complications with this practice [96]. Extubation at the moment of end-inspiration can minimize the risk of laryngospasm [97] and experienced anesthesiologist is associated with lower risk of laryngospasm [98]. In conclusion, the difference in both practices (awake or in deep anesthesia intubation) is not associated with impact on outcome [99]. The main exception is the child with difficult airway and the child with high risk of aspiration, where the consensus is clear, extubating them awake with sufficient spontaneous ventilation. Compendious extubation guidelines have been published by DAS (Figures 4–6) [28]. The guideline is primarily for adult patients; however, with respect to differences in pediatric anesthesia, they could be implemented in pediatric extubation management.

4. Conclusion

The majority of difficult airway in childhood can be predicted and the best method for prediction seems to be the combination of clinical examination with predictors with good performance: mandibular protrusion, Mallampati’s classification, movement of atlantooccipital joint, and thyromental

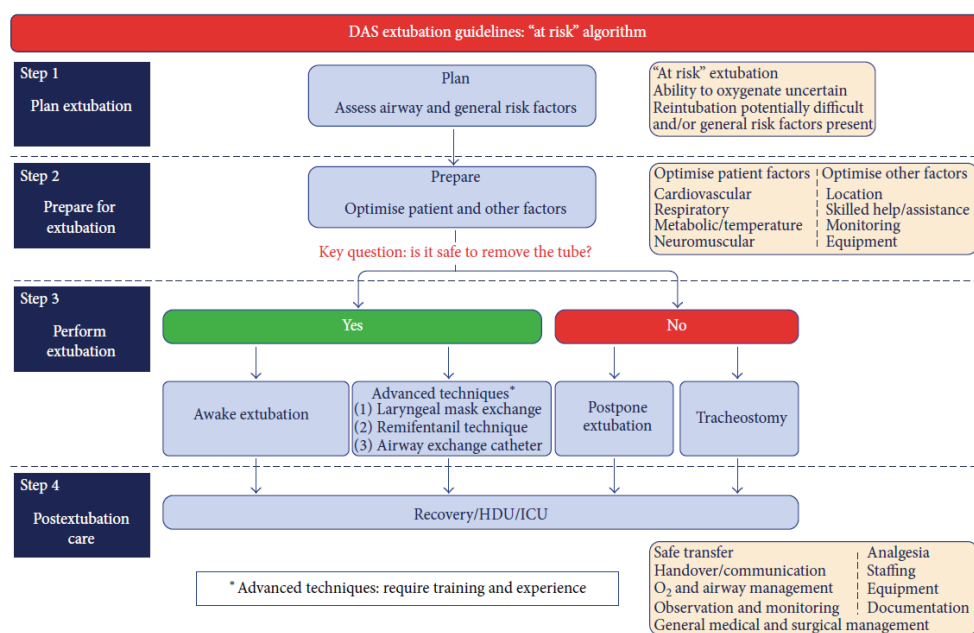
distance. In case of anticipated difficult airway, it is advisable to preserve spontaneous ventilation. The classic RSI is not suitable for children and the mild (airway pressures under 20 cm H₂O) hand-bag ventilation is considered a safe method during pediatric RSI that provides oxygenation and minimizes possible hypoxia. Although we can see an increasing number of RCTs dedicated to pediatric airway management, there is still need to perform well designed large RCTs in pediatric subpopulation to formulate the airway management guidelines based on pediatric EBM data.

Conflict of Interests

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Acknowledgment

Financial support from the Czech Ministry of Health Internal Grant Agency, Project NT 13906-4/2012, is acknowledged.



Difficult airway society extubation algorithm 2011

FIGURE 6: Guidelines for the management of tracheal extubation, high risk algorithm, published by DAS (Difficult Airway Society) at <http://www.das.uk.com/guidelines/paediatric-difficult-airway-guidelines>.

References

- [1] R. S. Litman, E. E. Weissend, D. Shibata, and P.-L. Westesson, "Developmental changes of laryngeal dimensions in unparalyzed, sedated children," *Anesthesiology*, vol. 98, no. 1, pp. 41–45, 2003.
- [2] K. Karkouti, D. K. Rose, D. Wigglesworth, and M. M. Cohen, "Predicting difficult intubation: a multivariable analysis," *Canadian Journal of Anesthesia*, vol. 47, no. 8, pp. 730–739, 2000.
- [3] F. J. Frei and W. Ummenhofer, "Difficult intubation in paediatrics," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 6, no. 4, pp. 251–263, 1996.
- [4] S. Heinrich, T. Birkholz, H. Ihmsen, A. Irouschek, A. Ackermann, and J. Schmidt, "Incidence and predictors of difficult laryngoscopy in 11,219 pediatric anesthesia procedures," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 22, no. 8, pp. 729–736, 2012.
- [5] S. Heinrich, T. Birkholz, A. Irouschek, A. Ackermann, and J. Schmidt, "Incidence and predictors of difficult laryngoscopy in adult patients undergoing general anesthesia: a single-center analysis of 102,305 cases," *Journal of Anesthesia*, vol. 27, no. 6, pp. 815–821, 2013.
- [6] S. G. Krishna and J. D. Tobias, "An update on airway management in infants and children," *Anaesthesia, Pain & Intensive Care*, vol. 18, no. 1, pp. 85–96, 2014.
- [7] M. Weiss and T. Engelhardt, "Proposal for the management of the unexpected difficult pediatric airway," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 20, no. 5, pp. 454–464, 2010.
- [8] S. G. Russoa and K. Becke, "Expected difficult airway in children," *Current Opinion in Anesthesiology*, vol. 28, pp. 321–326, 2015.
- [9] S. Ohkawa, "Incidence of difficult intubation in pediatric population," *Anesthesiology*, vol. 103, p. A1362, 2005, Annual Meeting of American Society of Anesthesiologists.
- [10] A. Mirghassemi, A. E. Soltani, and M. Abtahi, "Evaluation of laryngoscopic views and related influencing factors in a pediatric population," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 21, no. 6, pp. 663–667, 2011.
- [11] J. Harless, R. Ramaiah, and S. M. Bhananker, "Pediatric airway management," *International Journal of Critical Illness and Injury Science*, vol. 4, no. 1, pp. 65–70, 2014.
- [12] C. Nargoian, "The airway in patients with craniofacial abnormalities," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 14, no. 1, pp. 53–59, 2004.
- [13] C. Sims and B. S. von Ungern-Sternberg, "The normal and the challenging pediatric airway," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 22, no. 6, pp. 521–526, 2012.
- [14] N. Jimenez, K. L. Posner, F. W. Cheney, R. A. Caplan, L. A. Lee, and K. B. Domino, "An update on pediatric anesthesia liability: a closed claims analysis," *Anesthesia and Analgesia*, vol. 104, no. 1, pp. 147–153, 2007.
- [15] S. M. Bhananker, C. Ramamoorthy, J. M. Geiduschek et al., "Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the

- pediatric perioperative cardiac arrest registry," *Anesthesia and Analgesia*, vol. 105, no. 2, pp. 344–350, 2007.
- [16] R. A. Sunder, D. T. Haile, P. T. Farrell, and A. Sharma, "Pediatric airway management: current practices and future directions," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 22, no. 10, pp. 1008–1015, 2012.
- [17] H. A. Hack, N. B. Wright, and R. F. Wynn, "The anaesthetic management of children with anterior mediastinal masses," *Anaesthesia*, vol. 63, no. 8, pp. 837–846, 2008.
- [18] P. A. Stricker, H. G. Gurnaney, and R. S. Litman, "Anesthetic management of children with an anterior mediastinal mass," *Journal of Clinical Anesthesia*, vol. 22, no. 3, pp. 159–163, 2010.
- [19] F. J. Frei, D. F. Wengen, M. Rutishauser, and W. P. UmmeHofer, "The airway endoscopy mask: useful device for fiberoptic evaluation and intubation of the paediatric airway," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 5, no. 5, pp. 319–324, 1995.
- [20] M. Weiss, J. Mauch, K. Becke, J. Schmidt, and M. Jöhr, "Fibre optic-assisted endotracheal intubation through the laryngeal mask in children," *Anaesthesist*, vol. 58, no. 7, pp. 716–721, 2009.
- [21] A. E. Black, P. E. R. Flynn, H. L. Smith, M. L. Thomas, and K. A. Wilkinson, "Development of a guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 25, pp. 346–362, 2015.
- [22] T. Engelhardt and M. Weiss, "A child with a difficult airway: what do I do next?" *Current Opinion in Anaesthesiology*, vol. 25, no. 3, pp. 326–332, 2012.
- [23] C. Mamie, W. Habre, C. Delhumeau, C. B. Argiroffo, and A. Morabia, "Incidence and risk factors of perioperative respiratory adverse events in children undergoing elective surgery," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 14, no. 3, pp. 218–224, 2004.
- [24] I. Murat, I. Constant, and H. Maud'Huy, "Perioperative anaesthetic morbidity in children: a database of 24 165 anaesthetics over a 30-month period," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 14, no. 2, pp. 158–166, 2004.
- [25] J. Lerman, T. T. Houle, B. T. Matthews, J. Houck, and F. A. Burrows, "Propofol for tracheal intubation in children anesthetized with sevoflurane: a dose-response study," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 19, no. 3, pp. 218–224, 2009.
- [26] O. O. Nafiu, S. Khetarpal, M. Morris, P. I. Reynolds, S. Malviya, and K. K. Tremper, "Incidence and risk factors for preincision hypotension in a noncardiac pediatric surgical population," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 19, no. 3, pp. 232–239, 2009.
- [27] I. Calder and S. M. Yentis, "Could 'safe practice' be compromising safe practice? Should anaesthetists have to demonstrate that face mask ventilation is possible before giving a neuromuscular blocker?" *Anaesthesia*, vol. 63, no. 2, pp. 113–115, 2008.
- [28] M. Popat, V. Mitchell, R. Dravid, A. Patel, C. Swampillai, and A. Higgs, "Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation," *Anaesthesia*, vol. 67, no. 3, pp. 318–340, 2012.
- [29] A. M. Brambrink and R. R. Meyer, "Management of the paediatric airway: new developments," *Current Opinion in Anaesthesiology*, vol. 15, no. 3, pp. 329–337, 2002.
- [30] G. F. Fine, K. Fertal, and E. K. Motoyama, "The effectiveness of controlled ventilation using cuffed versus uncuffed ETT in infants," *Anesthesiology*, vol. 93, article A1251, 2000.
- [31] B. R. King, M. D. Baker, L. E. Braitman, J. Seidl-Friedman, and M. S. Schreiner, "Endotracheal tube selection in children: a comparison of four methods," *Annals of Emergency Medicine*, vol. 22, no. 3, pp. 530–534, 1993.
- [32] F. Cole, "Pediatric formulas for the anesthesiologist," *The American Journal of Diseases of Children*, vol. 94, no. 6, pp. 672–673, 1957.
- [33] C. K. Hofer, M. Ganter, M. Tucci, R. Klaghofer, and A. Zollinger, "How reliable is length-based determination of body weight and tracheal tube size in the paediatric age group? The Broselow tape reconsidered," *British Journal of Anaesthesia*, vol. 88, no. 2, pp. 283–285, 2002.
- [34] H. H. Khine, D. H. Corddry, R. G. Kettrick et al., "Comparison of cuffed and uncuffed endotracheal tubes in young children during general anesthesia," *Anesthesiology*, vol. 86, no. 3, pp. 627–631, 1997.
- [35] I. James, "Cuffed tubes in children," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 11, no. 3, pp. 259–263, 2001.
- [36] C. J. L. Newth, B. Rachman, N. Patel, and J. Hammer, "The use of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care," *Journal of Pediatrics*, vol. 144, no. 3, pp. 333–337, 2004.
- [37] The International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), "Consensus science with treatment recommendations for paediatric and neonatal patients: paediatric basic and advanced life support," *Paediatrics*, vol. 117, no. 5, pp. e955–e977, 2005.
- [38] J. D. Tobias, L. Schwartz, J. Rice, K. Jatana, and D. R. Kang, "Cuffed endotracheal tubes in infants and children: should we routinely measure the cuff pressure?" *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, vol. 76, no. 1, pp. 61–63, 2012.
- [39] B. A. Sellick, "Cricoid pressure to control regurgitation of stomach contents during the induction of anaesthesia," *The Lancet*, vol. 278, no. 7199, pp. 404–406, 1961.
- [40] M. R. Salem, A. Y. Wong, and G. F. Fizzotti, "Efficacy of cricoid pressure in preventing aspiration of gastric contents in paediatric patients," *British Journal of Anaesthesia*, vol. 44, no. 4, pp. 401–404, 1972.
- [41] J. G. Brock-Utne, "Is cricoid pressure necessary?" *Paediatric Anaesthesia*, vol. 12, no. 1, pp. 1–4, 2002.
- [42] D. Y. Ellis, T. Harris, and D. Zideman, "Cricoid pressure in emergency department rapid sequence tracheal intubations: a risk-benefit analysis," *Annals of Emergency Medicine*, vol. 50, no. 6, pp. 653–665, 2007.
- [43] A. F. Turgeon, P. C. Nicole, C. A. Trépanier, S. Marcoux, and M. R. Lessard, "Cricoid pressure does not increase the rate of failed intubation by direct laryngoscopy in adults," *Anesthesiology*, vol. 102, no. 2, pp. 315–319, 2005.
- [44] T. Noguchi, K. Koga, Y. Shiga, and A. Shigematsu, "The gum elastic bougie eases tracheal intubation while applying cricoid pressure compared to a stylet," *Canadian Journal of Anesthesia*, vol. 50, no. 7, pp. 712–717, 2003.
- [45] J.-P. Tournadre, D. Chassard, K. R. Berrada, and P. Boulétreau, "Cricoid cartilage pressure decreases lower esophageal sphincter tone," *Anesthesiology*, vol. 86, no. 1, pp. 7–9, 1997.
- [46] W. J. Wraight, A. R. Chamney, and T. H. Howells, "The determination of an effective cricoid pressure," *Anaesthesia*, vol. 38, no. 5, pp. 461–466, 1983.
- [47] R. G. Vanner, J. P. O'Dwyer, B. J. Pryle, and F. Reynolds, "Upper oesophageal sphincter pressure and the effect of cricoid pressure," *Anaesthesia*, vol. 47, no. 2, pp. 95–100, 1992.
- [48] R. G. Vanner and T. Asai, "Safe use of cricoid pressure," *Anaesthesia*, vol. 54, no. 1, pp. 1–3, 1999.
- [49] J. Schmidt, J. M. Strauß, K. Becke, J. Giest, and B. Schmitz, "Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter," *Anäst Intensivmed*, vol. 48, pp. 88–93, 2007.
- [50] R. W. Walker, R. Ravi, and K. Haylett, "Effect of cricoid force on airway calibre in children: a bronchoscopic assessment," *British Journal of Anaesthesia*, vol. 104, no. 1, pp. 71–74, 2009.

- [51] H. Rosenberg and G. A. Gronert, "Intractable cardiac arrest in children given succinylcholine," *Anesthesiology*, vol. 77, no. 5, article 1054, 1992.
- [52] J. M. Wang and T. H. Stanley, "Duchenne muscular dystrophy and malignant hyperthermia: two case reports," *Canadian Anaesthetists Society Journal*, vol. 33, no. 4, pp. 492–497, 1986.
- [53] C. C. Wu, C. S. Tseng, C. H. Shen, T. C. Yang, K. P. Chi, and W. M. Ho, "Succinylcholine induced cardiac arrest in children with unsuspected Beck muscular dystrophy: a case report," *Acta Anaesthesiologica Sinica*, vol. 36, pp. 165–168, 1998.
- [54] K. Sato, K. Nishiwaki, N. Kuno et al., "Unanticipated hyperkalemia following succinylcholine administration in prolonged immobilized parturients treated with magnesium and ritodrine," *Anesthesiology*, vol. 93, pp. 1539–1541, 2000.
- [55] S. J. Bauer, K. Orio, and B. D. Adams, "Succinylcholine induced masseter spasm during rapid sequence intubation may require a surgical airway: case report," *Emergency Medicine Journal*, vol. 22, no. 6, pp. 456–458, 2005.
- [56] M. Gill, K. Graeme, and K. Guentherberg, "Masseter spasm after succinylcholine administration," *Journal of Emergency Medicine*, vol. 29, no. 2, pp. 167–171, 2005.
- [57] T. C. U. Onyeka, "Masseter muscle rigidity: atypical malignant hyperthermia presentation or isolated event?" *Saudi Journal of Anaesthesia*, vol. 4, no. 3, pp. 205–206, 2010.
- [58] H. J. Sparr and M. Jöhr, "Succinylcholine update," *Anaesthesist*, vol. 51, no. 7, pp. 565–575, 2002.
- [59] J. Cubillos, C. Tse, V. W. S. Chan, and A. Perlas, "Bedside ultrasound assessment of gastric content: an observational study," *Canadian Journal of Anesthesia*, vol. 59, no. 4, pp. 416–423, 2012.
- [60] A. Schmitz, S. Thomas, F. Melanie et al., "Ultrasonographic gastric antral area and gastric contents volume in children," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 22, no. 2, pp. 144–149, 2012.
- [61] M. A. Warner, M. E. Warner, D. O. Warner, L. O. Warner, and E. J. Warner, "Perioperative pulmonary aspiration in infants and children," *Anesthesiology*, vol. 90, no. 1, pp. 66–71, 1999.
- [62] L. M. Borland, S. M. Sereika, S. K. Woelfel et al., "Pulmonary aspiration in pediatric patients during general anesthesia: incidence and outcome," *Journal of Clinical Anesthesia*, vol. 10, no. 2, pp. 95–102, 1998.
- [63] G. E. Scrimgeour, N. W. Leather, R. S. Perry, J. V. Pappachan, A. J. Baldock, and A. Bosenberg, "Gas induction for pyloromyotomy," *Pediatric Anesthesia*, vol. 25, no. 7, pp. 677–680, 2015.
- [64] J. J. Perry, J. S. Lee, V. A. H. Sillberg, and G. A. Wells, "Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation," *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 2, Article ID CD002788, 2008.
- [65] Paediatric Formulary Committee, *BNF for Children*, BMJ Group, Pharmaceutical Press, and RCPCH Publications, London, UK, 2014.
- [66] J. C. W. Desforges and N. J. McDonnell, "Sugammadex in the management of a failed intubation in a morbidly obese patient," *Anaesthesia and Intensive Care*, vol. 39, no. 4, pp. 763–764, 2011.
- [67] R. Curtis, S. Lomax, and B. Patel, "Use of sugammadex in a 'can't intubate, can't ventilate' situation," *British Journal of Anaesthesia*, vol. 108, no. 4, pp. 612–614, 2012.
- [68] B. C. Kyle, D. Gaylard, and R. H. Riley, "A persistent 'can't intubate, can't oxygenate' crisis despite rocuronium reversal with sugammadex," *Anaesthesia and Intensive Care*, vol. 40, no. 2, pp. 344–346, 2012.
- [69] F. J. Gencorelli, R. G. Fields, and R. S. Litman, "Complications during rapid sequence induction of general anesthesia in children: a benchmark study," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 20, no. 5, pp. 421–424, 2010.
- [70] T. Engelhardt, L. Strachan, and G. Johnston, "Aspiration and regurgitation prophylaxis in paediatric anaesthesia," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 11, no. 2, pp. 147–150, 2001.
- [71] D. Neuhaus, A. Schmitz, A. Gerber, and M. Weiss, "Controlled rapid sequence induction and intubation—an analysis of 1001 children," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 23, no. 8, pp. 734–740, 2013.
- [72] R. G. Fields, F. J. Gencorelli, and R. S. Litman, "Anesthetic management of the pediatric bleeding tonsil," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 20, no. 11, pp. 982–986, 2010.
- [73] C. Eich, M. Weiss, D. Neuhaus, J. Strauß, M. Jöhr, and K. Becke, "Incidence of complications associated with rapid sequence induction (RSI) in children—it is a matter of age and technique," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 20, no. 9, pp. 898–899, 2010.
- [74] L. A. Boehringer and R. E. Bennie, "Laryngeal mask airway and the pediatric patient," in *The Laryngeal Mask Airway. International Anesthesiology Clinics*, D. Z. Ferson, J. R. Brimacombe, and A. I. J. Brain, Eds., pp. 45–60, Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, Pa, USA, 1998.
- [75] I. S. Landsman, "The laryngeal mask airway," in *Airway Management in Pediatric Anesthesia. International Anesthesiology Clinics*, L. W. Borland, Ed., pp. 49–65, Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, Pa, USA, 1997.
- [76] K. Goldmann, "Recent developments in airway management of the paediatric patient," *Current Opinion in Anaesthesiology*, vol. 19, no. 3, pp. 278–284, 2006.
- [77] M. C. White, T. M. Cook, and P. A. Stoddart, "A critique of elective pediatric supraglottic airway devices," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 19, no. 1, pp. 55–65, 2009.
- [78] M. Lopez-Gil, J. Brimacombe, and M. Alvarez, "Safety and efficacy of the laryngeal mask airway. A prospective survey of 1400 children," *Anaesthesia*, vol. 51, no. 10, pp. 969–972, 1996.
- [79] M. Lopez-Gil, J. Brimacombe, J. Cebrian, and J. Arranz, "Laryngeal mask airway in pediatric practice: a prospective study of skill acquisition by anesthesia residents," *Anesthesiology*, vol. 84, no. 4, pp. 807–811, 1996.
- [80] V. Luce, H. Harkouk, C. Brasher et al., "Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative meta-analysis of respiratory complications," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 24, no. 10, pp. 1088–1098, 2014.
- [81] F. S. Xue, P. Mao, H. P. Liu et al., "The effects of head flexion on airway seal, quality of ventilation and orogastric tube placement using the ProSeal laryngeal mask airway," *Anaesthesia*, vol. 63, no. 9, pp. 979–985, 2008.
- [82] W. J. Choi and Y. H. Kim, "The influence of head rotation on ProSeal laryngeal mask airway sealing during paediatric myringotomy," *Anaesthesia and Intensive Care*, vol. 35, no. 6, pp. 957–960, 2007.
- [83] G. Inagawa, K. Okuda, T. Miwa, and K. Hiroki, "Good airway seal does not imply the correct position of laryngeal mask airway in pediatric patients," *Anesthesia & Analgesia*, vol. 90, article S361, 2000.
- [84] L. Hockings, M. Heaney, N. A. Chambers, T. O. Erb, and B. S. Von Ungern-Sternberg, "Reduced air leakage by adjusting the cuff pressure in pediatric laryngeal mask airways during spontaneous ventilation," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 20, no. 4, pp. 313–317, 2010.

