

Extraglotické pomůcky a jejich role v zajišťování dýchacích cest na bitevním poli

Henlín T., Gottvald T.

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Ústřední vojenská nemocnice – Vojenská fakultní nemocnice Praha

Role extraglotických pomůcek v zajištění dýchacích cest na bojišti nebyla i řadu let po jejich rutinním využití v prostředí operačních sálů nebo přednemocniční péče zcela jasná. Až v posledním desetiletí se jejich pozice v systému péče o poraněné v poli vyjasnila a zdá se, že pokud vybereme určitou skupinu poraněných, stávají se jednou z důležitých pomůcek k zajištění dýchacích cest.

Klíčová slova: extraglotické pomůcky, Tactical Combat Causalty Care.

Extraglottic devices on the battlefield

The role of extraglottic devices in securing the airways on the battlefield was not be completely clear although their routine use in operating theaters or pre-hospital care. Only in the last decade has their position in the field become clearer, and it seems that if we choose a specific group of wounded soldiers, it is become important devices to securing the airways.

Key words: Extraglottic airway, Tactical Combat Causalty Care.

Úvod

Obstrukce dýchacích cest byla druhou nejčastější příčinou úmrtí v posledních konfliktech v Iráku a Afgánistánu. Poprvé se dostaly extraglotické pomůcky do Tactical Combat Causalty Care (TCCC) v roce 1996. Byly doporučeny jako pomůcka na zajištění dýchacích cest ve fázi Tactical Evacuation Care (TACEVAC). Během dalších 20 let byla k tomuto účelu využívána celá řada extraglotických pomůcek. V americké armádě (armáda v nejvíce bojových operacích) byl nejpoužívanější pomůckou k zajištění dýchacích cest King LT (laryngeální tubus). McManus et al. [1] prokázal jeho rychlé a snadné zavedení u „combat mediců“ v konfliktech v Iráku a Afgánistánu. Proto se tento typ pomůcky objevuje v doporučeních pro TCCC jako první. Nicméně Adamsova studie [2] upozornila na důležitý fakt, a to, že v polních podmínkách, kdy je činnost zdravotnického personálu posunuta daleko před brány polních zdravotnických zařízení existuje značná variabilita mezi kvalitou a výsledky jednotlivých operátorů, protože neexistuje jednotný standard a trénink této heterogenní skupiny poskytující péči poraněným v poli.

V květnu 2012 jeden ze spoluautorů výše zmíněné studie přednesl před členy komise pro TCCC (orgán, který vytváří podobu doporučení pro poskytování péče v polních podmínkách a skládá se z lékařů a nelékařů se zkušenostmi z urgentní medicíny z převážně západních armád) zkušenosti vyplývající z výsledků dostupných prací. Na základě těchto dat se komise

poprvé rozhodla generalizovat doporučení o extraglotických pomůckách a termín „užití LMA (laryngeal mask)“ pomůcek během TACEVAC fáze nahradila termínem „užití SGA (supraglottic airway)“ pomůcek.

Pojem extraglotické pomůcky (EGA), který je používán v dnešní době pro celé spektrum pomůcek zajišťujících průchodnost dýchacích cest, je z anatomického pohledu nejpřesnější a stává se nejběžněji používaným. Nicméně hlavním důvodem ke změně doporučení byla skutečnost, že ze získaných dat vyplynulo, že EGA jsou v určitých situacích nejlepší možnou volbou k zajištění dýchacích cest, a proto by mělo být jejich používání standardizováno i v bojových podmínkách [3].

K tomu, aby bylo možné doporučit konkrétní EGA v záplavě nabídky pomůcek, bylo nutné vytvořit přesnější hodnotící kritéria. Pro bojové podmínky jsou to především jednoduché použití a jednoduchý výcvik operátorů, rychlé zavedení pomůcky, minimální komplikace při používání, malé a skladné balení, dlouhá skladovatelnost, vhodnost použití ve všech podmínkách, nízká cena, a to vše ideálně podpořeno evidencí v dostupných studiích.

Používání EGA – jejich zavedení a trénink – je relativně snadné a použitelné i v bojových podmínkách, což bylo potvrzeno v několika pracích. Jedna z prvních prací Studera prokázala, že stačí 20minutová prezentace s praktickým nácvikem u Combat Lifesaverů a úspěšnost zavedení pomůcky King LT-D na modelech byla přes 95 % [4]. Počáteční

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

MUDr. Tomáš Henlín, Ph.D., tomas.henlin@uvn.cz

Článek přijat redakcí: 19. 4. 2021; Článek přijat k tisku: 28. 7. 2021;

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2021; 32(4–5): 225–228

nadšení z prací podobného zaměření ovšem kazí fakt, že je nejspíše naprosto odlišné a obtížně srovnatelné zavádění EGA na modelech a na reálných pacientech v reálných situacích. Mimo jiné i proto byl i přes masivní užívání King LT-D v americké armádě nahrazen i-gel (viz níže).

Proč využívat EGA a neintubovat u traumatu v podmínkách bojiště

Endotracheální intubace byla a stále je „zlatým standardem“ definitivního zajištění dýchacích cest v jakémkoliv scénáři. Pokud ovšem vybereme určitou specifickou situaci, v bojových podmínkách např. trauma, vylepšíme scénář o poranění struktur dýchacích cest a operátorem s malými zkušenostmi a nemožností rutinního tréninku na živých pacientech, je úspěšnost této metody nepřijatelně nízká [5, 6]. Hlavními příčinami této malé úspěšnosti jsou nedostatečný trénink v reálných scénářích, relativně malé zkušenosti operátorů, nedostatečná sedace a relaxace pacientů a v neposlední řadě okolnosti nehostinného prostředí v bojové situaci (nedostatek času, světla, vybavení) [7–9]. Navíc existují vážné pochybnosti o tom, že i správná a rychlá intubace je zárukou dobrého výsledku, jak bylo dokumentováno v pracích, které prokázaly horší přežití intubovaných pacientů [10]. Dále je zřejmé, že pokud je válečné zranění spojeno s poraněním struktur dýchacích cest, je v tomto případě úspěšnost orotracheální intubace ještě daleko menší. Jedna z mála prací analyzující preventabilní příčiny úmrtí vojáků v konfliktech v Iráku a Afgánistánu dokladovala, že poranění s obličejovým traumatem zmrli v důsledku neschopnosti provést tracheální intubaci.

EGA byly reportovány vojenskými zdravotníky jako záložní/záchranný prostředek při selhané endotracheální intubaci především při transportu zraněných na palubách vrtulníků. Ze 65 zraněných nebylo možné zaintubovat 18 z nich. Jako rescue pomůcku užili zdravotníci EGA a úspěšně ji aplikovali u 16 pacientů [11, 12].

EGA dnes nahradily standardní tracheální intubaci v mnoha chirurgických procedurách na operačních sálech, v některých případech i na urgentních příjmech nemocnic, ale i v přednemocniční péči [4, 13–29]. Výhody EGA oproti standardní tracheální intubaci v polních podmínkách jsou především ve snadnějším a rychlejším zavedení pomůcky, jednodušším a rychlejším tréninku. Další výhodou je nepřítomnost funkčního laryngoskopu, a zejména snižují riziko poškození pacienta při malpozici. EGA jsou prokazatelně pomůckou, která má vyšší úspěšnost při zavedení u vojenských zdravotníků než tracheální intubace, jak během počátečního tréninku, tak i po 3 měsících [5]. V americké armádě byly v posledních letech většinou užívány pouze dvě pomůcky, a to King LT a i-gel. King LT byl historicky první pomůckou, kterou byli vybaveni „combat medic“ americké armády, zejména proto, že její úspěšnost ve studiích na modelech byla i u velmi nezkušených velmi vysoká a i ve studiích u pacientů se srdeční zástavou byla oproti endotracheální intubaci taktéž velmi úspěšná (88 % vs. 58 %) [30]. Druhá pomůcka – i-gel byl použit u pacientů se srdeční zástavou v přednemocniční péči (pomůcky zaváděli záchranáři nebo lékaři) a byl prvním pokusem zaveden v 90 % případů [22, 43].

Proč může být nafukovací manžeta problém...