- [85] J. Cebrián, M. Avellanal, and J. L. Morales, "Continuous monitoring of oesophageal pH during general anaesthesia with laryngeal mask airway in children," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 10, no. 2, pp. 161–166, 2000.
- [86] O. Özlü, A. K. Türker, G. Özgün, and I. Soykan, "Distal oesophageal pH measurement in children during general anaesthesia using the laryngeal mask airway, tracheal tube and face mask," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 11, no. 4, pp. 425–429, 2001.
- [87] D. I. Sierpina, H. Chaudhary, D. L. Walner et al., "Laryngeal mask airway versus endotracheal tube in pediatric adenotonsillectomy," *The Laryngoscope*, vol. 122, no. 2, pp. 429–435, 2012.
- [88] D. Ozdamar, B. H. Güvenç, K. Tokar, M. Solak, and G. Ekingen, "Comparison of the effect of LMA and ETT on ventilation and intragastric pressure in pediatric laparoscopic procedures," *Minerva Anestesiologica*, vol. 76, no. 8, pp. 592–599, 2010.
- [89] C. Lesmes, L. Siplovich, and Y. Katz, "Fiberoptic bronchoscopy in children using the laryngeal mask airway," *Pediatric Surgery International*, vol. 16, no. 3, pp. 179–181, 2000.
- [90] E. Nussbaum and M. Zagnoev, "Pediatric fiberoptic bronchoscopy with a laryngeal mask airway," *Chest*, vol. 120, no. 2, pp. 614–616, 2001.
- [91] A. Duman, C. Ö. Ögün, and S. Ökesli, "The effect on intraocular pressure of tracheal intubation or laryngeal mask insertion during sevoflurane anaesthesia in children without the use of muscle relaxants," *Paediatric Anaesthesia*, vol. 11, no. 4, pp. 421–424, 2001.
- [92] R. W. M. Walker, "Management of the difficult airway in children," *Journal of the Royal Society of Medicine*, vol. 94, no. 7, pp. 341–344, 2001.
- [93] P. Michalek, W. Donaldson, and L. Theiler, "The use of the i-gel in anaesthesia—facts and fiction in 2013," *Trends in Anaesthesia and Critical Care*, vol. 3, no. 5, pp. 246–251, 2013.
- [94] T. Vymazal and M. Krecmerova, "Respiratory strategies and airway management in patients with pulmonary alveolar proteinosis: a review," *BioMed Research International*, vol. 2015, Article ID 639543, 5 pages, 2015.
- [95] B. C. H. Tsui, A. Wagner, D. Cave, C. Elliott, H. El-Hakim, and S. Malherbe, "The incidence of laryngospasm with a 'no touch' extubation technique after Tonsillectomy and adenoidectomy," *Anesthesia & Analgesia*, vol. 98, no. 2, pp. 327–329, 2004.
- [96] T. Asai, K. Koga, and R. S. Vaughan, "Respiratory complications associated with tracheal intubation and extubation," *British Journal of Anaesthesia*, vol. 80, no. 6, pp. 767–775, 1998.
- [97] K. A. Miller, C. P. Harkin, and P. L. Bailey, "Postoperative tracheal extubation," *Anesthesia and Analgesia*, vol. 80, no. 1, pp. 149–172, 1995.
- [98] A. A. Al-almi, M. M. Zestos, and A. S. Baraka, "Pediatric laryngospasm: prevention and treatment," *Current Opinion in Anaesthesiology*, vol. 22, no. 3, pp. 388–395, 2009.
- [99] R. I. Patel, R. S. Hannallah, J. Norden, W. F. Casey, and S. T. Vergheese, "Emergence airway complications in children: a comparison of tracheal extubation in awake and deeply anesthetized patients," *Anesthesia and Analgesia*, vol. 73, no. 3, pp. 26–70, 1991.

b. Současné trendy v zajištění dýchacích cest u dětí: tradice a mýty versus evidence-based medicine. Anesteziologie a intenzivní medicína 2017

Přehledový článek, který byl publikován v českém periodiku Anesteziologie a intenzivní medicína v roce 2017, navazuje na článek Controversies in Pediatric Perioperative Airways (101). Poskytuje aktualizovaný přehled kontroverzních témat týkající se managementu zajištění dýchacích cest u dětských pacientů a je speciálně zaměřen na praxi v České republice. Vzhledem k významné centralizaci pediatrické anestezie je praxe většiny anesteziologů limitována na období postgraduálního vzdělání („před atestací“) a následně je jejich kontakt s dětským pacientem minimální. Jejich praxe proto nemusí respektovat recentní EBM data a může být založena na přetrvávajících mýtech a tradicích, jako např. nutnosti intubace jen bezbalonkovou tracheální kanylou u všech dětí do 8 let věku. Dětská anestezie má nicméně svá jednoznačná specifika, která jsou dána specifickou anatomí, fyziologií a patofyziologií dětského pacienta. Mezi ně patří například vysoký podíl inhalačního úvodu do anestezie s cílem redukovat anxieta pacienta při separaci od rodičů, ale zároveň je daná strachem z venepunkce, která je u velkého procenta dětských pacientů obtížná (novorozenci a kojenci). Článek je rozdělen do čtyř oblastí: Bleskový úvod do anestezie, Přínos versus rizikovost Sellickova hmatu, Možnosti ventilace obličejovou maskou v průběhu RSI úvodu a Volba balonkových versus bezbalonkových tracheální kanyl u dětských pacientů.

Bleskový úvod, který je považován za standard pro úvod do celkové anestezie u pacienta s rizikem aspirace/regurgitace žaludečního obsahu během úvodu, je v klinické praxi již 50 let a jeho přínos nebyl nikdy potvrzen velkou prospektivní randomizovanou studií. Jeho základní součástí je Sellickův hmat a absence ventilace obličejovou maskou po indukci do anestezie. Daný postup je však u dětských pacientů spojen s významným rizikem hypoxemie a nežádoucích kardiovaskulárních komplikací (101). V rámci modifikace postupu pomocí kontrolované ventilace s limitovaným inspiračním tlakem (≤ 12 cm H₂O) je možno efektivně

oxygenovat a ventilovat dětské pacienty bez zvýšení rizika aspirace (93, 96). Sellickův hmat, neboli tlak na prstencovou chrupavku, pochází z dospělé populace a je spojen se zhoršenou vizualizací glottis, komprimuje dětské dýchací cesty a při korektním provedení (tlak 10 N při vědomí) vede k významné nespolupráci a zvýšení anxiety u dětského pacienta (101, 118–119). Další část článku je věnovaná pediatrických tracheálním kanylám s obturační manžetou. Specializované pediatrické balonkové tracheální kanyly (MicroCuff™), které respektují specifika dětských dýchacích cest (vysoko-objemový nízkotlaký balonek z polyuretanu, absence Murphyho oka, distální posun manžety a značka umožňující vizuální kontrolu korektní hloubky zavedení kanyly), nevedou ke zvýšení perioperační morbiditity týkající se dýchacích cest u dětských pacientů a je možno je bezpečně použít také v podmínkách dětské intenzivní péče (69, 163).

PROBLEMATIKA DÝCHACÍCH CEST

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

Současné trendy v zajištění dýchacích cest u dětí – tradice a mýty versus evidence based medicine

Klučka J., Ťoukáková M., Kříkava I., Štoudek R., Štourač P.

Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Fakultní nemocnice Brno, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

Anest. intenziv. Med., 28, 2017, č. 2, s. 128–134

SOUHRN

Zajištění dýchacích cest u dětského pacienta je rizikovým momentem pediatrické anestezie. Vzhledem k relativně menšímu počtu pacientů a operačních výkonů ve srovnání s dospělou populací a současnou centralizací pediatrické anestezie má většina anesteziologů pouze malé zkušenosti s airway managementem u dětí. Společně s absencí Evidence-based medicine (EBM) dat a doporučení to často vede k tomu, že anestezie u dětí je vedena podle „eminence-based“ principu (na základě zkušenosti lokální autority – staršího lékaře), což může mít negativní vliv na výsledný outcome. Cílem autorů bylo přiblížit odborné veřejnosti aktuální dostupná EBM data a doporučení týkající se kontroverzních témat airway managementu pediatrických pacientů, bleskového úvodu do celkové anestezie a volby tracheální kanyly s obturační manžetou nebo bez manžety během anestezie a perioperačního období.

KLÍČOVÁ SLOVA

airway management – Sellickův hmat – crush úvod – bleskový úvod – dětský pacient – balonkové tracheální kanyly

ABSTRACT

Klučka J., Ťoukáková M., Kříkava I., Štoudek R., Štourač P.: Paediatric airway management update: Myths and traditions versus evidence-based medicine (EBM)

Airway management is a critical part of paediatric anaesthesia. Only a minority of anaesthesiologists are experienced in paediatric airway management because of the relatively small number of surgical procedures (compared with the adult population) and also due to the centralization of paediatric medical care. This situation, together with the absence of evidence-based data (EBM) and recommendations often leads to “eminence-based” care (local medical authority experience), which can have negative impact on the final outcome. The author’s aim was to analyse and evaluate the current EBM data and recommendations related to paediatric airway management and to discuss the potential controversies - rapid sequence induction and the use of uncuffed versus cuffed tubes in paediatric patients in the perioperative period.

KEYWORDS

airway management – cricoid pressure – Sellicks manoeuvre – rapid sequence induction – paediatric patient – cuffed tracheal tubes

ÚVOD

V České republice se pediatrická anestezie a intenzivní péče stále více centralizuje, a to zejména u dětí nižších hmotnostních kategorií (Fakultní nemocnice Motol a Fakultní nemocnice Brno). Tento trend je patrný i celosvětově, kde často vede ke vzniku dětské anestezie jako nadstavbové specializace (aktuálně v ČR není součástí postgraduálního vzdělávacího systému), což může mít následně pozitivní vliv na perioperační morbiditu i mortalitu dětských pacientů. Většina anesteziolo-

logů a intenzivistů se setkává ve své klinické praxi s dětským pacientem pouze okrajově, a to převážně se staršími dětmi (> 6 let) o vyšší tělesné hmotnosti (> 20 kg). Právě absence rutinní praxe v dané věkové kategorii může vést ke zvýšenému stresu, vzniku chyb a potenciálnímu ohrožení pacienta. Minorita dětských pacientů v celkovém objemu lékařské péče se projevuje také výslednou insuficiencí Evidence-based medicine (EBM) doporučení a guidelines, která aktuálně chybí téměř v každé pediatrické lékařské specializaci. Zajištění dýcha-

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

cích cest u dětského pacienta je spojeno s řadou kontroverzí [1] a vysokou variabilitou klinické praxe. V přehledovém článku se autoři snaží přiblížit a zhodnotit kontroverzní témata airway managementu (bleskový úvod, crush úvod, Sellickův hmat a ventilace obličejovou maskou během bleskového úvodu u dětí) u dětského pacienta ve světle EBM.

BLESKOVÝ ÚVOD V DĚTSKÉ ANESTEZII (RAPID-SEQUENCE INDUCTION)

Bleskový úvod do anestezie („crush úvod“, Rapid sequence induction – RSI) je běžnou a každodenní součástí anesteziologické praxe. Aktuálně je jako RSI označován soubor postupů, který je používán s cílem minimalizovat riziko hypoxie, regurgitace a aspirace žaludečního obsahu během úvodu do anestezie. Klasický postup RSI sestává ze zajištění žilního vstupu, přípravy léků (rychle účinkující intravenózní anestetikum, rychle nastupující myorelaxans, použití opioidu zůstává kontroverzní), v polohování pacienta s cílem minimalizovat regurgitaci, v přichystání odsávací cévky se zapnutým odsáváním (možnost odsání sekretu z dutiny ústní pod zrakovou kontrolou), preoxygenaci, v aplikaci ne všemi přijímaného Sellickova hmatu, ve vyvarování se řízené ventilace obličejovou maskou, které je také zpochybňováno a v případné apnoické oxygenaci a tracheální intubaci kanylou s obturační manžetou. Do klinické praxe byl RSI implementován v roce 1970 [2] po analýze, která identifikovala aspiraci během úvodu do anestezie jako nejčastější příčinu mortality asociované s anestezí [3]. Několik součástí klasického RSI je v dnešní době považováno za kontroverzní [4] (Sellickův hmat, poloha pacienta, manuální ventilace). Ačkoli je RSI asociován s rizikem hypoxémie a rizikem kardiovaskulárních komplikací u dospělých [5] a také u dětských pacientů [1, 5–6], zůstává neměnnou součástí anesteziologické praxe, a to i přes absenci EBM dat potvrzujících jeho účinnost [7]. K RSI jsou klasicky indikováni pacienti s přítomnými rizikovými faktory aspirace – stavy s plným žaludkem, ileózní stav, traumata, hiátová hernie, gastroezofageální reflux a stavy s možným opožděným vyprazdňováním žaludku a nemocí jícnu (užívání opioidů, morbidní obezita, diabetes mellitus s rozsáhlou neuropatií, achalázie jícnu). Riziko aspirace je v dnešní době u dospělé populace odhadováno (podle NAP-4 studie) na 1 : 2 000 až 3 000 u elektivních výkonů a 1 : 600 až 800 u akutních výkonů [8]. V pediatrické populaci je toto riziko ještě nižší, a to 1 : 5 076 u elektivních operací a 1 : 4 498 u akutních operací s minimální přidruženou morbiditou a nulovou mortalitou [9]. Vzhledem na vysokou rizikovost (úvod při vědomí, hypoxémie, hemodynamická nestabilita) „klasického RSI“ postupu v pediatrické anestezii a nízké

riziko aspirace je v dnešní době snaha o jeho revizi a aktualizaci.

Postup RSI je odvozen z technik u dospělých, ale vzhledem k rozdílům ve fyziologii u dětských pacientů – menší funkční reziduální kapacitě, vyšší klidové spotřebě kyslíku v kombinaci s insuficientní a často úplně nemožnou preoxygenací, vede ke zvýšenému stresu, obtížnému zajištění dýchacích cest s hypoxémií a následnou forsírovanou ventilací obličejovou maskou [10]. Klasický RSI u dětských pacientů vykazuje vysokou variabilitu mezi lékaři v indikacích a také v jednotlivých součástech RSI [11, 12]. Podle auditu v UK (United Kingdom) by pouze 50 % anesteziologů indikovalo klasický RSI u dětí s plným žaludkem [12]. Samostatnou kapitolou je zajištění cévního vstupu u dětských pacientů. Přes velkou variabilitu praxe zůstává intravenózní vstup u rizikových pacientů zlatým standardem pro úvod do anestezie, a to i přes možné obtíže při jeho zajištění u nespolupracujících dětských pacientů [13]. V emergentní situaci při nemožnosti zajištění intravenózního vstupu je alternativou intraoseální vstup [14].

SELICKŮV HMAT

Sellickův hmat/manévr (SH), neboli tlak na prstencovou chrupavku (cartilago cricoidea), je považován za standardní součást RSI a je aplikován s cílem zkomprimovat jícn v této oblasti proti krční páteři (5. krční obratel) a tím zabránit regurgitaci. SH je v literatuře poprvé zmíněn v roce 1774 (Monro) jako metoda, která vede k redukci insuflace žaludku. V roce 1961 Sellick prokázal, že SH zabránil regurgitaci žaludečního obsahu (vodou předem naplněného žaludku) při Trendelenburgově poloze na kadaverózním modelu. V další fázi Sellick potvrdil účinnost SH u paralyzovaného pacienta se zavedenou sondou do jícnu, kde po aplikaci SH došlo na rentgenovém zobrazení k zastavení plnění jícnu a následně na souboru 26 pacientů, kde u 3 pacientů došlo k regurgitaci při povolení SH [1]. SH byl následně implementován do běžné klinické praxe, ačkoli jeho účinnost nebyla potvrzena žádnou rozsáhlou randomizovanou zaslepenou studií, a proto je jeho účinnost a bezpečnost poslední dobou kontroverzní. Sellick předpokládal, že jícn se nachází přímo za prstencovou chrupavkou, nicméně data z počítačové tomografie (CT) a magnetické rezonance popisují posterolaterální pozici jícnu až u 50 % pacientů [15, 16], která byla u 53–91 % pacientů po aplikaci SH akcentována [17], což může vést k vysoké variabilitě účinnosti komprese. Neméně důležité je, že až u 81 % pacientů došlo aplikací hmatu ke kompresi dýchacích cest [16, 17]. V recentní studii Zeidana et al. vedl SH k nemožnosti zavedení 4 mm nazogastriční sondy do žaludku u zdravých dobrovolníků

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

v celkové anestezii, což bylo potvrzeno i pomocí videolaryngoskopu [18]. Přes pozitivní výsledky studie je však potřeba zvážit, že SH byl aplikován zkušeným a trénovaným anesteziologem a vedl jen k zabránění regurgitace částic ≥ 4 mm [15]. Správně aplikovaný SH vede k zabránění insuflaci žaludku [19], nicméně jeho účinnost v prevenci regurgitace je nejasná a regurgitace se může vyskytovat i přes jeho technicky správné provedení [20]. Sellickův hmat vede ke zvýšení inspiračního tlaku, snížení dechových objemů až k obstrukci dýchacích cest [21, 22]. Je spojen se zhoršením vizualizace hlasových vazů až k jejich kompresi či uzávěru. Zvyšuje riziko obtížné intubace u dospělých pacientů i u dětí [20–23]. SH také vede k redukci tonu dolního jícnového svěrače, co může být spojeno s vyšším rizikem zvracení [24]. V extrémních případech může SH vést až k ruptuře jícnu, což bylo popsáno v kazuistikách [25, 26]. SH je bohužel ve většině případů aplikován nesprávně, a to až v 70 % [27]. Pouze 5–10 % anesteziologů je schopno aplikovat SH správně [28] podle doporučení [19] tím, že je často aplikován nesprávnou technikou, vede k zhoršení intubačních podmínek a při aplikaci u dětí při vědomí může vést spíše k vyvolání neklidu, kašle a zvracení [23, 29]. Z právního hlediska je implementace SH do RSI postupu nejasná, což dokazuje i případ, kde neprovedení SH během RSI mělo negativní právní dopad [30]. Sellickův hmat u dětí není podložen EBM daty, jeho aplikace je pro dítě nepřijemná a zvyšuje diskomfort pacienta i anesteziologa, nicméně data nejsou jasná. Mezinárodní doporučení chybí a aktuálně převládá spíše odklon od SH, což můžeme pozorovat například v Německu, kde SH již není doporučeno jako běžná součást RSI v pediatrické anestezii [1]. Je potřeba vyvolat diskusi a formulovat jasná doporučení k pozici SH u RSI v dětské anestezii s cílem optimalizace péče a minimalizace eventuálních právních následků.

VENTILACE OBLIČEJOVOU MASKOU BĚHEM RSI?

Jedním ze základních kamenů klasického RSI (u dospělých pacientů) je absence manuální ventilace (obličejovou maskou) po intravenózním úvodu do anestezie se současnou apnoickou oxygenací s cílem zamezit eventuální insuflaci žaludku a s následnou rychlou areflexní intubací po nástupu neuromuskulární blokády. Vzhledem

k často insuficientní preoxygenaci, vysoké spotřebě kyslíku, redukované funkční reziduální kapacitě plic ve spojení s nízkou frekvencí regurgitace [8–9], která je navíc téměř výlučně asociována s časnou laryngoskopií v mělké anestezii před nástupem neuromuskulární blokády [31] se zdá být klasický RSI postup u dětí rizikový.

Jsou obavy z aspirace při manuální ventilaci opodstatněné a podložené EBM daty? Zdá se, že nikoli – recentní metaanalýza vedla k závěrům, že aktuálně není možné ani doporučit ani zamítnout manuální ventilaci obličejovou maskou ke snížení rizika aspirace a dokonce kontrolovaná manuální ventilace při udržení vrcholového tlaku (peak pressure) ≤ 20 cm H₂O umožňuje suficientní oxygenaci bez rizika insuflace žaludku [7, 32]. Manuální ventilace následně umožní vyhnout se epizodě hypoxémie v době nástupu neuromuskulární blokády, která v dnešní době činí 30–60 vteřin v závislosti na typu a dávce použitého svalového relaxancia (sukcinylcholin, rokuronium). Rokuronium se rychlosti nástupu účinku nejvíce blíží sukcinylcholinu s dobou nástupu do 60 vteřin. Jeho hlavní předností je dostupnost specifického antidota – sugammadexu, který je aktuálně schválen pro použití také u dětí starších dvou let [1]. Vzhledem ke stresové situaci autoři doporučují použít k měření nástupu účinku stopky, nicméně jako zlatý standard zůstává měření nástupu svalové blokády objektivně pomocí akcelerometrie [31, 33, 34]. Manuální ventilace během RSI v pediatrii byla poslední dobou často diskutována [11, 12, 35]. Více autorů se shoduje, že klasický RSI by v pediatrii měl být modifikován v tzv. „kontrolovaný RSI“, kde po indukci do anestezie v době nástupu svalové relaxace je pacient manuálně ventilován obličejovou maskou inspiračním tlakem nepřesahujícím 10–12 cm H₂O [1, 10]. „Kontrolovaný RSI“ na vzorku 1 001 pediatrických pacientů vedl k redukci epizod hypoxémie, nižšímu výskytu obtížné laryngoskopie, bez bradykardií a při nulovém výskytu aspirace [44]. „Kontrolovaný RSI“ se postupně implementuje do pediatrické anestezie [1, 34], nicméně tento proces je pomalý a zatím nemáme k dispozici mezinárodní doporučení týkající se „kontrolovaného RSI“ v pediatrické anestezii, ačkoliv je doporučení postupně přijímáno jednotlivými anesteziologickými společnostmi. Aktuálně je manuální ventilace s cílem prevence hypoxémie u pediatrických pacientů doporučena v Německu a v Polsku [34, 36].

TRACHEÁLNÍ KANYLA S OBTURAČNÍ MANŽETOU NEBO BEZ MANŽETY?