Poškození nervů je méně častá komplikace použití a zavedení EGA. Nejvíce jsou poškozením pochopitelně ohroženy koncové větve hla-

vových nervů zajišťující inervaci kolem vchodu do hrtanu. Publikována byla poškození funkce větví nervus trigeminus, glossopharyngeus, vagus a hypoglossus [31–34, 53]. Nejčastěji poškozený nerv, popsáný v kazuistikách nebo přehledových pracích, je nervus lingualis. Nejčastější příčiny poškození nervových struktur jsou nevhodně vybraná velikost masky, špatná pozice pomůcky nebo pacienta, přefouknutí těsnicí manžety, špatná technika zavedení a délka aplikace pomůcky. Poškození koncových větví těchto nervů je kromě nervus laryngeus recurrens naštěstí méně klinicky významné. Poškození nervů v souvislosti s užitím EGA je nejčastěji popisováno jako neuropraxie způsobená tlakem. Přetlak v obturační manžetě může nastat, pokud ji přefoukneme nebo pokud dojde ke změně okolního tlaku (např. při vzestupu nadmořské výšky) [31]. Popsané kazuistiky dokumentují i neuropraxii v oblasti hlasivek, která velmi pravděpodobně vznikla sekundárním přestupem oxidu dusného do manžety během anestezie. Autoři, kteří výše uvedený problém popsali, doporučují často během anestezie kontrolovat tlak v obturační manžetě [34]. Většina popsanych neuropraxií v oblasti vchodu do hrtanu a horního jícnového svěrače je dočasných. Nicméně paréza hlasových vazů po poškození recurrentu může být i trvalá [34].

Pokles atmosférického tlaku, který je vždy spojen s leteckým transportem zraněných, vede k tomu, že tlak uvnitř těsnicí manžety stoupne a zvýší tím riziko nervového poškození. Studie provedené k ověření klinické závažnosti tohoto problému potvrdily, že tlak v manžetě nafouknuté před letem dosáhne během letu kritických hodnot. Pokud je manžeta nafouknuta během letu, dochází naopak k netěsnosti před a po přistání [36, 37]. Tato zjištění vedla k doporučení, že pokud se během transportu na palubě leteckého prostředku vyskytuje pomůcka naplněná vzduchem, musí se tlak uvnitř pomůcky často kontrolovat a korigovat. Pokud chceme předejít nutné časté manipulaci s tlakem uvnitř těsnicí manžety, máme několik možností. První je užít automatický prostředek k vyrovnávání okolního tlaku, který zajistí ufouknutí v případě jeho zvýšení. Nicméně nezajistí dofouknutí při přistání. Druhou možností je naplnit manžetu tekutinou. Tekutiny se rozpínají jenom velmi málo a jejich tlak je během letu v podstatě neměnný. Bohužel pokud naplníme těsnicí manžetu fyziologickým roztokem (nebo jinou tekutinou), je jejich iniciační tlak příliš vysoký [38]. Poslední možností je využít pomůcku, která nemá nafukovací těsnicí manžetu nebo pomůcku, která využívá ventilu k vyrovnávání tlaku uvnitř manžety se svým okolím.

Role i-gel v TCCC

I-gel je pomůcka, která má těsnicí manžetu tvořenou měkkým gelem (termoplastický elastomer). Tento materiál svým tlakem utěsní okolí laryngu a přilne ke tkáni. Tento mechanismus umožnil vyhnout se potřebě vybavit pomůcku nafukovací manžetou a s ní spojenými komplikacemi [56].

Při hodnocení jednotlivých EGA pro potřeby TCCC brala hodnotící komise v potaz tyto parametry pomůcek – rozměr, hmotnost, potřebu tréninku operátorů, cenu, trvanlivost, atd. Jedním z dalších kritérií byl mimo jiné také fakt, že pomůcka by měla umožňovat zavedení v jakékoliv pozici těla a záchránce, např. na břicho. Zkušenosti, které měli „combat medic“ z užívání King LT, neodpovídaly všem těmto požadavkům.

Komise zhodnotila výhody i-gel pro TCCC takto [6, 19, 29, 39–41]:

- oddělený kanál pro ventilaci a drenáž žaludku
- anatomicky preformovaná gelová těsnicí manžeta místo nafukovací
- snadné zavedení, trénink a mělká výuková křivka
- malé riziko aspirace
- možné užití ve všech podmínkách a výškách
- nevyžaduje monitoraci tlaku v obturační manžetě
- tříletá skladovatelnost
- snadná fibroskopická intubace přes pomůcku
- cena

Data ze studií opakovaně potvrdila, že spolehlivost a rychlost zavedení, stejně jako míra komplikací pomůcky i-gel, je srovnatelná s ostatními EGA. Studie na modelech a při elektivních výkonech prokázaly snadné zavedení pomůcky. Tato byla také vhodnou alternativou intubace během laparoskopických výkonů [42]. V porovnání s ostatními EGA byl i-gel společně s LMA Supreme jednou z nejvhodnějších pomůcek pro použití nezkušenými u anestetizovaných pacientů [43]. Polat stejně jako Atef prokázal, že riziko aspirace je malé [44]. U simulovaných CBRN (chemical, biological, radiological and nuclear) případů byl i-gel nejrychleji zavedenou pomůckou osobami oblečenými do ochranných obleků.

Při porovnání i-gel a LMA Supreme a ostatních extraglotických pomůcek byly obě pomůcky vždy hodnoceny lépe než ostatní, nicméně i Henlín i Ragazzi [43, 45] ve svých pracích potvrdili snadnější zavedení LMA Supreme nezkušenými operátory jak v subjektivním hodnocení, tak v časech zavedení a počtu zavedení pomůcky na první pokus.

Přesto má LMA Supreme oproti i-gel při porovnání ostatních parametrů nevýhody. Jednou z nevýhod je obturační manžeta plněná vzduchem. K naplnění potřebujete další vybavení (v tomto případě stříkačku), problémem ovšem zůstává tlak vzduchu v manžetě a jeho změny při aeromobilním transportu. Toto u gelové manžety i-gelu nehrozí. Z provedených prací vyplývá, že vzduchové obturační manžety vyžadují častou kontrolu tlaku v manžetě a jeho úpravu. Dalším rozdílným faktorem je cena. LMA Supreme je při porovnání s i-gel dražší pomůckou.

Pokud chceme v taktickém prostředí používat pouze jednu z EGA pomůcek, tak, aby byla zajištěna vzájemná interoperabilita jednotek, je i-gel jedním z nejlepších kandidátů. TCCC komise nakonec i-gel vybrala jako pomůcku, která je nejvhodnější k použití při poskytování péče v poli [46].

EGA v Tactical Field Care a Tactical Evacuation Care

Doporučení dříve vůbec užití EGA před evakuační fází neuváděla. Existuje však úzké spektrum nemocných, kteří mohou mít z použití EGA v taktické i evakuační fázi TCCC prospěch. Jsou to pacienti v hlubokém bezvědomí bez přímého traumatu v horních cestách dýchacích. Použití EGA nabízí příležitost jednoduše zavést a chránit dýchací cesty pomůckou, která je snadno použitelná a má akceptovatelná rizika

(aspirace žaludečního obsahu). Bez užití EGA zůstává v taktické fázi TCCC k zajištění dýchacích cest pouze NPA (nasopharyngeal airway – nosní vzduchovod). Nosní vzduchovod má pouze jednu kontraindikaci, tou je zlomenina lební baze a obava jeho zavedení do nitrolební krajiny, které bylo popsáno v literatuře [47–51]. Výcvik a výuka v TCCC striktně učí správný způsob zavedení NPA, tj. správný úhel zavedení do nostrily – rovnoběžně s tvrdým patrem [52]. Možná i proto nebyla tato komplikace popsána u poraněných v posledních konfliktech v Iráku a Afgánistánu. V tomto pohledu jsou EGA taktéž bezpečnější alternativou než NPA.

Extraglotické pomůcky jsou důležitou, bezpečnou a jednoduše použitelnou možností v algoritmu zajištění dýchacích cest v Tactical Field Care TCCC.

Důkazů o použití EGA u pacientů v přednemocniční péči je celá řada, nicméně existuje poměrně málo důkazů o použití extraglotických pomůcek u pacientů, kteří mají maxilofaciální trauma. Že je použití pomůcek možné i v případech poranění dýchacích cest, je zřejmé [54, 55], nicméně je jasné, že míra spolehlivosti a bezpečnosti pomůcky klesá. Pokud je ovšem „combat medic“ postaven do situace, kdy ke zprůchodnění dýchacích cest nelze užít NPA nebo je tato metoda nefunkční, je dalším krokem chirurgické zajištění dýchacích cest. Zde se potom otevírá prostor pro využití extraglotických pomůcek jako rescue alternativy a možnosti se vyhnout pro vojenské záchranáře extrémně náročné situaci, kterou chirurgické zajištění dýchacích cest jistě je.