Historicky se u pediatrických pacientů ve věku < 8 roků používaly (a stále používají) tracheální kanyly bez obturační manžety [37]. Takzvané

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

„bezbalonkové kanyly“ umožňovaly použití kanyl s větším vnitřním průměrem, což vedlo ke snížení rezistence dýchacích cest a snížení dechové práce u spontánně ventilujících pacientů [38]. Nejužší místo dýchacích cest u dětí se nachází v oblasti prstencové chrupavky a obturační manžeta tracheální kanyly může v dané oblasti způsobit poškození citlivé sliznice se vznikem otoku a následným vyšším rizikem subglotické stenózy, ale také může dojít k paréze nervus laryngeus recurrens, která se projeví inspiračním stridoromem po extubaci [39, 40]. Subglotický prostor v oblasti prstencové chrupavky je nicméně eliptický, a proto i správně zvolená tracheální kanyla bez obturační manžety (s akceptovatelným únikem „leak“) může způsobit poškození sliznice dýchacích cest s následným edémem [41]. Pediatrické kanyly s manžetou nerespektovaly specifika v anatomii a fyziologii dýchacích cest u dětí, byly špatně navrženy [42, 43] a byly spojené s nárůstem morbidit v souvislosti se zajištěním dýchacích cest [44]. Tracheální kanyly bez balonku však mají řadu nevýhod: vyšší riziko volby nesprávné velikosti kanyly s následnou nutností reintubace, riziko aspirace, únik nosné směsi, znečištění prostředí na operačním sále, zvýšenou spotřebu anestetik, vzhledem k existujícímu úniku také potíže při přesnosti měření CO_2 ve výdechu (etCO_2) [45–47]. Nové pediatrické endotracheální kanyly s obturační manžetou (Microcuff) jsou navrženy a vyrobeny podle specifík dýchacích cest u dětí. Jejich manžeta je tvořena tenkou vrstvou polyuretanu (na rozdíl od polyvinylchloridu, nebo polyetylénu), neobsahují Murphyho oko (otvor na laterální straně distálního konce kanyly) a obturační manžeta je posunuta distálně, je krátká a umožňuje dosáhnout adekvátní těsnosti již při nízkých tlacích (vysokoobjemová, ale nízkotlaká), a to bez zvýšení morbidit spojené se zajištěním dýchacích cest [48, 49]. Tracheální kanyly s balonkem nevedou ke zvýšení postextubačního stridoru [50] a nezvyšují morbiditu spojenou se zajištěním dýchacích cest v anestezii či v intenzivní péči [51]. Jsou spojeny s významným snížením četnosti reintubace z důvodu nesprávně zvolené velikosti kanyly (z 25 % na 2 %) a také mohou být použity ve všech věkových kategoriích [1]. Při použití kanyl s obturační manžetou je striktně doporučeno měřit tlak v manžetě, a to nejlépe kontinuálně [52, 53], protože excesivní tlaky jsou spojeny s možným poškozením dýchacích cest a hrtanu [54]. Přes toto doporučení 66,8 % britských anesteziologů nikdy neměří tlak v obturační manžetě u pediatrických pacientů (výsledky auditu), ačkoliv udávají, že tlaky > 20 cm H_2O jsou pro ně neakceptovatelné [55]. Tato praxe je ve světle EBM nedodržováním doporučení a je

tak riziková pro pacienty. Doporučený bezpečný horní limit inflačního tlaku obturační manžety u dospělých je 25–30 cm H_2O . Limit tlaku u dětí chybí a zdá se, že je možno dosáhnout dostatečné těsnosti již při nižším tlaku [44, 56, 57]. Ačkoliv u Microcuff® kanyl je obturační tlak 20 cm H_2O adekvátní k dosažení těsnosti systému, při nafouknutí obturační manžety s cílem absence úniku vzduchu při inspiračních tlacích 20 cm H_2O , umožňují dosáhnout těsnosti i obturační tlaky menší než 20 cm H_2O [44]. Vzhledem k nesporným výhodám tracheálních kanyl s obturační manžetou v pediatrické anestezii a intenzivní péči je v poslední době evidentní trend k preferenci balonkových kanyl v klinické praxi v celé pediatrické populaci, a to včetně novorozenců [1, 58, 59].

DISKUSE

Klasický RSI, který je považován za zlatý standard při zajištění dýchacích cest u pacienta s rizikem aspirace, je v posledním desetiletí zdrojem kontroverzí, a to obzvláště u pediatrických pacientů. Relativní nízká frekvence RSI v dětské anestezii, variabilita postupu a absence jasných doporučení vedou ke vzniku stresových situací na operačním sále, které mohou vyústit v potenciální ohrožení pacienta. Klasický RSI s absencí manuální ventilace obličejovou maskou v pediatrické anestezii je současně spojen s rizikem hypoxémie a kardiovaskulární nestability. Při současném minimálním výskytu aspirace, s ní spojené prakticky nulové mortalitě a bezpečné manuální ventilaci při limitaci inspiračních tlaků (10–20 cm H_2O), se zdá být daný postup kontroverzní až nebezpečný. Na pracovišti autorů aktuálně probíhá revize interních doporučených postupů týkajících se RSI v pediatrické anestezii. U pacientů s rizikem aspirace autoři preferují inhalační úvod u dětí pod 6 roků věku. Pacienti s rizikem aspirace mají vždy před indukcí zavedenou i. v. kanylu a úvod do anestezie je intravenózní. Manuální ventilace (kontrolovaným inspiračním tlakem) během nástupu blokády je podporována podle EBM dat. Myorelaxanciem volby k RSI je sukcinylcholin nebo rokuronium. Vzhledem k dostupnosti sugammadexu na pracovišti volíme u dětí starších 2 roků (podle SPC) k RSI preferenčně rokuronium díky možnosti rychlé a plné reverze blokády.

Ačkoliv debata týkající se Sellickova hmatu stále probíhá, týká se převážně dospělé populace. Data potvrzující efektivitu Sellickova hmatu v pediatrické populaci jsou insuficientní a neprokazují benefit SH [60], proto podle polských [36] a německých [1] guidelines není SH v pediatrické anestezii doporučen, nicméně jednotná mezinárodní doporučení chybí.

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

Použití tracheální kanyly výhradně bez obturační manžety u dětí do 8 let roků? Tento až dogmaticky zažitý přístup by již neměl platit absolutně, a to jak v anestezii, tak v pediatrické intenzivní péči. Nové pediatrické balonkové tracheální kanyly jsou bezpečné napříč celou pediatrickou populací a jejich implementace do klinické praxe nezvyšuje morbiditu spojenou se zajištěním dýchacích cest. Je tomu právě naopak, tyto kanyly snižují četnost reintubací (pro netěsnost) a snižují riziko aspirace. Je nicméně vhodné dodržovat doporučení a měřit tlak v obturační manžetě, který by neměl přesáhnout 20 cm H₂O. Adherence k „tradici“ a jejich relativně vyšší cena by neměla být hlavním důvodem pomalé implementace do klinické praxe. Na pracovišti autorů se tracheální kanyly s manžetou (MicroCuff™) postupně zavádějí do klinické praxe, obzvláště u rizikových pacientů s předpokládaným obtížným zajištěním dýchacích cest s cílem minimalizovat nutnost reintubace. Aktuálně se jedná převážně o pacienty indikované ke korekci rozštěpových vad (včetně novorozenců) a pacienty s indikací RSI úvodu do anestezie (s cílem minimalizovat riziko aspirace). Aktuálně u našich pacientů nebyl pozorován nárůst postextubačního stridoru, nicméně vzorek pacientů k datu publikace je nedostatečný ke statistickému zhodnocení.

ZÁVĚR

Zajištění dýchacích cest v pediatrii se bohužel i v dnešní době často řídí tradicí a nerespektuje aktuální EBM data. Jednotlivé komponenty RSI jsou kontroverzní a specifika dětského věku neumožňují aplikovat postupy dospělé medicíny na dětského pacienta. Aktuálně nejsou dostupná mezinárodní ani česká doporučení týkající se RSI v pediatrické anestezii, což vede k variabilní praxi na jednotlivých pracovištích. Daná situace je riziková nejen pro anesteziologa stran lege artis postupu (právních důsledků), ale je riziková především pro dětského pacienta. Vzhledem k vysoké variabilitě praxe je aktuálně potřeba formulovat národní eventuálně mezinárodní doporučení, která by ve světlé EBM dat definovala standardy zajištění dýchacích cest u dětí (airway managementu).

LITERATURA

- Klučka J, Štourac P, Štoudek R, Toukálková M, Harazim H, Kosinová M. Controversies in Pediatric Perioperative Airways. [online] BioMed Research International, Article ID 368761, 2015. doi:10.1155/2015/368761. Dostupný také z www.hindawi.com/journals/bmri/2015/368761/cta/.
- Stept WJ, Safar P. Rapid induction/intubation for prevention of gastric-content aspiration. *Anesth Analg.* 49, 1970, 633–636.
- Snow RG, Nunn RF. Induction of anaesthesia in the foot-down position for patients with a full stomach. *Br J Anaesth.* 31, 1959, 493–497.
- El-Orbany M, Connolly L. Rapid sequence induction and intubation: current controversy. *Anesth Analg.* 110, 2010, 1318–1325.
- Hayes AH, Breslin DS, Mirakhor RK, et al. Frequency of haemoglobin desaturation with the use of succinylcholine during rapid sequence induction of anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* 45, 2001, 746–749.
- Heier T, Feiner JR, Lin J, et al. Hemoglobin desaturation after succinylcholine-induced apnea: a study of the recovery of spontaneous ventilation in healthy volunteers. *Anesthesiology.* 94, 2001, 754–759.
- Nellipovitz DT, Crosby E T. No evidence for decreased incidence of aspiration after rapid sequence induction. *Can J Anesth.* 54, 2007, 748–764.
- Cook TM, Woodall N, Frerk C. Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and Difficult Airway Society. Major Complications of Airway Management in the United Kingdom. Report and Findings. London: Royal College of Anaesthetists, 2011.
- Walker RW. Pulmonary aspiration in pediatric anaesthetic practice in the UK: a prospective survey of specialist pediatric centers over a one-year period. *Pediatr Anesth.* 23, 2013, 702–711.
- Eich C, Timmermann A, Russo SG, et al. A controlled rapid-sequence induction technique for infants may reduce unsafe actions and stress. *Acta Anaesthesiol Scand.* 53, 2009, 1167–1172.
- Zelicof-Paul A, Smith-Lockridge A, Schnadower D, et al. Controversies in rapid sequence intubation in children. *Curr Opin Pediatr.* 17, 2005, 355–362.
- Stedford J, Stoddart P. RSI in pediatric anesthesia – is it used by nonpediatric anesthesiologists? A survey from south-west England. *Pediatr Anesth.* 17, 2007, 235–242.
- Engelhardt T. Rapid sequence induction has no use in pediatric anesthesia. *Pediatric Anesthesia.* 25, 2015, 201, 5–8.
- Weiss M, Engelhardt T. Cannot cannulate: bonulate! *Eur J Anaesthesiol.* 29, 2012, 257–258.
- Turnbull J, Patel A. Cricoid pressure: The argument against. *Trends in Anaesthesia and Critical Care.* 5, 2015, 52–56.
- Smith K, Ladak S, Choi L, Dobranowski J. The cricoid cartilage and the oesophagus are not aligned in close to half of adult patients. *Can J Anaesth.* 49, 2002, 5, 503–507.
- Smith KJ, Dobranowski J, Yip G, Dauphin A, Choi L. Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology.* 99, 2003, 1, 60–64.
- Zeidan AM, Salem MR, Mazoit JX, Abdullah MA, Ghattas T, Crystal GJ. The effectiveness of cricoid pressure for occluding the esophageal entrance in anesthetized and paralyzed patients: an experimental and observational glidescope study. *Anesth Analg.* 118, 2014, 3, 80–86.
- Moynihan RJ, Brock-Utne JG, Archer JH, Feld LH, Kreitzman TR. The effect of cricoid pressure on preventing gastric insufflation in infants and children. *Anesthesiology.* 78, 1993, s. 652–656.
- Fourth national audit project. Major complications of airway management in the UK. March 2011. Report and findings of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society.

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

21. Mac G, Palmer JH, Ball DR. The effect of cricoids pressure on the cricoids cartilage and vocal cords: an endoscopic study in anaesthetised patients. *Anaesthesia*, 55, 2000, 263–268.
22. Hartsilver EL, Vanner RG. Airway obstruction with cricoids pressure. *Anaesthesia*, 55, 2000, 208–211.
23. Levitan RM, Kinkle WC, Levin WJ, Everett WW. Laryngeal view during laryngoscopy: a randomized trial comparing cricoid pressure, backward-upward rightward pressure, and bimanual laryngoscopy. *Ann Emerg Med*. 47, 2006, 548–55.
24. Garrard A, Campbell AE, Turley A, Hall JE. The effect of mechanically-induced cricoid force on lower oesophageal sphincter pressure in anaesthetized patients. *Anaesthesia*, 59, 2004, 435–439.
25. Ralph SJ, Wareham CA. Rupture of the oesophagus during cricoid pressure. *Anaesthesia*, 46, 1991, 40–41.
26. Vanner RG, Pryle BJ. Regurgitation and oesophageal rupture with cricoid pressure: a cadaver study. *Anaesthesia*, 47, 1992, 732–735.
27. Walton S, Pearce A. Auditing the application of cricoid pressure. *Anaesthesia*, 55, 2000, 1028–1029.
28. Meek T, Gittins N, Duggan JE. Cricoid pressure: knowledge and performance among anaesthetic assistants. *Anaesthesia*, 54, 1999, 59–62.
29. Vanner RG. Tolerance of cricoid pressure by conscious volunteers. *Int J Obstet Anesth*. 1992, 195–198.
30. Stewart JC, Bhananker S, Ramaiah R. Rapid sequence intubation and cricoid pressure. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 4, 2014, 42–49.
31. Mittiga MR, Matthew R, et al. A Modern and Practical Review of Rapid-Sequence Intubation in Pediatric Emergencies. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 16, 2015, 3, 172–185.
32. Brown JP, Gavin GC, Werrett GC. Bag-mask ventilation in rapid sequence induction A survey of current practice among members of the UK Difficult Airway Society. *Eur J Anaesthesiol*. 32, 2015, 439–450.
33. Newton R, Hack H. Place of rapid sequence induction in paediatric anaesthesia. *BJA Education*, 16, 2016, 4, 120–123.
34. Weiss M, Andreas C, Gerber AC. Rapid sequence induction in children – it's not a matter of time! *Pediatric Anesthesia*, 18, 2008, 97–99.
35. Weiler N, Heinrichs W, Dick W. Assessment of pulmonary mechanics and gastric inflation pressure during mask ventilation. *Prehospital Disaster Med.*, 10, 1995, 101–105.
36. Zielińska, M., Bartkowska-Śniatkowska, A., Mierzewska-Schmidt M, Cettler M, Kobylarz K, Rawicz M, Piotrowski A. The consensus statement of the Paediatric Section of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy on general anaesthesia in children over 3 years of age. Part I – general guidelines. *Anesthesiology Intensive Therapy*, 48, 2016, 2, 71–78.
37. Fisher DM. *Anesthesia equipment for pediatrics*. Pediatric Anesthesia. New York: Churchill Livingstone; 1989. 464–5.
38. Gronert BJ, Motoyama EK. *Induction of anesthesia and endotracheal intubation. Smith's Anesthesia for Infants and Children*. 6th ed. St. Louis: Mosby; 1996. 281–312.
39. Flynn PE, Black AE, Mitchell V. The use of cuffed tracheal tubes for paediatric tracheal intubation, a survey of specialist practice in the United Kingdom. *Eur J Anaesthesiol*, 25, 2008, 685–688.
40. Hattori S, Ohata H, Dohi S. Bilateral recurrent laryngeal nerve paralysis in a child following a neurosurgical operation. [Article in Japanese]. *Masui*, 54, 2005, 6, 683–686.
41. Tobias JD. Pediatric airway anatomy may not be what we thought: implications for clinical practice and the use of cuffed endotracheal tubes. *Pediatric Anesthesia*, 25, 2015, 9–19.
42. Holzk J. Laryngeal damage from tracheal intubation. *Paediatr Anaesth.*, 7, 1997, 435–437.
43. Ho AM, Aun CS, Karmakar MK. The margin of safety associated with the use of cuffed paediatric tracheal tubes. *Anesthesia*, 57, 2002, 173–175.
44. Al-Metwalli RR, Sadek S. Safety and reliability of the sealing cuff pressure of the Microcuff pediatric tracheal tube for prevention of post-extubation morbidity in children: A comparative study. *Saudi J Anaesth.*, 8, 2014, 484–488.
45. Eschertzhuber S, Salgo B, Schmitz A, Roth W, Frotzler A, Keller CH, Gerber AC, Weiss M. Cuffed endotracheal tubes in children reduce sevoflurane and medical gas consumption and related costs. *Acta Anaesthesiol Scand*. 54, 2010, 855–858.
46. Gopalareddy V, He Z, Soundar S, Bolling L, Shah M, Penfil S, McCloskey JJ, Mehta DI. Assessment of the prevalence of micro-aspiration by gastric pepsin in the airway of ventilated children. *Acta Paediatr*. 97, 2008, 55–60.
47. Litman RS, Maxwell LG. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric anesthesia: The debate should finally end. *Anesthesiology*, 118, 2013, 500–501.
48. Mhamane R, Dave N, Garasia M. Use of Microcuff® endotracheal tubes in paediatric laparoscopic surgeries. *Indian J Anaesth*. 59, 2015, 85–88.
49. Mukhopadhyay S, Bhattacharya D, Bandyopadhyay BK, Mukherjee M, Ganguly R. Clinical performance of cuffed versus uncuffed preformed endotracheal tube in pediatric patients undergoing cleft palate surgery. *Saudi J Anaesth*. 10, 2016, 202–207.
50. Shi F, Xiao Y, Xiong W, Zhou Q, Huang X. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in children: a meta-analysis. *J Anesth*. 30, 2016, 3–11.
51. Newth CJ, Rachman B, Patel N, Hammer J. The use of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. *Journal of Pediatrics*, 144, 2004, 3, 333–337.
52. Tobias JD, Schwartz L, Rice J, Jatana K, Kang DR. Cuffed endotracheal tubes in infants and children: should we routinely measure the cuff pressure? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 76, 2012, 1, 61–63.
53. Erb T, Frei FJ. The use of cuffed endotracheal tubes in infants and small children. *Anaesthesist*, 50, 2001, 395–400.
54. Ramesh S, Jayanthi R, Archana SR. Paediatric airway management: What is new? *Indian J Anaesth*. 56, 2012, 448–453.
55. Boerboom SL, Muthukrishnan SM, de Graaff JC, Jonker G. Cuffed or uncuffed endotracheal tubes in pediatric anesthesia: a survey of current practice in the United Kingdom and The Netherlands. *Pediatric Anesthesia*, 25, 2015, 431–439.
56. Dullenkopf A, Schmitz A, Gerber AC, Weiss M. Tracheal sealing characteristics of pediatric cuffed tracheal tubes. *Paediatr Anaesth*. 14, 2004, 825–830.
57. Dullenkopf A, Gerber AC, Weiss M. Fit and seal characteristics of a new paediatric tracheal tube with high volume-low pressure polyurethane cuff. *Acta Anaesthesiol Scand*. 49, 2005, 232–237.
58. Orliaguet GA, Renaud E, Lejay M, Meyer PG, Schmautz E, Telion C, et al. Postal survey of cuffed or uncuffed tracheal tubes used for paediatric tracheal intubation. *Paediatr Anaesth.*, 11, 2001, 277–281.

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

59. Weiss M, Dullenkopf A, Fischer JE, Keller C, Gerber AC. Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children. European Paediatric Endotracheal Intubation Study Group. *Br J Anaesth.* 2009; 103, 867-873.
60. Ortiz AC, Atallah AN, Matos D, da Silva EM. Intravenous versus inhalational anaesthesia for paediatric outpatient surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; CD009015. doi: 14651858. CD009015.pub2.

Poděkování: Článek vznikl za institucionální podpory Fakultní nemocnice Brno a Lékařské fakulty Masarykovy Univerzity v Brně, Česká Republika (MZ ČR- RVO, FNBr 65269705).

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

Autoři prohlašují, že nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce.

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

Do redakce došlo dne 29. 9. 2016.
Do tisku přijato dne 9. 1. 2017.

Adresa pro korespondenci:

doc. MUDr. Petr Štourač, Ph.D.
e-mail: petr.stourac@gmail.com

ZAJÍMAVOSTI Z LITERATURY

PROBIOTIKA A JEJICH ROLE V OCHRANĚ PROTI DYSBIOZE GIT

QUIGLEY EM, SPIEGEL B: *Cut Reactions: Probiotics and Their Role in Gastrointestinal Care. Clinical UPDATE CME, October 1, 2016 – October 1, 2017.*

Střevo představuje mikroprostředí s vlastním mikrobiomem a uvedený text se mu věnuje didakticky a velmi podrobně v rámci CME.

Podávání probiotik z exogenních bakteriálních kmenů má příznivý vliv nejen na velkou řadu primárních onemocnění gastrointestinálního traktu – GIT. Probiotika účinkují podpůrně i na narušené symbiotické osídlení při závažném, vzdáleném inzultu organismu, při multiorgánové dysfunkci, při podávání širokospektrých antibiotik. Profylakticky i léčebně ovlivňují možnosti kauzální terapie, kvalitu života, chrání před opakovanými exacerbacemi závažné dysbiózy.

V intenzivní medicíně a péči byl podíl střevního mikrobiomu na celkové kondici vždy velmi významný. V posledních pěti letech v něm varovně zastoupení připadlo *Clostridium difficile*, které se stává součástí endogenního ekosystému.

Relativně klesá zastoupení bifidobakterií. Změny vedou ke zvýšené tvorbě plynové náplně, mastných kyselin krátkého řetězce, k dekonjugaci žlučových kyselin a ke změně motility a senzitivity kolon.

Účinky probiotik nejsou plně prostudovány; působí především na imunitu a stabilizují bariérovou funkci GIT; podílejí se na tvorbě mastných kyselin krátkého řetězce, snižují pH v lumen střeva, zvyšují tvorbu baktericidních proteinů, předcházejí apoptóze střevního epitelu a zlepšují střevní motilitu.

Probiotika zaujala významné místo např. při diagnóze dráždivého střeva, při přítomnosti *Helicobacter pylori*. V intenzivní medicíně jsou důležitá při infekci *Clostridium difficile*, při průjmech v souvislosti s podáváním širokospektrých antibiotik. Jsou obsažena v kombinacích laktobacilů pro prevenci i terapii.

Text má širší, přehledný a kvalitní didaktický formát na 8 stránkách s 71 citacemi, s řadou tabulek i kontrolních otázek v rámci CME. Obsahuje podrobné informace a doporučení; ta jsou doplněna odkazy i na nekomerční webové stránky odborných společností.

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

c. Laryngeal mask airway Unique® position in paediatric patients undergoing magnetic resonance imaging (MRI): prospective observational study. BMC Anesthesiology 2018

Laryngeální maska byla na trh uvedena již před 30 lety (16, 45) a v dnešní době je nejčastěji používanou supraglottickou pomůckou. Její hlavní benefit ve srovnání s tracheální intubací je menší invazivita, které je spojena s nižším výskytem kašle, laryngospasmu a pooperačního inspiračního stridoru (123). Laryngeální maska je proto v dnešní době používaná v celém spektru operačních a diagnostických výkonů, včetně laparoskopických operací a operací v oblasti ORL (61). V dnešní době je k dispozici více typů laryngeálních masek první a druhé generace. Laryngeální masky druhé generace obsahují vedle ventilačního tubusu také tzv. jícnový port, který umožňuje efektivní drenáž žaludečního obsahu, event. zavedení gastrické sondy. Více druhů laryngeálních masek druhé generace je v dnešní době k dispozici pro celé spektrum pediatrických pacientů (Unique™, Classic™, I-gel™). Kromě elektivního použití laryngeální masky v perioperačním období mají své nezastupitelné místo také v managementu obtížných dýchacích cest, při selhání ventilace obličejovou maskou nebo při selhání intubace, stejně jako v přednemocniční a urgentní péči (26–29, 61). Zavedení masky do oblasti hypofaryngu vede k efektivnímu dosažení těsnosti systému při minimálním riziku aspirace a při minimálním riziku selhání metody (46). Ideální anatomická poloha laryngeální masky byla iniciálně popsána jejím tvůrcem dr. Brainem jako pozice distální manžety v oblasti C6-C7 krčního obratle (45), nicméně nikdy nebyla ověřena v klinické praxi. Možnost zobrazení anatomické lokalizace laryngeální masky při vyšetření magnetickou rezonancí (MRI) nás vedla k myšlence provedení prospektivní observační studie s cílem popsat výskyt radiologicky definované malpozice laryngeální masky u pediatrických pacientů podstupujících MRI vyšetření hlavy či hlavy a krku v celkové anestezii. Sekundárním cílem studie bylo porovnat klinický význam malpozice s ohledem na vrcholový únikový tlak, výskyt


aspirace, regurgitaci, zvracení a výskyt komplikací. Studie byla schválena Etickou komisí FN Brno a zaregistrována na ClinicalTrials.gov (NCT02940652). Následně byli do studie zařazeni pacienti ve věku 28 dnů – 19 let podstupující elektivní MR vyšetření hlavy / hlavy a krku v celkové anestezii při zajištění dýchacích cest pomocí laryngeální masky. Vyřazovacími kritérii byly riziko maligní hypertermie, riziko aspirace, oběhová nestabilita a extrémní váhové kategorie (<1 kg, >120 kg). Laryngeální maska byla použita za standardních podmínek daných na pracovišti a definovaných výrobcem. Dle publikovaných dat byly definované tři možnosti radiologické malpozice: 1) mimo hypofarynx; 2) poloha proximální manžety mimo C1-C2 obratle; 3) vzdálenost mezi proximální manžetou a aditus laryngis > vzdálenost mezi distální manžetou a aditus laryngis. Do studie bylo v sledovaném období 2016–2017 zařazeno celkem 220 pacientů, z toho podmínky pro analýzu splnilo celkem 202 pacientů. Celková úspěšnost zavedení na první pokus byla 91,1 % a paradoxně byla vyšší u lékařů v předatestační přípravě (98,1 %) ve srovnání s lékaři s ukončeným specializačním vzděláváním (88,5 %). Možným vysvětlením je větší praxe, popřípadě větší spokojenost s výkonem LM po iniciálním zavedení u lékařů v předatestační přípravě. Celkový výskyt malpozice LM byl 26,2 %. Nejnižší výskyt byl v podskupině laryngeálních masek velikosti č. 2 (18 %) a nejvyšší u LM masek velikosti č. 1 (71,4 %). Výskyt radiologicky definované malpozice nebyl spojen s vyšším výskytem úniku anesteziologické směsi v průběhu výkonu a neměl vliv na klinickou výkonnost laryngeálních masek u dané skupiny pacientů. Výskyt komplikací byl nízký (1,5 %) a mezi skupinami srovnatelný. Výsledky studie potvrdily ideální pozici LM masky v hypofaryngu s lokalizací proximální manžety v oblasti C1-C2 (167–168).

RESEARCH ARTICLE

Open Access

Laryngeal mask airway Unique™ position in paediatric patients undergoing magnetic resonance imaging (MRI): prospective observational study



Jozef Klučka¹, Jan Šenkyřík², Jarmila Skotáková², Roman Štoudek¹, Michaela Āoukalková¹, Ivo Křikava¹, Lukáš Mareček³, Tomáš Pavlík⁴, Alena Štouračová⁵ and Petr Štourač^{1*} 

Abstract

Background: Laryngeal mask UNIQUE® (LMAU) is supraglottic airway device with good clinical performance and low failure rate. Little is known about the ideal position of the LMAU on the magnetic resonance imaging (MRI) and whether radiological malposition can be associated with clinical performance (audible leak) in children. The primary aim of the study was to evaluate incidence of the radiologic malposition of the LMAU according to size. The secondary outcome was the clinical performance and associated complications (1st attempt success rate, audible leak) in LMAUs in correct position vs. radiologically misplaced LMAUs.

Methods: In prospective observational study, all paediatric patients undergoing MRI of the brain under general anaesthesia with the LMAU were included (1.9.2016–16.5.2017). The radiologically correct position: LMAU in hypopharynx, proximal cuff opposite to the C1 or C2 and distance A (proximal cuff end and aditus laryngis) \leq distance B (distal cuff end and aditus laryngis). Malposition A: LMAU outside the hypopharynx. Malposition B: proximal cuff outside C1–C2. Malposition C: distance A \geq distance B. We measured distances on the MRI image. Malposition incidence between LMAU sizes and first attempt success rate in trainees and consultant groups was compared using Fisher exact test, difference in incidence of malpositions using McNemar test and difference in leakage according to radiological position using two-sample binomial test.

Results: Overall 202 paediatric patients were included. The incidence of radiologically defined malposition was 26.2% ($n = 53$). Laryngeal mask was successfully inserted on the 1st attempt in 91.1% ($n = 184$) cases. Audible leak was detected in 3.5% ($n = 7$) patients. The radiologically defined malposition was present in 42.9% ($n = 3$) cases with audible leak. The rate of associated complications was 1.5% ($n = 3$): laryngospasm, desaturation, cough. In 4.0% ($n = 8$) the LMAU was soiled from blood. Higher incidence of radiological malposition was in LMAU 1.0, 1.5 and LMAU 3, 4 compared to LMAU 2 or LMAU 2.5 ($p < 0.001$).

Conclusion: Malposition was not associated with impaired clinical performance (audible leak, complications) of the LMAU or the need for alternative airway management.

Trial registration: [Clinicaltrials.gov](https://clinicaltrials.gov) (NCT02940652) Registered 18 October 2016.

Keywords: Laryngeal mask, Position, Magnetic resonance imaging, Paediatric anaesthesia

* Correspondence: stourac.petr@fnbrno.cz

¹Department of Paediatric Anaesthesia and Intensive care, University Hospital Brno, Faculty of medicine, Brno, Czech Republic

Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s). 2018 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

Background

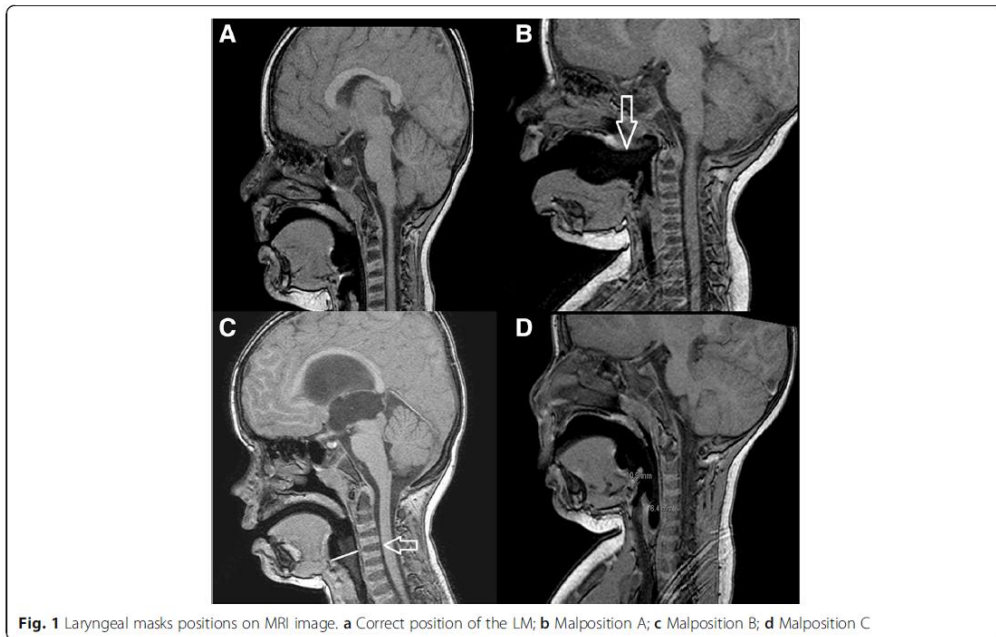
Laryngeal mask (LMA) has gained significant popularity in the past decades also in paediatric anaesthesia. Nowadays, LMA is being used in whole spectrum of surgical procedures, including ENT and laparoscopic surgery [1]. Laryngeal mask has several advantages compared to endotracheal tube due to its supraglottic position – it can reduce the laryngospasm, cough and the incidence of postoperative desaturation [2]. The failure rate is minimal, the learning curve is steep and fast and the clinical performance appears to be almost perfect [3, 4]. The Laryngeal mask airway Unique® is widely used disposable laryngeal mask, easy to insert and in paediatric patients performs similar to or even better than the laryngeal mask airway Classic [5–7]. Despite all the advantages, the ideal anatomical position on the magnetic resonance imaging (MRI) remains to be controversial due to lack of data. Goudsouzian et al. [8] defined correct position of the LMA based on the results of the observational study (50 children undergoing computer tomography or MRI) as the proximal cuff lies opposite to the C1 or C2 vertebrae however the position of the distal cuff of the LMA, contrary to the Brain recommendation (correct distal position opposite to the C6 or C7 vertebrae) [9], was located between C4 and T1 vertebrae. Another evaluation of the radiologically correct position was published by Monclus et al. [10], where the authors describe the position of the Ambu AuraOnce mask in 121 children who underwent MRI. The correct position was defined as the distance from the proximal cuff end to the laryngeal entrance (aditus laryngis) (distance A) was smaller or equal to the distance from the distal cuff end to the laryngeal entrance (distance B). The MRI examination in majority of paediatric patients is being performed under general anaesthesia due to limited cooperation of the paediatric patients (based on the age of the patients) and the need of movement suppression during the whole MRI scanning. Airway in paediatric patients undergoing MRI exam is predominantly secured by LMA, due to lower invasivity and lower rate of associated complications compared to tracheal tube [11].

The primary aim of the study was to evaluate incidence of the radiologic malposition of the LMA according to size of the LMA. The secondary outcome was the clinical performance of the LMA and associated complications (1st attempt success rate, audible leak) in LMAs in correct position vs. radiologically misplaced LMAs.

Methods

Prospective observational study was approved by the local ethics committee (Ethics committee by University Hospital Brno, approved 9/2016). The consent for the anonymous use of collected data for scientific purposes was obtained from the participants. We registered study

on [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov) (NCT02940652). Paediatric patients (age between 28 days – 19 years) in selected period (1. 9. 2016–16. 5. 2017) undergoing MRI of the brain or brain and cervical spine under general anaesthesia with the airway secured by laryngeal mask were included in the study. Patients outside the age limits, extreme weight categories (under 1 kg, over 120 kg), patients in risk of malignant hyperthermia, with the need of vasopressor or inotropic therapy due to circulatory instability and patients with high aspiration risk (hiatal hernia, ileus, gastroesophageal reflux) were excluded. Inhalation induction was preferred in small children (under 8 years old). In children with intravenous line in situ, the bolus dose of propofol was used to suppress the excitation stage during inhalation induction. Because of the observational character of the study, general anaesthesia was induced and maintained according to the physician (pragmatic study). We used laryngeal mask based on the recommendation from manufacturer (size according to the weight of the patients, volume of the inflated air in the seal ring) and we didn't measure the intracuff pressure. The LMA mask type (Unique®, Classic®) could be selected for airway management, based on the physician's preference. After anaesthesia induction, with the head of the patient in the neutral position, according to the clinician decision (in case of intravenous induction after diminish of eyelid/blink reflex or/and after apnoe onset, in case of inhalation induction after diminish of eyelid/blink reflex and after intravenous line was placed and secured), the LMAU was inserted with classical technique, partially inflated, with the lubricated tip of the mask (clear liquid-based lubricating jelly). Based on the previously published data, the radiologically correct position was defined as LMA location in hypopharynx, proximal cuff of the LMA opposite to the C1 or C2 vertebrae and the distance between proximal cuff end and aditus laryngis (distance A) \leq distance from distal cuff end and aditus laryngis (distance B) (Fig. 1a). Malposition of the LMA outside the hypopharynx was defined as Malposition A (Fig. 1b). Malposition of the proximal cuff outside C1-C2 was defined as Malposition B (Fig. 1c). Malposition C was defined as the distance A \geq distance B (Fig. 1d). The distances were measured on the MRI image (Panorama HFO by Philips (high field open MRI scanner) field strength 1.0 T, T1 sagittal sequence). The primary outcome was the incidence of the radiological malposition according to the size of the mask. The secondary outcome was the clinical performance of the LMA (1st attempt success rate, audible leak, peak leak pressure – measured only in patients on mechanical ventilation) and to compare the clinical performance of the LMA classified as radiologically misplaced with clinical performance of the LMAs located in the radiologically correct position. According to the previously published



trials the leak was measured by presence of audible air leak. The peak pressure was measured only in mechanically ventilated patients by increasing the inspiratory pressure until the audible leak was detected. The statistical significance of differences in laryngeal mask malposition between LMA sizes was assessed using the Fisher exact test. The modelling of simultaneous effect of LMA size on laryngeal mask malposition was carried out by univariate logistic regression model (OR was calculated compared to reference group LMA 2). The Standard level of statistical significance $\alpha = 0.05$ was used. The first attempt success rate in trainees and consultant groups was compared using Fisher exact test. Significant difference in the incidence of laryngeal mask malpositions A, B and C was evaluated using McNemar test. Two-sample binomial test was used for evaluation of difference in the laryngeal mask leakage according to its radiological position. All computations were performed by using R software version 3.4.0 [12].

Results

In the selected study period, 220 patients were included and after exclusion of 18 patients (8.2%, insufficient data, MRI of other body regions, age outside defined limit) 202 were eligible for the final analysis. The median age of the study cohort was 3 years (30 days – 16 years) and the

median weight was 15 kg (2.5 – 60 kg). Anaesthesia was maintained with sevoflurane (median inspiratory concentration 1.8%) with nitrous oxide or without nitrous oxide in 73.3% vs. 26.7% (148 vs. 54). All laryngeal masks (100%, 202/202, LMA Unique®) were properly inserted on the first attempt in 91.1% ($n = 184$) with the lowest success in LMAU size 1 subgroup 71.4% (5/7) followed by LMAU size 2.5–84% (42/50). The first attempt success rate was higher in trainees compared to consultants (98.1% vs. 88.5%, $p = 0.047$). In 88.6% ($n = 179$) cases the patients were spontaneously breathing and the remaining 11.4% ($n = 23$) were mechanically ventilated (pressure-controlled ventilation – 6.4%, $n = 13$; pressure-support ventilation – 4.0%, $n = 8$; volume-controlled ventilation 1.0%, $n = 2$). The radiological malposition outside hypopharynx – malposition A (on MRI view) was detected in 2% ($n = 4$) patients. The malposition B (proximal cuff not opposite to the C1 or C2 vertebrae) was identified in 5.4% ($n = 11$) cases and the malposition C (distance A > distance B) was detected in 19.8% ($n = 40$) cases. The total frequency of LMAU in radiologically incorrect position (malposition A + B + C) were 26.2% ($n = 53$, there were 2 combined malposition A + B and A + C in two patients). The incidence of malposition C was statistically significant more frequent compared to A and/or B (both $p < 0.0001$), however there were no significant difference between incidence of malposition A and

Table 1 Incidence of the radiologically defined malposition vs. correct position according to the size of LMAU

LMAU size	Malposition (A + B + C)		Radiologically correct position		p-value
	N	%	n	%	
LMAU 1.0	1	14.3%	6	85.7%	< 0.001
LMAU 1.5	10	50.0%	10	50.0%	
LMAU 2.0	20	18.0%	91	82.0%	
LMAU 2.5	14	28.0%	36	72.0%	
LMAU 3.0	3	37.5%	5	62.5%	
LMAU 4.0	4	100.0%	0	0.0%	

Explanatory text: 2 patients with unspecified LMAU size were excluded from analysis (one LMAU was in malposition A and one in radiologically correct position)

B ($p = 0.096$). The lower incidence of the malposition was in LMAU size 2 and 2.5 (18% and 28%) (Table 1).

The calculated OR for malposition risk was higher in smaller LMAU (1 and 1.5, OR: 3.1, 95% CI: 1.3–7.8) and bigger LMAU size (3 and 4, OR: 6.4, 95% CI: 1.8–22.1) when compared to LMAU 2 as the reference group (Table 2).

The rate of overall radiological malposition (A + B + C) was higher in physicians in training, compared to consultants (37.0% vs. 22.2%, $n = 20/54$ vs. $n = 33/148$, $p = 0.046$). The audible leak was detected in 3.5% ($n = 7$) cases (5 cases with spontaneous breathing and 2 cases with pressure control ventilation – PCV). Radiological malposition was detected in 42.9% ($n = 3$) of the cases with the presence of audible leak (1x LMAU size 1 – malposition C. 2x LMAU size 2 – malposition A and/or malposition C) see Table 3.

There were no statistically significant difference in the presence of audible leak in the subgroup of LMAUs in radiologically defined malposition (A + B + C, $n = 3/53$, 5.6%) and in the LMAU in radiologically correct position ($n = 4/149$, 2.7%, $p = 0.309$).

The peak seal pressure was measured in 10.9% ($n = 22$) patients (patients on mechanical ventilation). The median peak pressure was 24 cmH₂O (18–48 cmH₂O). After removal, the LMAU was soiled with mucus in 9.9% ($n = 20$)

and blood in 4.0% ($n = 8$). Associated complications were detected in 1.5% cases ($n = 3$) – laryngospasm, cough and desaturation. We reported no single case of gastric contents regurgitation and the need for alternative airway management due to failure of the LMAU.

Discussion

Most important finding of our study is also concordant with results of Goudsouzian et al. [8] and Monclus et al. [10], where the radiologically defined malposition of the LMA did not have impact on clinical performance of the laryngeal mask too. Our results support the definition of the correct position of the LMA defined by Goudsouzian [5] and Vialet [11] – proximal cuff opposite to the cervical vertebrae C1 or C2. In view of our results, the position of the distal cuff cannot be taken into account, when considering the ideal position of the LMAU due to the high variability (from C3 to T2 vertebrae, Goudsouzian et al. [5] – C4-T1). In all patients in the cohort the LMAU was successfully introduced and the overall 1st attempt success rate (91.1%) of LMAU introduction is comparable to previously published data by Lopez-Gil et al. [3, 4] (90%) and Pournajafian et al. [13] (80.6%), however higher success rate was reported when using Ambu AuraOnce mask (95% first attempt success) [10]. The higher incidence and higher OR for overall malposition

Table 2 Laryngeal masks UNIQUE® with leak according to the radiological position

LMAU size	Malposition (A + B + C)		Radiologically correct position		p-value
	N	%	n	%	
LMAU 1.0 + 1.5	11	40.7%	16	59.3%	0.004
LMAU 2.0	20	18.0%	91	82.0%	
LMAU 2.5	14	28.0%	36	72.0%	
LMAU 3.0 + 4.0	7	58.3%	5	41.7%	
	OR		95% IS		p-value
LMAU 2.0	1.00		–		–
LMAU 1.0 + 1.5	3.13		1.26–7.75		0.014
LMAU 2.5	1.77		0.81–3.88		0.15
LMAU 3.0 + 4.0	6.37		1.83–22.12		0.004

Explanatory text: 2 patients with unspecified LMAU size were excluded from analysis

Table 3 Laryngeal masks UNIQUE® with leak according to the radiological position

	Malposition overall (A + B + C) (n = 53)	Radiologically correct position (n = 149)	p value
Leak	5.6% (n = 3)	2.7% (n = 4)	p = 0.309

in smaller LMAU (size 1 and 1.5) is consistent with Monclus et al. [10], however also higher incidence and OR in bigger LMAU (size 3 and 4) was detected in our cohort. LMAU size 3 + 4, however represents only 3.4% (n = 7) patients from the whole cohort, so there can be high risk of bias. One of the possible explanations of the higher detected 1st attempt success rate in trainees compared to consultants can be the daily anaesthesiology routine of trainees, compared to standard daily consultant practice. The possible explanation for the higher incidence of malposition in trainees could be the lower incidence of reposition and higher satisfaction rate with the 1st attempt insertion. LMAU is considered safe supraglottic airway with minimal failure rate, easy to use with the steep learning curve [3, 4]. Performance of the laryngeal mask remains to be almost ideal, which is underlined by the 0% failure rate in our study cohort, with no need for alternative airway management. Laryngeal mask has currently firm and predominant position in the supraglottic airway devices group; it carries many advantages when compared to the endotracheal tube - lower incidence of cough, desaturation and laryngospasm [2], however still, after 34 years from Dr. Brain's pilot study [14], the ideal position is not well defined. Based on previous data [7] we confirmed that LMAU can be in radiologically misplaced in relatively high percentage of patients (26.2%), however the clinical impact of radiological malposition remained consistently nonsignificant.

The clinical performance of the LMAU is based on presence of audible leak during the spontaneous or mechanical ventilation and access the peak seal pressure of the system. In the study cohort the measured mean seal pressure of the system (24 cm H₂O) and the minimal audible leak incidence (3.5%) is consistent with reported results [8, 10, 11] and supports the estimated high efficacy and low failure rate of LMAU in paediatric anaesthesia, which in combination with the minimal rate of associated complications (1.5%) in the study cohort further highlight the position of the LMAU in the airway management in paediatric anaesthesia patients. Results of the study can lead to further investigation, whether the radiological malposition can have impact on the seal of the gastric contents and therefore influence the safety of anaesthesia with LMAU for airway management.

Limitations

The main limitation is observational character of the study and the definition of the correct Laryngeal mask

position based on previously spare data and data based on different Laryngeal mask type (Ambu AuraOnce®) compared to LMA UNIQUE® used in the study. Another limitation is the low rate of mechanical ventilation subgroup in our cohort and therefore low number of patients with seal pressure measured, however the study was designed as observational study and the primary aim was to compare the radiologically defined LMAU malposition according to the size of LMA and to compare the clinical performance of the LMAU in the standard clinical conditions.

Conclusion

Radiologically defined malposition on MRI view was more frequent in smaller LMAU (1, 1.5) and bigger LMAU (3, 4) compared to LMAU size 2 and 2.5 and did not have impact on clinical performance of the LMA Unique® in paediatric patients undergoing MRI in general anaesthesia with airway secured by the laryngeal mask.

Funding

The article was published with the support by MZ ČR IP 2017 KDAR Czech Republic and with the support by Ministry of Health, Czech Republic - conceptual development of research organization (FNBr, 65269705).

Availability of data and materials

The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Authors' contributions

JK, JS, PS, JS and AS were responsible for the conception and design of the study. RŠ, MT, IK and LM were responsible for collection and analysis of data. TP was in charge of statistical analysis and store the data. JK and PS drafted the manuscript and approved the final version. All authors read and approved the final manuscript.

Ethics approval and consent to participate

Study was approved by Local Ethics Committee of University Hospital Brno, Czech Republic (9/2016) with waiver to obtain written informed consent.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Author details

¹Department of Paediatric Anaesthesia and Intensive care, University Hospital Brno, Faculty of medicine, Brno, Czech Republic. ²Department of Paediatric Radiology, University Hospital Brno, Faculty of Medicine, Masaryk University, Brno, Czech Republic. ³Faculty of Medicine, Masaryk University Brno, Brno, Czech Republic. ⁴Institute of Biostatistics and Analyses, Faculty of Medicine, Masaryk University Brno, Brno, Czech Republic. ⁵Department of Radiology

and Nuclear Medicine, Faculty of Medicine, Masaryk University and University Hospital Brno, Brno, Czech Republic.

Received: 15 January 2018 Accepted: 10 October 2018

Published online: 24 October 2018

References

- Goldmann K. Recent developments in airway management of the paediatric patient. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2006;19:278–84.
- Luce V, Harkouk H, Brasher C, et al. Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative metaanalysis of respiratory complications. *Paediatr Anaesth.* 2014;24:1088–98.
- Lopez-Gil M, Brimacombe J, Alvarez M. Safety and efficacy of the laryngeal mask airway. A prospective survey of 1400 children. *Anaesthesia.* 1996;51: 969–72.
- Lopez-Gil M, Brimacombe J, Cebrian J, Arranz J. Laryngeal mask airway in pediatric practice: a prospective study of skill acquisition by anesthesia residents. *Anesthesiology.* 1996;84:807–11.
- Jagannathan N, Ramsey MA, White MC, Sohn L. An update on newer pediatric supraglottic airways with recommendations for clinical use. *Paediatr Anaesth.* 2015;25(4):334–45.
- Vergheze C, Berlet J, Kapila A, Pollard R. Clinical assessment of the single use laryngeal mask airway—the LMA-unique. *Br J Anaesth.* 1998;80(5):677–9.
- Brimacombe J, von Goedecke A, Keller C, Brimacombe L, Brimacombe M. The laryngeal mask airway unique versus the soft seal laryngeal mask: a randomized, crossover study in paralyzed, anesthetized patients. *Anesth Analg.* 2004;99(5):1560–3; table of contents.
- Goudsouzian NG, Denman W, Cleveland R, Shorten G. Radiologic localization of the laryngeal mask airway in children. *Anesthesiology.* 1992; 77:1085–9.
- Brain AL. Laryngeal mask misplacement—causes, consequences and solutions. *Anaesthesia.* 1992;47:531–2.
- Monclus E, Garcés A, De Jose Maria B, Antés D, Mabrock M. Study of the adjustment of the Ambu laryngeal mask under magnetic resonance imaging. *Paediatr Anaesth.* 2007;17:1182–6.
- Vialet R, Nau A, Chaumoitre K, Martin C. Effects of head posture on the oral, pharyngeal and laryngeal axis alignment in infants and young children by magnetic resonance imaging. *Paediatr Anaesth.* 2008;18:525–31.
- R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2017. URL <http://www.R-project.org/>.
- Poumajajian A, Alimian M, Rokhtabnak F, Ghodraty M, Mojri M. Success rate of airway devices insertion: laryngeal mask airway versus supraglottic gel device. *Anesth Pain Med.* 2015;5(2):22068. <https://doi.org/10.5812/aapm.22068>.
- Brain AL. The laryngeal mask—a new concept in airway management. *Br J Anaesth.* 1983;55:801–5.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions



*d. Neuromuscular blockade in clinical practice in paediatric anaesthesia:
retrospective cohort trial in tertiary paediatric anaesthesia centre. Signa Vitae
2017*

Svalová relaxace patří mezi základní složky tzv. doplňované anestezie. Svalová relaxancia zlepšují intubační podmínky, zvyšují úspěšnost zajištění dýchacích cest a současně mají potenciál zlepšit operační podmínky (obzvláště při laparoskopických operacích) (123, 127). Frekvence aplikace svalových relaxancií v pediatrické anestezii není známá. Vzhledem k těmto skutečnostem jsme v roce 2017 provedli retrospektivní studii, jejímž cílem bylo popsat praxi aplikace svalových relaxancií. Primárním cílem byla incidence operačních výkonů se svalovou relaxací, frekvence monitorace hloubky blokády a incidence aktivní farmakologické reverze. Sekundárním cílem bylo popsat výskyt svalové relaxace ve vztahu k typu a trvání operace. Do studie byli po schválení Etickou komisí FN Brno a po registraci na ClinicalTrials.gov (NCT03086915) zařazeni pacienti podstupující operační nebo diagnostický výkon v období 1/2016–12/2016 na Klinice dětské anesteziologie a resuscitace FN Brno s cílem identifikovat pacienty, u kterých byla aplikovaná svalová relaxancia. Z celkového počtu 8046 analyzovaných anesteziologických záznamů byla svalová relaxace použita u 20,9 % pacientů (n=1685), z toho kompletní data byla k dispozici u 20,5 % pacientů (n=1650). Hloubka svalové relaxace pomocí akcelerometrie byla monitorovaná jen u 2,5 % případů, ovšem výsledek byl pravděpodobně ovlivněn nedostatečnou dokumentací. Aktivní reverze svalové blokády byla aplikována u 5,8 % pacientů. Nejčastěji používaným svalovým relaxans bylo mivacurium (48,2 %) a cisatrakurium (36,4 %). Svalová relaxancia byla nejčastěji použita u chirurgických pacientů (41,9 %) a u ORL pacientů (26,9 %). Incidence operačních výkonů u pediatrických pacientů v dané kohortě s aktivní svalovou relaxací bylo významně nižší ve srovnání s dospělou

populací. Daný fakt je možno vysvětlit jiným spektrem operačních výkonů v dětské anestezii, kratším časem trvání operací ve srovnání s dospělou populací a odlišnými postupy v dětské anestezii (inhalační úvod bez aplikace svalových relaxancií). Svalová relaxace vede k lepším podmínkám při zajištění dýchacích cest (123), a proto může být nízký výskyt aplikace svalové relaxace v dané kohortě vnímán jako možný prostor ke zlepšení klinické praxe, obzvláště v případě dostupnosti kombinace rokuronium a specifické antidotum sugammadex.

Neuromuscular blockade in clinical practice in paediatric anaesthesia: retrospective cohort trial in a tertiary paediatric anaesthesia centre

JOZEF KLUČKA¹, MICHAELA ŤOUKALCOVÁ¹, IVO KŘÍKAVA¹, ROMAN ŠTOUDEK¹, EVA KLABUSAYOVÁ², MÁRIA MORAVSKÁ², PETR ŠTOURAC¹

¹ Department of Paediatric Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Brno, Faculty of Medicine, Masaryk University, Brno, Czech Republic

² Faculty of Medicine, Masaryk University, Brno, Czech Republic

Corresponding author:

Petr Štourac

Department of Paediatric Anaesthesiology and Intensive Care Medicine
University Hospital Brno

Jihlavská 20, Brno, 625 00 Czech Republic

Phone: +420532234261

E-mail: petr.stourac@gmail.com

ABSTRACT

Background. Neuromuscular blockade is associated with improved airway conditions for intubation and superior conditions for surgical interventions (predominantly important in laparoscopic surgery). Residual neuromuscular blockade in the postoperative period is, according to recently published data, associated with a negative impact on perioperative morbidity and mortality.

Aim. The aim of the study was to describe daily practice in clinical paediatric anaesthesia in a tertiary children's hospital.

Methods. Data from anaesthesiology records during the period 1.1.2016 to 31.12.2016 were retrospectively screened. Primary outcomes included the rate of surgery cases with neuromuscular blockade, the incidence of cases with perioperative neuromuscular blockade monitoring and the incidence of neuromuscular pharmacologic block reversal. Secondary outcomes were myorelaxant usage according to the age of patients and duration of surgery.

Results. Overall 8046 paediatric patients underwent general anaesthesia in the study period. Muscle relaxants were administered in 1650 cases (20.5%). The most frequently administered muscle relaxant was mivacurium (48.2 %, n=795), followed by cis-atracurium (36.4 %, n=601), suxamethonium (10.3 %, n=170) and rocuronium (7.0 %, n=115). Neuromuscular blockade monitoring was used only in 2.5% (n=41) of cases. Active neuromuscular blockade reversal was administered in 5.8% (n=95) of cases.

Conclusion. Neuromuscular blockade in paediatric anaesthesia was less frequent compared to adults. The low rate of neuromuscular blockade monitoring in combination with the low rate of active block reversal can be considered dangerous due to the relatively high risk of potential residual postoperative blockade, that can negatively influence clinical outcome.

Key words: neuromuscular blocking agent, paediatric anaesthesia, residual blockade, neuromuscular blockade

INTRODUCTION

Neuromuscular blockade (NB) can be considered a standard part of general anaesthesia. NB is associated with improved intubation conditions, reduced airway-associated complications (1) and has led to development of special surgery techniques, including laparoscopy (NB improved surgical conditions). (2) Recommended dosing of muscle relaxants can be considered as only informative, according to the high variable duration of effect. (3) At the end of surgery, it is highly advisable to objectively measure the neuromuscular blockade to exclude potential residual blockade (RB). Complete recovery is a mandatory requirement for safe anaesthesiology practice. RB in the postoperative period remains a widely debated problem of daily practice in anaesthesiology, although very trivialized in the paediatric subpopulation. There is a strong and clear connection between RB and the negative impact on mortality and morbidity in postoperative period (regurgitation, silent aspiration,

hypoxia, upper airway obstruction, pneumonia and patient discomfort) (4) and, if not treated, can lead to fatal consequences. Clinical signs of recovery (squeezing of the hand, lifting the head and other signs) are not sufficiently sensitive compared to accelerometry (5) and require the patient's active involvement, which can be difficult and is influenced by the age of the patient. Although, it seems, that the usage of NB in paediatric anaesthesia is lower (compared to adults), the incidence of active pharmacological reversal of blockade and the incidence of neuromuscular blockade monitoring remains unclear. The aim of this study was to describe the actual practice in a tertiary paediatric anaesthesiology centre – incidence of NB usage, incidence of monitoring the depth of blockade and possible RB at the end of surgery and incidence of active pharmacological reversal.

MATERIALS AND METHODS

The retrospective cohort study was approved by the local Ethics Committee of the University Hospital Brno and the trial was registered on www.clinicaltrials.gov (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT03086915). All paediatric patients who underwent general anaesthesia at the Department of Paediatric Anaesthesiology and Intensive Care Medicine during the study period between 1. 1. 2016 and 1. 12. 2016, based on data derived from anaesthesiology records, were screened. Anaesthesiology cases with muscle relaxant usage were included in the analysis. Methods of descriptive statistics (incidence, mean, median) were used for

study group data (tables 1-4). The primary outcome was the frequency of neuromuscular blockade monitoring and the incidence of active pharmacological block reversal at the end of the operation. The secondary outcome was the frequency of different muscle relaxant usage according to the age of the patients and duration of surgery. Kruskal-Wallis H test was used to analyse the statistical significance by using the median values and Chi-squared test by using the average values (tables 2, 3). Pearson Chi-squared test was used to analyse the differences between types of surgery and patients with active block reversal (table 4). Software SPSS 23 (IBM, USA) was used for statistical analysis.

RESULTS

After initial screening, 8 046 paediatric patients underwent surgery under general anaesthesia in the study period. The rate of cases with NB was 20.9% (n=1 685). After exclusion of 17 (0.2%) patients due to insufficient anaesthesiology records and 18 (0.2%) due to age limit (age over 19 years), 1 650 (20.5%) patients were included in the analysis. The median age of the cohort was 11 years (1 day - 19 years). The demographic data are summarized in the table 1. Neuromuscular blockade monitoring (accelerometry, TOF-Watch SX) was used in 2.5% (n=41) of cases. From the whole cohort (n=1650), active pharmacological reversal of the blockade was administered in 5.8% (n=95) of cases. The drug used for block reversal was neostigmine in 71.6% (n=68) and sugammadex in 28.4% (n=27) of cases with active block reversal. The duration of surgery was comparable between groups with neostigmine reversal, sugammadex reversal or non-reversal (median duration - 70 min vs. 70 min vs. 70 min, p=0.4096). Neuromuscular blockade was significantly more frequently antagonized in older patients (median age in years - 13 vs. 14 vs. 10, p<0.001) (for detailed description see table 2). In 16 cases (23.5%), neostigmine was administered without atropine (anticholinergic drug given to suppress the negative cholinergic stimulation induced by neostigmine), the only intravenous anticholinergic agent available in the Czech Republic. The most frequently administered MR was mivacurium (48.2%), followed by cis-atracurium (36.4%) and suxamethonium (10.3%). Neuromuscular blockade was most frequently antagonized after rocuronium administration (32 patients of 115 - 27.8%). The longest mean surgery duration time was in patients in

Table 1. Age, weight and duration of surgery in patients with muscle relaxation

	Weight (in kg)	Age (in years)	Surgery duration (in minutes)
Average	39.2 (0.8-121)	10.0 (0 -19)	88.0 (10-655)
Median	36.3	11	70

Table 2. Age, duration of surgery in patients with active blockade reversal and in patients without active reversal

	Neostigmine	Sugammadex	Without active reversal	p value
Number of patients	68 (4.1%)	27 (1.6%)	1555 (94.2%)	-
Age (in years) average	12.8 (1-19)	13.6 (6-19)	9.8 (0-19)	p<0.001
Age (in years) median	13	14	10	p<0.001
Surgery duration (in minutes) average	84.7 (30-300)	82.3 (25-170)	87.9 (10-655)	p=0.9744
Surgery duration (in minutes) median	70	70	70	p=0.4096

the cis-atracurium subgroup (116 minutes, 15-380 minutes, p<0.001) followed by the rocuronium subgroup of patients (94 minutes, 25-315 minutes, p<0.001) and the shortest mean surgery duration time was detected in atracurium subgroup (66 minutes, 30-150 minutes, p<0.001) followed by mivacurium subgroup (70 minutes, 10-655 minutes, p<0.001) (table 3).

The patients in our cohort were predominantly general surgical patients (42.0%, n=693), ENT patients (26.9%, n=445) and orthopaedic patients (14.7%, n=242). According to the type of surgical intervention, active reversal was most frequently administered in the subgroup of general surgery patients (8.2%, n=57), which represents 60.0 % of all patients with active block reversal. The highest rate of reversal was detected in the laparoscopic surgery subgroup (active reversal rate 21.1% (39/185, p<0.001) (table 4).

DISCUSSION

The most important finding was a low rate of neuromuscular blockade monitoring (2.5%). It can be considered very low when compared to data from the adult population, where the reported rate is up to 24.4%. (6) Due to the high risk of RB in the postoperative period in adults and the paediatric population too, (7,8) the absence of monitoring with the combination of a low rate of active block reversal (5.8% in the study) can be considered risky. Neuromuscular blockade monitoring implementation in daily practice (from 2% to 60% of cases) has led (in the adult population) to a rapid increase in active block reversal fre-

quency (from 6% to 42%). (9,10) The low documented rate of blockade monitoring can be partially explained by the design of anaesthesiology records (no predefined section for TOF measurement) and the low number of TOF-Watch monitors available on the anaesthesiology department (at the study period only 2 monitors were available). The blockade induced by mivacurium was antagonized in 8 cases (1.0% of mivacurium group) - in all cases with neostigmine, although neostigmine can inhibit plasma cholinesterase and by doing so slow down mivacurium metabolism in the plasma. (11) According to the manufacturer, the effect of mivacurium lasts for 13-23 minutes. Due to its unique metabolism (by plasma cholinesterase) there can be a higher risk of blockade prolongation and residual blockade in patients with liver dysfunction, kidney dysfunction and in elderly patients. The highest risk of prolonged blockade is in patients with the mutation of the gene for plasma cholinesterase, where in heterozygous individuals (prevalence in the population 1-3/1000) it can be prolonged by 50% and even more significantly in homozygous individuals. (12,13) Neuromuscular blockade monitoring is therefore meaningful also in cases where short- or intermediate-acting muscle relaxants have been used, because early recognition and RB reversal can positively influence the overall outcome. Patients extubated at the end of surgery with RB, defined as TOFr<0.9, have higher documented postoperative morbidity and mortality. Implementing monitoring of neuromuscular blockade into routine practice can lead to early recognition of patients at risk and subsequently select patients who

Table 3. Block reversal, duration of surgery and age according to muscle relaxant

	Mivacurium	Cis-atracurium	Rocuronium	Suxamethonium	Atracurium	p value
Number of patients	795 (48.2%)	601 (36.4%)	115 (7.0 %)	170 (10.3%)	18 (1.1%)	p<0.001
Number of patients with block reversal	8 (1.0%)	53 (8.8%)	32 (27.8%)	0 (0%)	2 (11.1%)	p<0.001
Age (in years) average	10.4 (0-19)	9.8 (0-19)	11.3 (0-19)	7.2 (0-19)	12.2 (0-17)	-
Age (in years) median	11	11	12	6	13.5	-
Surgery duration (in minutes) average	69.8 (10-655)	116.1 (15-380)	94.1 (25-315)	71.6 (15-250)	65.8 (30-150)	p<0.001
Surgery duration (in minutes) median	60	105	80	60	60	p<0.001

Table 4. Neuromuscular blockade reversal according to the type of surgery

Type of surgery	ENT	Plastic surgery	Ophthalmology	General surgery (without laparoscopy)	Laparoscopy (general surgery)	Dental surgery	Orthopaedic surgery	Neurosurgery	Radiology
Number of patients	26.9% (n=445)	3.7% (n=61)	3.45% (n=57)	30.7% (n=508)	11.2% (n=185)	2.3% (n=38)	14.6% (n=242)	5.2% (n=86)	1.7% (n=28)
Number of patients with active reversal according to the type of surgery	2.4% (n=11)	3.2% (n=2)	1.7% (n=1)	5.5% (n=28)	21.0% (n=39)	2.6% (n=1)	4.1% (n=10)	3.4% (n=3)	0.0% (n=0)

benefit the most from active block reversal. Currently there are two drugs designated for neuromuscular blockade reversal: neostigmine (Syntostigmin*) and sugammadex (Bridion®). Sugammadex is a specific gama-cyklodextrine, that acts through encapsulation of the free plasmatic fraction of aminosteroids (rocuronium, vecuronium). According to the manufacturer, it is currently approved for use in patients over 2 years of age. The dosage depends on the depth of the RB (2mg/kg if TOF 1-2, 4mg if PTC – post-tetanic count 1-2). Only sugammadex is capable of fully reversing deep neuromuscular blockade, in the case of a failed airway (dose needed for complete reversal – 16mg/kg). This technique is not recommended in paediatric patients due to lack of data, however it can be lifesaving in an urgent situation. Neostigmine, as the second drug of choice for block reversal, acts as a reversible inhibitor of acetylcholinesterase and reinforces the effect of acetylcholine on nicotinic and muscarinic receptors. Due to the mechanism of the drug, neostigmine administration, without anticholinergic medication (atropine) co-administration, can be considered dan-

gerous. The main neostigmine limitation is that it has the capability of reversing only shallow blockade (TOF 1-2) but it acts on both – aminosteroids (rocuronium, vecuronium) and bensylisoquinolines (atracurium, cis-atracurium). However, the effect has a slow onset and a ceiling effect. Neostigmine administration to patients with a deep blockade (TOF≤ 1) can lead to paradoxical deepening of the blockade. The low rate of neuromuscular blockade monitoring at the end of surgery may have been influenced by the retrospective design of the study and insufficient documentation. These results point to the several clinical problems – neuromuscular blockade reversal with neostigmine without an anticholinergic agent, active reversal of neuromuscular blockade induced by mivacurium with neostigmine and the low rate of neuromuscular blockade.

CONCLUSION

The low incidence of active block reversal can be considered dangerous, due to the high risk of RB. (7,9,14) It is highly recom-

mended to monitor the depth of neuromuscular blockade in all patients in whom muscle relaxants have been administered, in agreement with a recently published national statement for safe anaesthesia practice by Czech Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (published on 8th April 2017).

FUNDING

The article was published with t support from the Masaryk University Brno, Czech Republic – MUNI/A/1161/2016 and with non-financial support from University hospital Brno, Czech Republic.

ACKNOWLEDGEMENT

Preliminary results of this article were presented at Student Scientific Conference 2017 of Medical Faculty of Masaryk University, Brno, Czech Republic and the presentation was awarded 2th place in the Surgical Section.

REFERENCES

1. Julien-Marsollier, F, Michelet, D, Bellon, M, Horlin, AL, Devys, JM, Dahmani, S. Muscle relaxation for tracheal intubation during paediatric anaesthesia: a meta-analysis and trial sequential analysis. *Eur J Anaesthesiol*. 2017 Aug;34(8):550-561.
2. Blobner M, Frick CG, Stäuble RB, Feussner H, Schaller SJ, Unterbuchner C, et al. Neuromuscular blockade improves surgical conditions (NISCO). *Surg Endosc* 2015 Mar;29(3):627-36.
3. Brandom BW, Meretoja OA, Simhi E, Taivainen T, Wolfe SR, Woelfel SK, et al. Age related variability in the effects of mivacurium in paediatric surgical patients. *Can J Anaesth* 1998 May;45(5 Pt 1):410-6.
4. Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Greenberg SB, Avram MJ, Vender JS. Residual neuromuscular blockade and critical respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 2008 Jul;107(1):130-7.
5. Brull SJ, Murphy GS. Residual neuromuscular block: lessons unlearned. Part II: methods to reduce the risk of residual weakness. *Anesth Analg* 2010 Jul;111(1):129-40.
6. Naguib M, Kopman AF, Ensor JE. Neuromuscular monitoring and postoperative residual curarisation: a meta-analysis. *Br J Anaesth* 2007 Mar;98(3):302-16.
7. Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Franklin M, Avram MJ, Vender JS. Residual paralysis at the time of tracheal extubation. *Anesth Analg* 2005 Jun;100(6):1840-5.
8. Esteves S, Martins M, Barros F, Barros F, Canas M, Vitor P, et al. Incidence of postoperative residual neuromuscular blockade in the postanesthesia care unit: an observational multicentre study in Portugal. *Eur J Anaesthesiol* 2013 May;30(5):243-9.
9. Baillard C, Clech C, Catineau J, Salhi F, Gehan G, Cupa M, et al. Postoperative residual neuromuscular block: a survey of management. *Br J Anaesth* 2005 Nov;95(5):622-6.
10. Baillard C, Gehan G, Reboul-Marty J, Larmignat P, Samama CM, Cupa M. Residual curarization in the recovery room after vecuronium. *Br J Anaesth* 2000 Mar;84(3):394-5.
11. Bevan JC, Tousignant C, Stephenson C, Blackman L, Reimer E, Smith ME, et al. Dose responses for neostigmine and edrophonium as antagonists of mivacurium in adults and children. *Anesthesiology* 1996 Feb;84(2):354-61.
12. Naguib M, el-Gammal M, Daoud W, Ammar A, Moukhtar H, Turkistani A. Human plasma cholinesterase for antagonism of prolonged mivacurium-induced neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 1995 May;82(5):1288-92.
13. Davis L, Britten JJ, Morgan M. Cholinesterase. Its significance in anaesthetic practice. *Anaesthesia* 1997 Mar;52(3):244-60.
14. Kopman AF. Undetected residual neuromuscular block has consequences. *Anesthesiology* 2008 Sep;109(3):363-4.

e. Residual neuromuscular block in paediatric anaesthesia. British Journal of Anaesthesia 2018 (BJA)

Svalová relaxancia se v perioperační péči používají s cílem zlepšit intubační podmínky u dospělých a pediatrických pacientů, potlačit nežádoucí odpověď na instrumentaci v dutině ústní a minimalizovat komplikace spojené se zajištěním dýchacích cest (traumatická intubace, poškození hlasových vazů) (123). Incidence aplikace svalové relaxace v pediatrické anestezii je ve srovnání s dospělou populací významně nižší (169). Jedním z hlavních předpokladů bezpečné perioperační péče je plné zotavení svalové síly a absence tzv. reziduální blokády. Bezpečné zotavení není možno zhodnotit klinickým vyšetřením a vyžaduje kvantitativní vyšetření např. pomocí akcelerometrie. Definovaná bezpečná hranice zotavení je hodnota Train-of-four ratio (TOFr) ≥ 90 % měřená akcelerometrem (128, 131). Reziduální svalová blokáda v pooperačním období je spojena se zvýšenou mortalitou a perioperační morbiditou dospělých pacientů (129–130). Přes daná rizika zůstává reziduální blokáda i nadále významným klinickým problémem v perioperační péči u dospělých pacientů, kde výskyt dosahuje až 63,5 % (130, 133). Daná alarmující data nás vedla k provedení prospektivní observační studie u dětských pacientů podstupujících operační/diagnostický výkon s aplikací svalových relaxancií. Po schválení Etickou komisí FN Brno a po registraci na ClinicalTrials.gov (NCT02939911) byla u pediatrických pacientů s perioperační aplikací svalových relaxancií na Klinice dětské anesteziologie a resuscitace měřena hloubka svalové blokády na konci operace, těsně před extubací a po příjmu na dospávací pokoj. Primárním cílem studie bylo zhodnotit výskyt reziduální blokády na operačním sále, sekundárním cílem byl výskyt reziduální blokády na dospávacím pokoji. Akcelerometrické měření probíhalo dle klinických doporučení a doporučení výrobce přístroje TOX-WatchSX[®], a to pomocí stimulace n.

ulnaris v módu stimulace Train-of-Four nebo Train-of-Four ratio (TOF/TOFr). V případě hluboké blokády byla použita tzv. post-tetanická stimulace (PCT). Do studie bylo zařazeno celkem 291 pacientů, z toho primární outcome byl měřen u 96,9 % pacientů a sekundární u 72,6 % pacientů. Nejčastěji aplikovaným svalovým relaxans v dané kohortě pacientů bylo rokuronium (49 %) a cisatrakurium (28 %). Reziduální blokáda byla identifikována u 48,2 % pacientů na operačním sále a u 26,9 % pacientů na dšpávacím pokoji. Ačkoliv je alarmující výskyt reziduální blokády u sledované skupiny pacientů srovnatelný s daty pocházející z dospělé populace (130, 133), vedl k vytvoření Stanoviska ČSARIM k přístrojové monitoraci hloubky nervosvalové blokády 2017 (132). Klinický význam výsledků studie dokazuje přijetí publikace v časopisu British Journal of Anaesthesia (IF 6,199, 2. ve WoS v kategorii Anesteziologie) a k zisku Ceny Jiřího Macha na XI. konferenci AKUTNĚ.CZ 2019. Článek byl citován v doporučení národní italské společnosti a v časopise British Journal of Anaesthesia.

CORRESPONDENCE

Residual neuromuscular block in paediatric anaesthesia

J. Klucka, M. Kosinova, I. Krikava, R. Stoudek, M. Toukalkova and P. Stourac*

Brno, Czech Republic

*Corresponding author. E-mail: petr.stourac@gmail.com

Editor—Neuromuscular blocking agents (NMBAs) are used during anaesthesia for airway management and to improve surgical conditions,¹ although the surgical procedures that necessitate neuromuscular block in children are less common than in adult patients.² It is recommended that the train-of-four ratio (TOFR) should recover to >0.9 before tracheal extubation when measured by accelerometry. There is increasing evidence in adults that residual neuromuscular block (RNB) in the postoperative period with a TOFR <0.9 increases morbidity and mortality.³ Nevertheless, RNB remains common in the postoperative period (26–88%).^{4–6}

We designed a trial in paediatric patients with the primary outcome as the incidence of RNB measured just before extubation in the operating room (OR). The secondary outcome was the incidence of the RNB in the PACU. The trial was designed as a monocentric prospective observational cohort trial, registered at www.clinicaltrials.gov (NCT02939911), and approved by the local ethics committee (etickakomise@fnbrno.cz, 10/2016). All patients ≥ 29 weeks and <19 yr of age undergoing surgery in a tertiary paediatric anaesthesia centre involving NMBA use between January 1, 2017 and December 31, 2017 were eligible for inclusion. Patients were excluded for weight <3000 g, neuromuscular disease, haemodynamic impairment, planned/unplanned postoperative mechanical ventilation, continuous perioperative neuromuscular block measurement, or when succinylcholine was the only NMBA used during surgery. The NMBAs available for use during enrolment were rocuronium, mivacurium, cisatracurium, atracurium, and succinylcholine. The level of neuromuscular block was measured just before tracheal extubation on the decision of the anaesthetist in the OR and after arrival in the PACU using accelerometry (TOF-Watch®SX; Organon, Inc., West Orange, NJ, USA). Accelerometry was carried out using ulnar nerve stimulation with measurement of contraction of the adductor pollicis muscle. The train-of-four (TOF) count, TOFR, and in the case of deep neuromuscular block, post-tetanic count (PTC) were measured twice just before

extubation in the OR and in the PACU. RNB was defined as a TOFR of <0.9 on the first measurement in the OR and PACU. The timing of the second measurement in the OR depended on the anaesthetist, allowing the clinician to possibly administer pharmacological reversal of RNB after recording the TOFR. In the PACU, the TOF or TOFR was measured immediately after arrival (first and second measurement). Data were described using descriptive analytic methods [mean, standard deviation (SD), median]. The incidence of RNB was described as the absolute and relative incidence with the 95% confidence intervals (CI). The relationship between RNB and the measured variables was described using logistic regression calculated odds ratio with the 95% CI and the P-value for the specific regression model with statistical significance defined as $P < 0.05$.

For the 291 patients included in the study, the NMBAs used were rocuronium (49%), cisatracurium (27%), mivacurium (22%), and atracurium (2%). The primary outcome was measured in 96.9% (282/291) and the secondary outcome in 72.6% (119/164) of patients. The incidence of RNB in the OR was 48.2% and that in the PACU 26.9% (Table 1). In the majority of patients with RNB, muscle relaxation was induced with rocuronium (OR 53%, $n=72$; PACU 38%, $n=12$) followed by cisatracurium (OR 32%, $n=44$; PACU 31%, $n=10$). Pharmacological reversal of neuromuscular block was administered in 23.3% ($n=68$) of patients. A reversal agent was administered in 41% ($n=28$) of patients after the first TOF measurement in the OR. Risk factors for RNB in the OR included the interval between NMBA administration and TOF measurement and the NMBA used. With every 10 min since administration of an NMBA, there was a 19% risk reduction for RNB (odds ratio=0.81; 95% CI, 0.75–0.88; $P < 0.001$). Use of mivacurium was associated with a 63% risk reduction for RNB in the OR compared with rocuronium (odds ratio=0.37; 95% CI, 0.19–0.71; $P = 0.003$). Age was also related to incidence of RNB in the PACU. With every year of increasing age, there was an 8% risk reduction in the incidence of RNB (odds ratio=0.91; 95% CI, 0.84–1.00; $P = 0.046$).

Table 1 Residual neuromuscular block (RNB) incidence in OR and PACU. CI, confidence interval; OR, operating room; TOF, train-of-four count

RNB incidence	Patients measured in OR (n=282)			Patients measured in PACU (n=119)		
	n	%	95% CI in %	n	%	95% CI in %
TOF \geq 0.9	146	51.8	45.9–57.6	87	73.1	64.7–80.5
TOF < 0.9 (RNB)	136	48.2	42.4–54.1	32	26.9	19.5–35.3

RNB is still an important clinical problem and is correlated with morbidity and mortality in the postoperative period.^{5–8} The incidence of RNB in the OR of 48.2% and in the PACU of 26.9% is unacceptably high. However, these results are identical to those in the adult population.³ Defined by accelerometry with a TOFR < 0.9, RNB is a potential complication that cannot be ruled out by physical examination such as grip strength test or elevation of the head.⁹ In the majority of patients at risk in our study, muscle relaxation was produced by rocuronium. However, even mivacurium was responsible for 13% of patients with a TOFR of < 0.9 in the OR and for 28% of those in the PACU. Limitations of the study are the relative low inclusion rate (27.6% of patients), the observational design, and the fact that only two TOF measurements were made in the OR and PACU.

The results of this trial highlight the fact that without quantitative monitoring RNB cannot be excluded in paediatric patients. Accelerometry or other forms of quantitative monitoring of the depth of neuromuscular block should be implemented as a minimum monitoring requirement for safe anaesthesia in all patients (adult and paediatric) when NMBAs are administered.¹⁰ Pharmacological reversal of neuromuscular block was administered in 41% of patients after the TOF measurement in the OR in this study because of detection of undiagnosed RNB.

Declaration of interest

All authors declare no conflict of interest regarding this trial.

Funding

This publication was written at Masaryk University as part of the project Residual Neuromuscular Blockade in Paediatric Anaesthesia: prospective observational trial, number MUNI/A/1161/2016 with the support of the Specific University Research Grant, as provided by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic in the year 2016. Supported by MH CZ - DRO (FNBr, 65269705).

References

- Julien-Marsollier F, Michelet D, Bellon M, et al. Muscle relaxation for tracheal intubation during paediatric anaesthesia: a meta-analysis and trial sequential analysis. *Eur J Anaesthesiol* 2017; 34: 550–61
- Klucka J, Toukalková M, Krikava I, et al. Neuromuscular blockade in clinical practice in paediatric anaesthesia: retrospective cohort trial in a tertiary paediatric anaesthesia centre. *Signa Vitae* 2018; 14: 59–62
- Fortier LP, McKeen D, Turner K, et al. The RECITE study: a Canadian prospective, multicenter study of the incidence and severity of residual neuromuscular blockade. *Anesth Analg* 2015; 121: 366–72
- Eriksson LI, Sundman E, Olsson R, et al. Functional assessment of the pharynx at rest and during swallowing in partially paralyzed humans: simultaneous videomanometry and mechanomyography of awake human volunteers. *Anesthesiology* 1997; 87: 1035–43
- Murphy GS, Brull SJ. Residual neuromuscular block: lessons unlearned: Part I. Definitions, incidence, and adverse physiologic effects of residual neuromuscular block. *Anesth Analg* 2010; 111: 120–8
- Hunter JM. Reversal of residual neuromuscular block: complications associated with perioperative management of muscle relaxation. *Br J Anaesth* 2017; 119: i53–62
- de Souza CM, Romero FE, Tardelli MA. Assessment of neuromuscular blockade in children at the time of block reversal and the removal of the endotracheal tube. *Rev Bras Anesthesiol* 2011; 61: 145–9
- Meretoja OA. Neuromuscular block and current treatment strategies for its reversal in children. *Paediatr Anaesth* 2010; 20: 591–604
- Capron F, Fortier LP, Racine S, et al. Tactile fade detection with hand or wrist stimulation using train-of-four, double-burst stimulation, 50-hertz tetanus, 100-hertz tetanus, and acceleromyography. *Anesth Analg* 2006; 102: 1578–84
- Hunter JM. Qualitative monitoring is inadequate for reliably determining full recovery from neuromuscular block whatever the protocol used. *Br J Anaesth* 2018; 121: 499–500

doi: 10.1016/j.bja.2018.10.001

5. Popularizační aktivity tematicky se vztahující k habilitační práci

1. IX. konference AKUTNĚ.CZ, listopad 2017, Brno, člen vědeckého výboru
2. X. konference AKUTNĚ.CZ, listopad 2018, Brno, člen vědeckého výboru
3. XXVI. národní kongres ČSARIM, říjen 2019, Brno, člen vědeckého výboru
4. XI. konference AKUTNĚ.CZ, listopad 2019, Brno, člen vědeckého výboru

6. Seznam autorovy literatury se vztahem k tématu habilitační práce

Publikace in extenso v cizím jazyce v časopise s IF – první nebo korespondující autor

1. Klučka J, Štourač P, Štoudek R. Controversies in Pediatric Perioperative Airways. Biomed Res Int. 2015;368761. doi: 10.1155/2015/368761. **IF 2,134**
2. J. Klucka, M. Kosinova, I. Krikava, R. Stoudek, M. Toukalkova, P. Stourac. Residual Neuromuscular Blockade in Paediatric Anaesthesia. Br J Anaesth. 2019 Jan;122(1):e1-e2. doi: 10.1016/j.bja.2018.10.001. Epub 2018 Nov 5. **IF 6,199**
3. Klučka J, Šenkyřík J, Skotáková J, et al. Laryngeal mask airway Unique® position in paediatric patients undergoing magnetic resonance imaging (MRI): prospective observational study. BMC Anesthesiol. 2018 Oct 24;18(1):153. **IF 1,619**
4. Klučka J, Ťoukálková M, Křikava I, et al. Neuromuscular blockade in clinical practice in paediatric anaesthesia: retrospective cohort trial in a tertiary paediatric anaesthesia centre. Signa Vitae 2018;14(1): 59–62 **IF 0,173**
5. Klučka J, Juřenčák T, Štourač P, Vít P, Foralová V, Synková I. Out-of-Hospital Cardiac Arrest Due to Ventricular Fibrillation in a 5-Year-Old Pediatric Patient. Pediatr Emerg Care. 2018 Feb 28. doi: 10.1097/PEC.0000000000001444. **IF 1,119**
6. Klucka J, Stourac P, Stoudek R. Ischemic stroke in paediatrics – narrative review of the literature and two cases. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. 2017 Mar;161(1):24–30. doi: 10.5507/bp.2016.053. **IF 1,087**
7. Klucka J, Stourac P, Stouracova A, Masek M, Repko M. Compartment syndrome and regional anaesthesia: Critical review. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. 2017 Sep;161(3):242–251. doi: 10.5507/bp.2017.025. **IF 1,087**
8. Klučka J, Juřenčák T, Kosinová M, Štourač P, Kratochvíl M, Sedláčková Y, Navrátil T, Pelclová D, Jabandžiev P. Intralipid infusion in paediatric patient with quetiapine and lamotrigine intoxication. Monatsh Chem. 2019;150(9,SI):1711-1714 **IF 1,501**

Publikace in extenso v cizím jazyce v časopise s IF – spoluautor

1. Stourac P, Adamus M, Seidlova D. et al. Low-dose or high-dose rocuronium reversed with neostigmine or sugammadex for cesarean delivery anesthesia: A randomized controlled non-inferiority trial of time to tracheal intubation and extubation. Anesthesia and Analgesia 2016. **IF 4,014**
2. Kosinova M, Stourac P, Adamus M. et al. Rocuronium versus suxamethonium for rapid sequence induction of general anaesthesia for caesarean section: influence on neonatal outcomes. Int J Obstet Anesth. 2017 Nov;32:4–10. doi: 10.1016/j.ijoa.2017.05.001. **IF 3,404**
3. Kosinova M1, Klucka J2, Stourac P. Re: Influence on neonatal outcomes of rocuronium for rapid sequence induction of general anaesthesia for caesarean section. Int J Obstet Anesth. 2018 Aug;35:113–114. doi: 10.1016/j.ijoa.2018.01.010. **IF 1,958**

Publikace in extenso v českém jazyce recenzované – první nebo korespondující autor

1. Klučka J, Ťoukálková M, Křikava I, Štoudek R, Štourač P. Současné trendy v zajištění dýchacích cest u dětí – tradice a mýty versus evidence based medicine. Anest. Intenziv. Med 2017;28(2):128–134
2. Klučka J, Štourač P, Křikava I, et al. Bleskový úvod do anestezie v České republice 2016: dotazníková studie. Anest intenziv Med. 2017;28:232–239
3. Klučka Jozef, Štourč Petr a Jakúbková Adela. Analgezie v perioperačním období u dětí. Postgraduální medicína, Mladá fronta a.s., 2018, roč. 20/2018, č. 5, s. 352–356. ISSN 1212-4184.

Publikace in extenso v českém jazyce recenzované – spoluautor

1. Štourač P., Kosinová M., Bártíková I., Klučka J., Kříkava I., Štoudek R., Harazim H., Huser M., Janků P., Gál R.: Aktivní reverze nervosvalové blokády rokuroniem podáním sugammadexu u císařského řezu v celkové anestezii – série kazuistik. *Anesteziologie a intenzivní medicína* 2013, 24, 3, s. 163–168.
2. Maláška J., Slezák M., Schwarz D., et al.: Léčba těžké sepse na pracovištích intenzivní péče v České republice –pilotní výsledky projektu EPOSS. *Vnitřní Lékařství* 2013; 59(11): 962–970. Citace: SCOPUS: 4 Celkem: 4
3. Jozef Klučka a Jozef Klučka. Integrovaný záchranný systém v SR – vybrané problémy a návrhy řešení. *The Science for Population Protection, MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, Institut ochrany obyvatelstva*, 2017, roč. 1/2017, č. 9, s. 7–15. ISSN 1803-568X.
4. Aboši A., Kříkava I., Gábor L., Klučka J., Aboši K., Harazim H., Kosinová M., Zelinková H., Štourač P.: Úspěšné podání naloxonu v průběhu srdeční zástavy při porodní analgezii remifentanilem: kazuistika a retrospektivní audit. *Anesteziologie a intenzivní medicína* 2017, 28, 4, s. 240–247.
5. Černý V., Chrobok V., Klučka J., Kříkava I., Michálek P., Otáhal M., Škola J., Štourač P., Vymazal T. Zajištění obtížných dýchacích cest u dospělých a dětí. *Anesteziologie a intenzivní medicína* 2019, 30, 3–4. s. 173–186

Kapitoly v monografii v českém jazyce

1. Seidlová D., Štourač P. Perioperační medicína nejen pro praktické lékaře. *Neuroaxiální anestezie a analgezie*, Praha: Mladá fronta a.s., 2018. s. 35–41. ISBN 978-80-204-4857-6.
2. Seidlová D., Štourač P. Perioperační medicína nejen pro praktické lékaře. *Plicní onemocnění*, Praha: Mladá fronta a.s., 2018. s. 175–183. ISBN 978-80-204-4857-6.

Abstrakta ve sborníku v cizím jazyce

1. Szturzová K., Knoppová L., Burgetová A., Ťoukálková M., Klučka J., Štourač P., The PedLapBlock Study Group. Does the depth of neuromuscular blockade influence surgical conditions during paediatric laparoscopic surgery? Preliminary results of a randomized controlled study. *European Journal of Anaesthesiology*. 2017, 34 (e-Suppl. 55):135–135. ISSN 0265-0215 **IF 3,958**
2. Klucka J., Stourac P., Stoudek R., Toukalkova M., Skotakova J., Senkyrik J., LM Study group. Laryngeal mask Unique® position in paediatric patients undergoing magnetic resonance imaging (MRI): prospective observational trial. *European Journal of Anaesthesiology*. 2018, 35 (e-Suppl. 56):126–26. ISSN 0265-0215 **IF 3,958**
3. Klucka J., Stourac P., Toukalkova M., Stoudek R., Moravska M., Klabusayova E. Neuromuscular blockade in clinical practice in tertiary paediatric anaesthesia centre: retrospective observational trial. *European Journal of Anaesthesiology*. 2018, 35 (e-Suppl. 56):140–140. ISSN 0265-0215 **IF 3,958**
4. Klucka J., Stourac P., Toukalkova M., Stoudek R., Krikava I., REPEB study group. Residual Neuromuscular Blockade in Paediatric Anesthesia: prospective observational trial. *European Journal of Anaesthesiology*. 2018, 35 (e-Suppl. 56):140–140. ISSN 0265-0215 **IF 3,958**
5. Trckova A., Stourac P., Klucka J., Klincova M., Zelinkova H., Musilova T. Perioperative temperature management during general anaesthesia in children: audit in tertiary paediatric care center. *European Journal of Anaesthesiology*. 2018, 35 (e-Suppl. 56):144–144. ISSN 0265-0215 **IF 3,958**

6. Abosi A., Abosi K., Klucka J., Harazim H., Kosinova M., Stourac P. Successful Naloxone Administration During Cardiac Arrest in Course of Remifentanil Labor Analgesia: Case Report. *European Journal of Anaesthesiology*. 2018, 35 (e-Suppl. 56):347–347. ISSN 0265-0215 **IF 3,958**
7. Klucka J., Stourac P., Stoudek R., Toukalkova M., Kosinova M., Kratochvil M. Difficult Airway Prediction in Paediatric Anaesthesia: prospective observational trial. *European Journal of Anaesthesiology*. 2018, 36 (e-Suppl. 57):347–347. ISSN 0265-0215 **IF 4,140**
8. Stoudek R., Stourac P., Klucka J., Kosinova M., Toukalkova M., Kratochvil M. Mortality in tertiary paediatric critical care centre 2008–2012 versus 2013–2017: retrospective cohort trial. *European Journal of Anaesthesiology*. 2018, 36 (e-Suppl. 57):347–347. ISSN 0265-0215 **IF 4,140**

Granty – hlavní řešitel

1. Projekt GRMU MUNI/A/0861/2017: Výskyt obtížné laryngoskopie a obtížného zajištění dýchacích cest v pediatrické anestezii (Difficult airway in paediatric anaesthesia). Hlavní řešitel Klucka J.
2. Projekt GRMU MUNI/A/1161/2016: Reziduální neuromuskulární blokáda na operačním sále – prospektivní observační studie. Hlavní řešitel Klucka J.

Granty – spoluřešitel

1. Grant IGA NT 13906-4: Moderní postup myorelaxace a zvratu nervosvalové blokády při celkové anestezii u císařského řezu. Řešení 2012–2015.

7. Seznam zkratek

ARO	Anesteziologicko-resuscitační oddělení
AIM	Anesteziologie a intenzivní medicína
ASA	American Society of Anesthesiologists – Anesteziologická společnost USA
BACT	Bougie-assited coniotomy – Bužii-asistovaná koniotomie
BMI	Body mass index
CICO	Cannot intubate / Cannot oxygenate – nemožná intubace / nemožná oxygenace
cmH ₂ O	Centimetrů vodního sloupce
CNS	Centrální nervový systém
CO ₂	Oxid uhličitý
CT	Počítačová tomografie
ČLS JEP	Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně
ČR	Česká republika
ČSARIM	Česká společnost anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny ČLS JEP
DA	Difficult airway – obtížné dýchací cesty
DAS	Difficult airway society (Společnost pro obtížné dýchací cesty)
DC	Dýchací cesty
DP	Dospávací pokoj
EBM	Evidence-based medicine – Medicína založená na důkazech
ESA	European Society of Anaesthesiology – Evropská anesteziologická společnost
EtCO ₂	End-tidal CO ₂ – oxid uhličitý ve vydechovaném vzduchu
event.	Eventuálně
FN Brno	Fakultní nemocnice Brno
FRC	Funkční reziduální kapacita
IF	Impact faktor – Impakt faktor

IS	Interval spolehlivosti
JIP	Jednotka intenzivní péče
kg	Kilogram
LM	Laryngeální maska
MRI	Magnetická rezonance
např.	Například
n. l.	Našeho letopočtu
N ₂ O	Oxid dusný – rajský plyn
O ₂	Kyslík
ORL	Otorhinolaryngologie – Ušní, nosní, krční oddělení
PONV	Post-operative nausea and vomiting – pooperační nauzea a zvracení
př. n. l.	Před naším letopočtem
PTC	Post tetanic count – relaxometrický test hloubky nervosvalové blokády
resp.	Respektive
RSI	Rapid Sequence Induction – bleskový úvod do celkové anestezie
SH	Sellickův hmat
SpO ₂	Pulzní oxymetrie
stp.	Stav po
SZ	Specializovaná způsobilost
TIVA	Totální intravenózní anestezie
TOF	Train of Four – relaxometrický test hloubky odeznívající nervosvalové blokády
TOFr	Train of Four ratio – relaxometrický test hloubky odeznívající nervosvalové blokády
UPV	Umělá plicní ventilace
VV	Vědecký výbor

WOS

Web of Science – citační a bibliografická databáze

8. Literatura

1. Bhananker SM, Ramamoorthy C, Geiduschek JM, Posner KL, Domino KB, Haberkern CM, Campos JS, Morray JP. Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest Registry. *Anesth Analg*. 2007 Aug;105(2):344-50.
2. Jimenez N, Posner KL, Cheney FW, Caplan RA, Lee LA, Domino KB. An update on pediatric anesthesia liability: a closed claims analysis. *Anesth Analg*. 2007 Jan;104(1):147-53.
3. Murat I, Constant I, Maud'huy H. Perioperative anaesthetic morbidity in children: a database of 24,165 anaesthetics over a 30month period. *Paediatr Anaesth* 2004; 14:158–166.
4. Mamie C, Habre W, Delhumeau C, Barazzone C. Incidence and risk factors of perioperative respiratory adverse events in children undergoing elective surgery. *Paediatr Anaesth* 2004; 14:218–224.
5. Pahor AL. Ear, nose and throat in Ancient Egypt. *Journal of Laryngology and Otology* 1992; 106:773-779.
6. Stock CR. What is past is prologue: A short history of the development of the tracheostomy. *Ear, Nose and Throat Journal* 1987;66:166-169.
7. Doyle JD. A brief history of clinical airway management. *Revista Mexicana de Anestesiología* 2009;32 Supp:164-S167
8. Ferlito, Alfio. Percutaneous Tracheotomy. *Acta Oto-Laryngologica* 2003; 123:1008-12.
9. Stoller JK. The history of intubation, tracheotomy and airway appliances. *Respiratory Care* Volume 1999; 44:595-603.
10. Ezri T, Evron S, Hadad H, Roth Y. Tracheostomy and endotracheal intubation: a short history. *Harefuah* 2005; 144:891-3, 908.
11. Keys TE. The history of surgical anesthesia. New York, Dover Publications, 1963.
12. Macewen W. Introduction of tracheal tubes by the mouth instead of performing tracheotomy or laryngotomy. *Br Med J* 1880; II:122–4.

13. Miller RA. A new laryngoscope. *Anesthesiology* 1941; 2:317–320.
14. Macintosh RR. A new laryngoscope. *Lancet* 1943; 1:205.
15. Griffith HR, Johnson GE. The use of curare in general anaesthesia. *Anesthesiology* 1942; 3:418-20.
16. Sunder RA, Haile DT, Farrell PT, Sharma A. Pediatric airway management: Current practices and future directions. *Paediatr Anaesth* 2012; 22:1008-15
17. Klučka J. Zajištění dýchacích cest u pediatrického pacienta Disertační práce. Masarykova Univerzita, Lékařská Fakulta. 2019
18. Harless J, Ramaiah R, Bhananker SM. Pediatric airway management. *Int J Crit Illn Inj Sci.* 2014 Jan;4(1):65-70. doi: 10.4103/2229-5151.128015.
19. Carr RJ, Beebe DS, Belani KG. The difficult pediatric airway. *Sem Anesth Perioper Med Pain* 2001; 20:219-27.
20. Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. *Paediatr Anaesth* 2009;19 Suppl 1:1-8.
21. Mortensen A, Lenz K, Abildstrom H, Lauritsen TL. Anesthetizing the obese child. *Paediatr Anaesth* 2011; 21:623-9.
22. Dalal PG, Murray D, Feng A, Molter D, McAllister J. Upper airway dimensions in children using rigid video-bronchoscopy and a computer software: Description of a measurement technique. *Paediatr Anaesth* 2008; 18:645-53.
23. Dalal PG, Murray D, Messner AH, Feng A, McAllister J, Molter D. Pediatric laryngeal dimensions: An age-based analysis. *Anesth Analg* 2009; 108:1475-9.
24. Litman RS, Weissend EE, Shibata D, Westesson PL. Developmental changes of laryngeal dimensions in unparalyzed, sedated children. *Anesthesiology* 2003; 98:41-5.

25. Weiss M, Gerber AC. [Safe use of cuffed tracheal tubes in children]. [Article in German]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2012 Apr;47(4):232-7. doi: 10.1055/s-0032-1310411.
26. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway; an updated report by the American Society of Anaesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003; 98: 1269–77
27. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology.* 2013 Feb;118(2):251-70.
28. Black AE, Flynn PE, Smith HL, Thomas ML, Wilkinson KA; Association of Pediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland. Development of guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice. *Paediatr Anaesth.* 2015 Apr;25(4):346-62.
29. Cook TM, Woodall N, Frerk C; Fourth National Audit Project. 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 May;106(5):617-31. doi: 10.1093/bja/aer058.
30. Crawley SM, Dalton AJ, Predicting the difficult airway, *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*, Volume 15, Issue 5, October 2015, 253–257
31. Karkouti K, Rose DK, Wigglesworth D, Cohen MM. Predicting difficult intubation: a multivariable analysis. *Can J Anaesth.* 2000 Aug;47(8):730-9.
32. Heinrich S, Birkholz T, Ihmsen H, et al. Incidence and predictors of difficult laryngoscopy in 11,219 pediatric anesthesia procedures. *Paediatr Anaesth.* 2012 Aug;22(8):729-36. doi: 10.1111/j.1460-9592.2012.03813.x.

33. Heinrich S, Birkholz T, Irouschek A, Ackermann A, Schmidt J. Incidences and predictors of difficult laryngoscopy in adult patients undergoing general anesthesia: a single-center analysis of 102,305 cases. *J Anesth.* 2013 Dec;27(6):815-21. doi: 10.1007/s00540-013-1650-4.
34. Ohkawa S, Incidence of difficult intubation in pediatric population. *Anesthesiology* 2005;103: A1362
35. Mirghassemi A, Soltani AE, Abtahi M. Evaluation of laryngoscopic views and related influencing factors in a pediatric population. *Paediatr Anaesth.* 2011 Jun;21(6):663-7. doi: 10.1111/j.1460-9592.2011.03555.x. Epub 2011 Mar 14.
36. Weiss M, Engelhardt T. Proposal for the management of the unexpected difficult pediatric airway. *Paediatr Anaesth.* 2010 May;20(5):454-64. doi: 10.1111/j.1460-9592.2010.03284.x.
37. Workeneh SA, Gebregzi AH, Denu ZA. Magnitude and Predisposing Factors of Difficult Airway during Induction of General Anaesthesia. *Anesthesiol Res Pract.* 2017; 2017:5836397. doi: 10.1155/2017/5836397. Epub 2017 Jul 11.
38. Kheterpal S, Healy D, Aziz MF. Incidence, predictors, and outcome of difficult mask ventilation combined with difficult laryngoscopy: a report from the multicenter perioperative outcomes group. *Anesthesiology.* 2013 Dec;119(6):1360-9. doi: 10.1097/ALN.0000435832.39353.20.
39. Shah PN, Sundaram V. Incidence and predictors of difficult mask ventilation and intubation. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2012 Oct;28(4):451-5. doi: 10.4103/0970-9185.101901.
40. Krishna SG, Tobias JD. An update on airway management in infants and children. *Anaesthesia, Pain and Intensive Care.* 2014 Jan-Mar;18(1):85-96.
41. Adnet F, Borron SW, Dumas JL, Lapostolle F, Cupa M, Lapandry C. Study of the "sniffing position" by magnetic resonance imaging. *Anesthesiology.* 2001 Jan;94(1):83-6.

42. Brambrink AM, Braun U. Airway management in infants and children. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2005; 19:675-97.
43. Anders J, Brown K, Simpson J, Gausche M. Evidence and Controversies in Pediatric Prehospital Airway Management. *Clinical Pediatric Emergency Medicine* 2014 March;15(1):28-37
44. Meier S, Geiduschek J, Paganoni R, Fuehrmeyer F, Reber A. The effect of chin lift, jaw thrust, and continuous positive airway pressure on the size of the glottic opening and on stridor score in anesthetized, spontaneously breathing children. *Anesth Analg* 2002; 94:494-9.
45. Brain AI. The development of the Laryngeal Mask--a brief history of the invention, early clinical studies and experimental work from which the Laryngeal Mask evolved. *Eur J Anaesthesiol Suppl.* 1991; 4:5-17.
46. Lopez-Gil M, Brimacombe J, Alvarez M. Safety and efficacy of the laryngeal mask airway. A prospective survey of 1400 children. *Anaesthesia.* 1996 Oct;51(10):969-72.
47. Shimbori H, Ono K, Miwa T, et al. Comparison of the LMA-ProSeal and LMA-Classic in children. *Br J Anaesth.* 2004 Oct;93(4):528-31.
48. Lu PP, Brimacombe J, Yang C, Shyr M. ProSeal versus the Classic laryngeal mask airway for positive pressure ventilation during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth.* 2002 Jun;88(6):824-7.
49. Qamarul Hoda M1, Samad K, Ullah H. ProSeal versus Classic laryngeal mask airway (LMA) for positive pressure ventilation in adults undergoing elective surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017 Jul 20;7:CD009026. doi: 10.1002/14651858.CD009026.pub2.
50. Cohen MM, Cameron CB, Duncan PG. Pediatric anesthesia morbidity and mortality in the perioperative period. *Anesth Analg.* 1990 Feb;70(2):160-7.
51. Parikh SS, Parekh SB, Doshi C, Vyas V. ProSeal Laryngeal Mask Airway versus Cuffed Endotracheal Tube for Laparoscopic Surgical Procedures under General Anesthesia: A

- Random Comparative Study. *Anesth Essays Res.* 2017 Oct-Dec;11(4):958-963. doi: 10.4103/aer.AER_97_17.
52. Singh A, Bhalotra AR1, Anand R. A comparative evaluation of ProSeal laryngeal mask airway, I-gel and Supreme laryngeal mask airway in adult patients undergoing elective surgery: A randomised trial. *Indian J Anaesth.* 2018 Nov;62(11):858-864. doi: 10.4103/ija.IJA_153_18.
53. Anand LK, Goel N, Singh M, Kapoor D. Comparison of the Supreme and the ProSeal laryngeal mask airway in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy: A randomized controlled trial. *Acta Anaesthesiol Taiwan.* 2016 Jun;54(2):44-50. doi: 10.1016/j.aat.2016.03.001. Epub 2016 Apr 19.
54. Ali A, Canturk S, Turkmen A, Turgut N, Altan A. Comparison of the laryngeal mask airway Supreme and laryngeal mask airway Classic in adults. *Eur J Anaesthesiol.* 2009 Dec;26(12):1010-4. doi: 10.1097/EJA.0b013e3283313fdd.
55. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2015 Dec;43(6):406-11. doi: 10.5152/TJAR.2015.97830. Epub 2015 Dec 1.
56. Kömür E, Bakan N, Tomruk ŞG, Karaören G1, Doğan ZT. Comparison of the Supraglottic Airway Devices Classic, Fastrach and Supreme Laryngeal Mask Airway: A Prospective Randomised Clinical Trial of Efficacy, Safety and Complications. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2015 Dec;43(6):406-11.
57. Lee YC1, Yoon KS1, Park SY1, Choi SR1, Chung CJ. A comparison of i-gel™ and Laryngeal Mask Airway Supreme™ during general anesthesia in infants. *Korean J Anesthesiol.* 2018 Feb;71(1):37-42. doi: 10.4097/kjae.2018.71.1.37.
58. Kim MH, Lee JH, Choi YS, Park S, Shin S. Comparison of the laryngeal mask airway supreme and the i-gel in paralysed elderly patients: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol.* 2018 Aug;35(8):598-604.

59. Choudhary N, Kumar A, Kohli A, Wadhawan S, Bhadoria P. I-Gel as an intubation conduit: Comparison of three different types of endotracheal tubes. *Indian J Anaesth.* 2019 Mar;63(3):218-224. doi: 10.4103/ija.IJA_615_18.
60. Yoon SW, Kang H, Choi GJ, Ryu C, Park YH, Baek CW, et al. Comparison of supraglottic airway devices in laparoscopic surgeries: A network meta-analysis. *J Clin Anesth.* 2019 Aug; 55:52-66. doi: 10.1016/j.jclinane.2018.12.044.
61. Goldmann K. Recent developments in airway management of the paediatric patient. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2006 Jun;19(3):278-84.
62. Licina A, Chambers NA, Hullett B, et al. Lower cuff pressures improve the seal of pediatric laryngeal mask airways. *Paediatr Anaesth.* 2008 Oct;18(10):952-6.
63. Ong M, Chambers NA, Hullett B, et al. Laryngeal mask airway and tracheal tube cuff pressures in children: are clinical endpoints valuable for guiding inflation? *Anaesthesia.* 2008 Jul;63(7):738-44.
64. Sims C, von Ungern-Sternberg BS. The normal and the challenging pediatric airway. *Paediatr Anaesth.* 2012 Jun;22(6):521-6.
65. Luce V, Harkouk H, Brasher C, et al. Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative meta-analysis of respiratory complications. *Paediatr Anaesth.* 2014 Oct;24(10):1088-98.
66. Parikh SS, Parekh SB, Doshi C, Vyas V. ProSeal Laryngeal Mask Airway versus Cuffed Endotracheal Tube for Laparoscopic Surgical Procedures under General Anesthesia: A Random Comparative Study. *Anesth Essays Res.* 2017 Oct-Dec;11(4):958-963. doi: 10.4103/aer.AER_97_17.
67. Kohli M, Wadhawan S, Bhadoria P, Ratan SK. Comparative evaluation of I-gel vs. endotracheal intubation for adequacy of ventilation in pediatric patients undergoing

- laparoscopic surgeries. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2019 Jan-Mar;35(1):30-35. doi: 10.4103/joacp.JOACP_249_17.
68. Brambrink AM, Meyer RR. Management of the paediatric airway: new developments. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2002 Jun;15(3):329-37.
69. Kneyber MCJ, de Luca D, Calderini E, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). *Intensive Care Med*. 2017 Dec;43(12):1764-1780. doi: 10.1007/s00134-017-4920-z.
70. Mixa V, Herold I, Šturma J, et al. Stanovisko k inhalačnímu úvodu do anestezie u dětí. Doporučené postupy ČSARIM [online]
http://www.csarim.cz/storage/app/media/Doporucene%20postupy%20a%20stanoviska%20CSARIM/Inhalacni_uvod_CSARIM_final_301108.pdf
71. Brantigan CO, Grow JB. Cricothyroidotomy: elective use in respiratory problems requiring tracheotomy. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 1976 Jan;71(1):72-81.
72. Aminov RI. A brief history of the antibiotic era: lessons learned and challenges for the future. *Front Microbiol*. 2010; 1:134.
73. McKenna P, Morley EJ. Cricothyrotomy (Cricothyroidotomy). *SourceStatPearls* [internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019-. 2019 Jan 14.
74. Cole RR, Aguilar EA. Cricothyroidotomy versus tracheotomy: an otolaryngologist's perspective. *Laryngoscope*. 1988 Feb;98(2):131-5.
75. Brantigan CO, Grow JB. Cricothyroidotomy: elective use in respiratory problems requiring tracheotomy. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 1976 Jan;71(1):72-81.
76. Brantigan CO, Grow JB. Subglottic stenosis after cricothyroidotomy. *Surgery*. 1982 Feb;91(2):217-21.

77. Nakstad AR, Bredmose PP, Sandberg M. Comparison of a percutaneous device and the bougie-assisted surgical technique for emergency cricothyrotomy: an experimental study on a porcine model performed by air ambulance anaesthesiologists. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2013 Jul 26; 21:59.
78. Hill C, Reardon R, Joing S, Falvey D, Miner J. 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 Jun;17(6):666-9.
79. Trouillet JL, Collange O, Belafia F, et al. Tracheotomy in the intensive care unit: guidelines from a French expert panel. *Ann Intensive Care.* 2018 Mar 15;8(1):37.
80. Durbin CG Jr. Tracheostomy: why, when, and how? *Respir Care.* 2010 Aug;55(8):1056-68.
81. Cvachovec C, Herold I, Černý V, Ševčík P, Horáček M. Doporučení pro omezování příjmu tekutin a stravy před anesteziologickou péčí. Verze 1.5. (27.8.2011), Doporučené postupy ČSARIM [online]
http://www.csarim.cz/storage/app/media/Doporucene%20postupy%20a%20stanoviska%20CSARIM/DP_NPO_CSARIM_final_approval_130911.pdf
82. Disma N, Thomas M, Afshari A, Veyckemans F, De Hert S. Clear fluids fasting for elective paediatric anaesthesia: The European Society of Anaesthesiology consensus statement. *Eur J Anaesthesiol.* 2019 Mar;36(3):173-174.
83. Andersson H, Schmitz A, Frykholm P. Preoperative fasting guidelines in pediatric anaesthesia: are we ready for a change? *Curr Opin Anaesthesiol.* 2018 Jun;31(3):342-348. doi: 10.1097/ACO.0000000000000582.
84. Stept WJ, Safar P. Rapid induction-intubation for prevention of gastric-content aspiration. *Anesth Analg.* 1970 Jul-Aug;49(4):633-6.

85. Neilipovitz DT, Crosby ET. No evidence for decreased incidence of aspiration after rapid sequence induction. *Can J Anaesth*. 2007 Sep;54(9):748-64.
86. Zelicof-Paul A, Smith-Lockridge A, Schnadower D. Controversies in rapid sequence intubation in children. *Curr Opin Pediatr*. 2005 Jun;17(3):355-62.
87. Stedeford J, Stoddart P. RSI in pediatric anesthesia – is it used by nonpediatric anesthetists? A survey from south-west England. *Paediatr Anaesth*. 2007 Mar;17(3):235-42.
88. Thwaites AJ, Rice CP, Smith I. Rapid sequence induction: a questionnaire survey of its routine conduct and continued management during a failed intubation. *Anaesthesia*. 1999 Apr;54(4):376-81.
89. Rohsbach C, Wirth S, Lenz K, Priebe H. Survey on the current management of rapid sequence induction in Germany. *Minerva Anesthesiol*. 2013 Jul;79(7):716-26.
90. Sajayan A, Wicker J, Ungureanu N, Mendonca C, Kimani PK. Current practice of rapid sequence induction of anaesthesia in the UK – a national survey. *Br J Anaesth*. 2016 Sep;117 Suppl 1: i69-i74.
91. Hayes AH, Breslin DS, Mirakhur RK, Reid JE, O'Hare RA. Frequency of haemoglobin desaturation with the use of succinylcholine during rapid sequence induction of anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2001 Jul;45(6):746-9.
92. Heier T, Feiner JR, Lin J, Brown R, Caldwell JE. Hemoglobin desaturation after succinylcholine-induced apnea: a study of the recovery of spontaneous ventilation in healthy volunteers. *Anesthesiology*. 2001 May;94(5):754-9.
93. Neuhaus D, Schmitz A, Gerber A, Weiss M. Controlled rapid sequence induction and intubation-an analysis of 1001 children. *Paediatr Anaesth*. 2013 Aug;23(8):734-40. doi: 10.1111/pan.12213. Epub 2013 Jun 14.

94. Ehrenfeld JM, Cassedy EA, Forbes VE, Mercaldo ND, Sandberg WS. Modified rapid sequence induction and intubation: a survey of United States current practice. *Anesth Analg*. 2012 Jul;115(1):95-101.
95. Bouvet L, Albert ML, Augris C, Boselli E, Ecochard R, Rabilloud M, et al. Real-time detection of gastric insufflation related to facemask pressure-controlled ventilation using ultrasonography of the antrum and epigastric auscultation in nonparalyzed patients: a prospective, randomized, double-blind study. *Anesthesiology*. 2014 Feb;120(2):326-34.
96. Qian X, Hu Q, Zhao H, Meng B, Nan Y, Cao H, et al. Determination of the optimal inspiratory pressure providing adequate ventilation while minimizing gastric insufflation using real-time ultrasonography in Chinese children: a prospective, randomized, double-blind study. *BMC Anesthesiol*. 2017 Sep 11;17(1):126. doi: 10.1186/s12871-017-0417-0.
97. El-Orbany M, Connolly LA. Rapid sequence induction and intubation: current controversy. *Anesth Analg*. 2010 May 1;110(5):1318-25.
98. Klučka J, Štourač P, Kříkava I, et al. Bleskový úvod do anestezie v České republice 2016: dotazníková studie. *Anest intenziv Med*. 2017; 28:232–239.
99. Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedenstierna G. Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology*. 2003;98:28–33.
100. Stewart JC, Bhananker S1, Ramaiah R. Rapid-sequence intubation and cricoid pressure. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2014 Jan;4(1):42-9. doi: 10.4103/2229-5151.128012.
101. Klučka J, Štourač P, Štoudek R et al. Controversies in Pediatric Perioperative Airways. *Biomed Res Int*. 2015; 2015:368761. doi: 10.1155/2015/368761.
102. Sellick BA: Cricoid pressure to control regurgitation of stomach contents during induction of anaesthesia. *Lancet* 1961; 2:404–6
103. Smith KJ, Ladak S, Choi PT, Dobranowski J. The cricoid cartilage and the esophagus are not aligned in close to half of adult patients. *Can J Anaesth*. 2002 May;49(5):503-7.

104. Smith KJ, Dobranowski J, Yip G, Dauphin A, Choi PT. Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology*. 2003 Jul;99(1):60-4.
105. MacG Palmer JH, Ball DR. The effect of cricoid pressure on the cricoid cartilage and vocal cords: an endoscopic study in anaesthetised patients. *Anaesthesia*. 2000 Mar;55(3):263-8.
106. Hartsilver EL, Vanner RG. Airway obstruction with cricoid pressure. *Anaesthesia*. 2000 Mar;55(3):208-11.
107. Levitan RM, Kinkle WC, Levin WJ, Everett WW. Laryngeal view during laryngoscopy: a randomized trial comparing cricoid pressure, backward-upward-rightward pressure, and bimanual laryngoscopy. *Ann Emerg Med*. 2006 Jun;47(6):548-55.
108. Vanner RG. Tolerance of cricoid pressure by conscious volunteers. *Int J Obstet Anesth*. 1992; 1:195–198.
109. Lerman J: On cricoid pressure: “May the force be with you.” *Anesth Analg* 2009; 109:1363–6
110. Timmermann A, Byhahn C. Cricoid pressure. Protective manoeuvre or established nonsense? *Anaesthesist* 2009; 58:663–4
111. Maltby JR, Beriault MT: Science, pseudoscience and Sellick. *Can J Anaesth* 2002; 49:443–7
112. Gobindram A, Clarke S: Cricoid pressure: Should we lay off the pressure? *Anaesthesia* 2008; 63:1258–9
113. Salem MR1, Khorasani A, Zeidan A, Crystal GJ. Cricoid Pressure Controversies: Narrative Review. *Anesthesiology*. 2017 Apr;126(4):738-752.

114. Moynihan RJ, Brock-Utne JG, Archer JH, Feld LH, Kreitzman TR. The effect of cricoid pressure on preventing gastric insufflation in infants and children. *Anesthesiology*. 1993 Apr;78(4):652-6.
115. Turnbull J, Patel A. Cricoid pressure: The argument against. *Trends in Anaesthesia and Critical Care* 2015 Jun;5(2-3):52–56.
116. Robinson JS, Thompson JM: Fatal aspiration (Mendelson's) syndrome despite antacids and cricoid pressure. *Lancet* 1979; 2:228–30
117. Williamson R: Cricoid pressure. *Can J Anaesth* 1989; 36:601
118. Walton S, Pearce A. Auditing the application of cricoid pressure. *Anaesthesia*. 2000 Oct;55(10):1028-9.
119. Meek T, Gittins N, Duggan JE. Cricoid pressure: knowledge and performance amongst anaesthetic assistants. *Anaesthesia*. 1999 Jan;54(1):59-62.
120. Vanner R. Cricoid pressure. *Int J Obstet Anesth*. 2009; 18:103–5.
121. 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. *Anesteziologie a intenzivní medicína* 2019, 30, 3-4. s. 173-186
122. Popat M, Mitchell V, Dravid R, Patel A, Swampillai C, Higgs A. Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation. *Anaesthesia* 2012; 67: 318–340
123. Julien-Marsollier F, Michelet D, Bellon M, Horlin AL, Devys JM, Dahmani S. Muscle relaxation for tracheal intubation during paediatric anaesthesia: A meta-analysis and trial sequential analysis. *Eur J Anaesthesiol*. 2017 Aug;34(8):550-561.
124. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth*. 2015 Dec;115(6):827-48.

125. Nandi R, Basu SR2, Sarkar S2, Garg R. A comparison of haemodynamic responses between clinical assessment-guided tracheal intubation and neuromuscular block monitoring-guided tracheal intubation: A prospective, randomised study. *Indian J Anaesth.* 2017 Nov;61(11):910-915.
126. Brintjes MH, van Helden EV, Braat AE, Dahan A, Scheffer GJ, van Laarhoven CJ. Deep neuromuscular block to optimize surgical space conditions during laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2017 Jun 1;118(6):834-842. doi: 10.1093/bja/aex116.
127. Ledowski T. Muscle Relaxation in Laparoscopic Surgery: What is the Evidence for Improved Operating Conditions and Patient Outcome? A Brief Review of the Literature. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2015 Aug;25(4):281-5.
128. Eriksson LI, Sundman E, Olsson R. Functional assessment of the pharynx at rest and during swallowing in partially paralyzed humans: simultaneous videomanometry and mechanomyography of awake human volunteers. *Anesthesiology.* 1997 Nov;87(5):1035-43.
129. Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH. Residual paralysis at the time of tracheal extubation. *Anesth Analg.* 2005 Jun;100(6):1840-5.
130. Fortier LP, McKeen D, Turner K. The RECITE Study: A Canadian Prospective, Multicenter Study of the Incidence and Severity of Residual Neuromuscular Blockade *Anesth Analg.* 2015 Aug;121(2):366-72.
131. Brull SJ, Kopman AF. Current Status of Neuromuscular Reversal and Monitoring: Challenges and Opportunities. *Anesthesiology.* 2017 Jan;126(1):173-190.
132. Stanovisko ČSARIM k přístrojové monitoraci hloubky nervosvalové blokády, 2017 [online] <http://www.csarim.cz/storage/app/media/uploaded-files/stanovisko-k-pristrojove-monitoraci-hloubky.pdf>.

133. Murphy GS, Brull SJ. Residual neuromuscular block: lessons unlearned. Part I: definitions, incidence, and adverse physiologic effects of residual neuromuscular block. *Anesth Analg*. 2010 Jul;111(1):120-8. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181da832d.
134. Klucka J, Kosinova M, Krikava I, Stoudek R, Toukalkova M, Stourac P. Residual neuromuscular block in paediatric anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2019 Jan;122(1): e1-e2.
135. Jöhr M, Berger TM. Venous access in children: state of the art. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2015 Jun;28(3):314-20.
136. De Hert S, Moerman A. Sevofurane. *F1000Res*. 2015; 4:626.
137. Brioni JD1, Varughese S2, Ahmed R2, Bein B. A clinical review of inhalation anesthesia with sevoflurane: from early research to emerging topics. *J Anesth*. 2017 Oct;31(5):764-778.
138. Ghoneim AA, Azer MS, Ghobrial HZ, El Beltagy MA. Awakening properties of isofurane, sevofurane, and desfurane in pediatric patients after craniotomy for supratentorial tumours. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2015;27(1):1–6
139. König MW, Varughese AM, Brennen KA, Barclay S, Shackelford TM, Samuels PJ, Gorman K, Ellis J, Wang Y, Nick TG. Quality of recovery from two types of general anesthesia for ambulatory dental surgery in children: a double-blind, randomized trial. *Paediatr Anaesth*. 2009;19(8):748–55
140. Lopez Gil ML, Brimacombe J, Clar B. Sevofurane versus propofol for induction and maintenance of anaesthesia with the laryngeal mask airway in children. *Paediatr Anaesth*. 1999;9(6):485–90.
141. Paris ST, Cafferkey M, Tarling M, Hancock P, Yate PM, Flynn PJ. Comparison of sevofurane and halothane for outpatient dental anaesthesia in children. *Br J Anaesth*. 1997;79(3):280–4.

142. Sarner JB, Levine M, Davis PJ, Lerman J, Cook DR, Motoyama EK. Clinical characteristics of sevofurane in children. A comparison with halothane. *Anesthesiology*. 1995;82(1):38–46.
143. Bortone L, Ingelmo P, Grossi S, Grattagliano C, Bricchi C, Barantani D, Sani E, Mergoni M. Emergence agitation in preschool children: double-blind, randomized, controlled trial comparing sevofurane and isofurane anesthesia. *Paediatr Anaesth*. 2006;16(11):1138–43.
144. Picard V, Dumont L, Pellegrini M. Quality of recovery in children: sevofurane versus propofol. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2000;44(3):307–10.
145. Shibata S, Shigeomi S, Sato W, Enzan K. Nitrous oxide administration during washout of sevofurane improves postanesthetic agitation in children. *J Anesth*. 2005;19(2):160–3.
146. Chandler JR, Myers D, Mehta D, Whyte E, Groberman MK, Montgomery CJ, Ansermino JM. Emergence delirium in children: a randomized trial to compare total intravenous anesthesia with propofol and remifentanyl to inhalational sevofurane anesthesia. *Paediatr Anaesth*. 2013;23(4):309–15.
147. Stipic SS, Carev M, Kardum G, Roje Z, Litre DM, Elezovic N. Are postoperative behavioural changes after adenotonsillectomy in children influenced by the type of anaesthesia? A randomised clinical study. *Eur J Anaesthesiol*. 2015;32(5):311–9
148. Bourdier S, Khelif N, Velasquez M, Usclade A, Rochette E, Pereira B1, Favard B, et al. Cold Vibration (Buzzy) Versus Anesthetic Patch (EMLA) for Pain Prevention During Cannulation in Children: A Randomized Trial. *Pediatr Emerg Care*. 2019 Jun 6.
149. Shahid S, Florez ID, Mbuagbaw L. Efficacy and Safety of EMLA Cream for Pain Control Due to Venipuncture in Infants: A Meta-analysis. *Pediatrics*. 2019 Jan;143(1). pii: e20181173.

150. Engelhardt T1, Weiss M. A child with a difficult airway: what do I do next? *Curr Opin Anaesthesiol.* 2012 Jun;25(3):326-32.
151. Weiss M, Schmidt J, Eich C, et al. [Handlungsempfehlung zur Prävention und Behandlung des unerwartet schwierigen Atemwegs in der Kinderanästhesie.]. *Anasth Intensivmed* 2010; 52:1–10.
152. Wrightson F, Soma M, Smith JH. Anesthetic experience of 100 pediatric tracheostomies. *Paediatr Anaesth.* 2009 Jul;19(7):659-66. doi: 10.1111/j.1460-9592.2009.03044.x.
153. Frei FJ, aWengen DF, Rutishauser M, Ummenhofer W. The airway endoscopy mask: useful device for fiberoptic evaluation and intubation of the paediatric airway. *Paediatr Anaesth.* 1995;5(5):319-24.
154. Weiss M, Mauch J, Becke K, Schmidt J, Jöhr M. Fibre optic-assisted endotracheal intubation through the laryngeal mask in children. [Article in German]. *Anaesthesist.* 2009 Jul;58(7):716-21.
155. Jagannathan N, Sequera-Ramos L, Sohn L. Elective use of supraglottic airway devices for primary airway management in children with difficult airways. *Br J Anaesth.* 2014 Apr;112(4):742-8.
156. Zecha-Stallinger A, Wenzel V, Wagner-Berger HG. A strategy to optimise the performance of the mouth-to-bag resuscitator using small tidal volumes: effects on lung and gastric ventilation in a bench model of an unprotected airway. *Resuscitation.* 2004 Apr;61(1):69-74.
157. Charuluxananan S, Punjasawadwong Y, Suraseranivongse S. The Thai Anesthesia Incidents Study (THAI Study) of anesthetic outcomes: II. Anesthetic profiles and adverse events. *J Med Assoc Thai.* 2005 Nov;88 Suppl 7: S14-29.
158. Afshan G, Chohan U, Qamar-UI-Hoda M, Kamal RS. Is there a role of a small dose of propofol in the treatment of laryngeal spasm? *Paediatr Anaesth.* 2002 Sep;12(7):625-8.

159. Walker RW, Sutton RS. Which port in a storm? Use of suxamethonium without intravenous access for severe laryngospasm. *Anaesthesia*. 2007 Aug;62(8):757-9.
160. Toye FJ, Weinstein JD. Clinical experience with percutaneous tracheostomy and cricothyroidotomy in 100 patients. *J Trauma*. 1986 Nov;26(11):1034-40.
161. Côté CJ, Hartnick CJ. Pediatric transtracheal and cricothyrotomy airway devices for emergency use: which are appropriate for infants and children? *Paediatr Anaesth*. 2009 Jul;19 Suppl 1:66-76.
162. Brain AI, Verghese C, Strube PJ. The LMA 'ProSeal'--a laryngeal mask with an oesophageal vent. *Br J Anaesth*. 2000 May;84(5):650-4.
163. von Ungern-Sternberg BS, Boda K, Chambers NA, et al. Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study. *Lancet*. 2010 Sep 4;376(9743):773-83.
164. Steyn MP, Quinn AM, Gillespie JA. Tracheal intubation without neuromuscular block in children. *Br J Anaesth*. 1994 Apr;72(4):403-6.
165. Morris JI, Cook TM. Rapid sequence induction: a national survey of practice. *Anaesthesia*. 2001 Nov;56(11):1090-7.
166. Koerber JP, Roberts GE, Whitaker R, Thorpe CM. Variation in rapid sequence induction techniques: current practice in Wales. *Anaesthesia*. 2009 Jan;64(1):54-9.
167. Goudsouzian NG, Denman W, Cleveland R, Shorten G. Radiologic localization of the laryngeal mask airway in children. *Anesthesiology*. 1992 Dec;77(6):1085-9.
168. Vialet R, Nau A, Chaumoître K, Martin C. Effects of head posture on the oral, pharyngeal and laryngeal axis alignment in infants and young children by magnetic resonance imaging. *Paediatr Anaesth*. 2008 Jun;18(6):525-31. doi: 10.1111/j.1460-9592.2008.02530.x.
169. Klučka J, Ťoukálková M, Křikava I, et al. Neuromuscular blockade in clinical practice in

paediatric anaesthesia: retrospective cohort trial in a tertiary paediatric anaesthesia centre.

Signa Vitae 2018;14(1): 59-62

9. Komentář

Název práce: Optimalizace zajištění dýchacích cest v perioperačním období

Habilitační práce je předkládána jako komentovaný soubor vybraných publikací.

Prvním tematickým okruhem této habilitační práce je možnost predikce a managementu obtížných dýchacích cest. S cílem sjednotit klinickou praxi týkající se obtížného zajištění DC vznikl Doporučený postup zajištění dýchacích cest u dospělých pacientů a dětí.

Druhý tematický okruh habilitační práce je věnován problematice bleskového úvodu do anestezie (RSI). Vzhledem k absenci doporučení pro klinickou praxi a předpokládané vysoké variabilitě praxe vznikla dotazníková studie Bleskový úvod do anestezie v České republice 2016: dotazníková studie, která potvrdila významnou variabilitu v klinické praxi RSI a současně upozornila na rizikovou praxi. Cílem dané studie bylo upozornit na možnou rizikovou klinickou praxi, což by v budoucnu mělo vést k urychlené tvorbě národního, event. mezinárodního doporučení pro RSI.

Třetím tematickým okruhem habilitační práce jsou kontroverze v perioperačním zajištění dýchacích cest u pediatrických pacientů. Ve snaze identifikovat nejčastěji diskutované oblasti v perioperačním managementu dýchacích cest u dětských pacientů vznikl přehledový článek *Controversies in Pediatric Perioperative Airways*, který byl v roce 2015 publikován v časopisu *Biomedical Research International*. Další výzkum byl zaměřen na použití supraglotických pomůcek v pediatrické anestezii, konkrétně na ideální pozici laryngeální masky a vliv její malpozice na klinickou výkonnost masky. Důvodem je skutečnost, že ani přes třicetiletou klinickou praxi není jasná ideální anatomická pozice laryngeální masky, ani to, jestli má anatomická pozice vliv na její klinický výkon. V mé práci jsem se dále věnoval studiu použití svalových relaxancií v pediatrické populaci, která se v pediatrické anestezii

používají méně často než u dospělé populace, a to z důvodu odlišných anesteziologických postupů (inhalační úvod) a odlišného spektra a trvání operačních výkonů. Svalová relaxace má své přínosy i rizika: zlepšení intubačních podmínek, zlepšení operačních podmínek, výskyt reziduální blokády v pooperačním období, která je spojena se signifikantní morbiditou a mortalitou pacientů. Vysoký výskyt reziduální svalové blokády byl opakovaně popsán u dospělých pacientů, zatímco data z pediatrické populace jsou minimální. Výsledky prospektivní observační studie Residual neuromuscular block in paediatric anaesthesia, publikované v časopise British Journal of Anaesthesia (IF 6,199, 2. ve WoS v kategorii Anesteziologie), upozornily na srovnatelně vysoký výskyt reziduální blokády i u dětských pacientů (48,2 % po extubaci, 26,9 % na dospávacím pokoji).

10. Habilitation Thesis Abstract

Title: Perioperative Airway Management Optimization

This habilitation thesis is a synthesis of previously published scholarly works.

The first part of the habilitation thesis is dedicated to difficult airway prediction and management. With the aim to unify the clinical practice in performing difficult airway management, the National Recommendation for Difficult Airway Management in Adult and Paediatric patients was created with the cooperation of the Czech Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (CSARIM).

The second part is dedicated to Rapid Sequence Induction (RSI). Considering the absence of recommendation for clinical practice and therefore presumed high variability of practice, a focused survey – Rapid Sequence Induction in the Czech Republic 2016: questionnaire - was created. The results confirmed a significant variability in RSI clinical practice and revealed possible dangerous aspects of RSI clinical management. They were presented in a national journal where they tried to turn the experts' attention to the high variability and risky practice as well as to create national or even international guidelines on this topic.

The third part of this thesis is dedicated to the perioperative airway management controversies. With the effort to summarize all possible conflicting factors of perioperative airway management, the review article “Controversies in Pediatric Perioperative Airways” was created and published in 2015 in the Biomedical Research International journal. Further research was focused on supraglottic airway use in paediatric anaesthesia, specifically on the relationship between the ideal anatomical position of the laryngeal mask and the clinical performance of the mask in defined malposition. The main reason was the absence of a clearly defined ideal anatomical position of the laryngeal mask despite the 30 years of usage in clinical practice. Further research was dedicated to the neuromuscular blocking agents in

paediatric anaesthesia. Due to the differences in anaesthesiology techniques in paediatric anaesthesia (inhalation induction), neuromuscular blockers are used less frequently compared to the adult population. However, muscle relaxation has its benefits and risks: intubation conditions improvement, perioperative surgical conditions improvement, and the risk of a residual neuromuscular blockade that is significantly related to increased morbidity and mortality. High incidence of the residual neuromuscular blockade has been extensively described in the adult population, whereas paediatric data are still scarce. This was the main reason for a prospective observational trial, where the residual blockade in paediatric patients was measured by accelerometry. The result revealed a high incidence of residual neuromuscular blockade (48.2 % after extubation and 26.9 % at postanesthesia care unit), which is comparable to the adult population. The results of the study were published in the *British Journal of Anaesthesia* (IF 6.199, 2nd in WoS Category Anaesthesiology).