Potvrzení správné polohy extraglotické pomůcky

Vithalani a kol. [55] u 344 pacientů, kteří měli zavedený LTS-D v přednemocniční péči, nechal paramediky subjektivně zhodnotit polohu tubusu, až poté byla poloha ověřena pomocí kapnografie. V 85 % případů se subjektivní a objektivní hodnocení správného umístění EGA shodovala, autoři proto vidí kapnografii jako zásadní monitoraci polohy a funkce supraglotické pomůcky. Vojenským záchranářům může pomoci v hodnocení správné polohy a funkce i hodnota saturace periferní krve, protože kapnograf není vždy k dispozici a stetoskop, vzhledem k prostředí, ve kterém se nacházejí (vysoká úroveň hluku), je problematicky použitelný.

Závěr

EGA jsou alternativou v zajištění průchodnosti dýchacích cest pro zraněné, kteří jsou v hlubokém bezvědomí a nemají poraněny horní cesty dýchací. Tito zranění nejsou schopni své dýchací cesty chránit, a zároveň někdy potřebují podpořit ventilaci nebo oxygenaci. EGA jsou v tomto případě dobrou volbou.

I-gel splnil nejvíce kritérií, které si komise TCCC stanovila při porovnávání EGA, a jelikož se jedná o pomůcku, která je již řadou studií prověřená, dávají nám publikovaná data jistotu, že je funkční alternativou ve schématech zajištění dýchacích cest v TCCC.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Práce je původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** Autoři prohlašují, že nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce. **Podíl autorů:** Všichni autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína. TH se podílel na analýze studií, iniciálním draftu a finálních úpravách článku. TG se podílel na sběru a analýze studií a draftu článku. **Financování:** Žádné.

LITERATURA

- McManus JG, Hill G, Ward J, Cain J, Parsons D, Proulx CA, et al. Combat trauma airway management: Combitube versus the King laryngeal device by Army combat medic students. *Acad Emerg Med*. 2005; 12: 162.
- Adams BD, Cuniowski PA, Muck A, De Lorenzo R. Registry of emergency airways arriving at combat hospitals. *J Trauma*. 2008; 64: 1548–1554.
- Dickey NW. Defence Health Board Memo: Supraglottic Airway Use in Tactical Evacuation Care. 2012–06. 7700 Arlington Blvd., Suite 5101, Falls Church VA, 22042–5101. 17 Sept. 2012.
- Studer NM, Horn GT, Studer LL, Armstrong JH, Danielson PD. Feasibility of supraglottic airways use by combat lifesavers on modern battlefield. *Mil Med*. 2013; 178: 1202–1207.
- Ruetzler K, Roessler B, Potura L, Priemayr A, Robak O, Schuster, E et al. Performance and skill retention of intubation by paramedics using seven different airway devices – a manikin study. *Resuscitation*. 2011; 82: 593–597.
- Butler FK, Hagmann J, Butler EG. Tactical Combat Casualty Care in Special Operations. *Mil Med*. 1996; 161(Suppl): 3–16.
- Wang H, Mann N, Mears G, Jacobson K, Yealy DM. Out of-hospital airway management in the United States. *Resuscitation*. 2011.
- Denver Metro Airway Study Group. A prospective multicenter evaluation of prehospital airway management performance in a large metropolitan region. *Prehosp Emerg Care*. 2009; 13: 304–310.
- Stockinger ZT, McSwain NE Jr. Prehospital endotracheal intubation for trauma does not improve survival over bag-valve-mask ventilation. *J Trauma*. 2004; 56: 531–536.
- Haltmeier T, Benjamin E, Siboni S, Dilektasli E, Inaba K, Demetriades D. Prehospital intubation for isolated severe blunt traumatic brain injury: worse outcomes and higher mortality. 2016.
- Mabry RL, Edens JW, Pearse L, Kelly JF, Harke H. Fatal airway injuries during Operation Enduring Freedom and Operation Iraqi Freedom. *Prehosp Emerg Care*. 2010; 14: 272–277.
- Holcomb JB, McMullen NR, Pearse L, Kelly JF, Harke H. Causes of death in Special Operation Forces in the Global War on Terror. *Ann Surg*. 2007; 245: 986–991.
- Shavit I, Aviram E, Hoffmann Y, Biton O, Glassberg E. Laryngeal mask airway as a rescue device for failed endotracheal intubation during scene-to-hospital air transport of combat casualties. *Eur J Emerg Med*. 2017.
- Gill RK, Tarat A, Pathak D, Dutta S. Comparative study of two laryngeal mask airways: ProSeal Laryngeal Mask Airway and Supreme Laryngeal Mask Airway in anesthetized paralyzed adults undergoing elective surgery. *Anesth Essay Res*. 2017; 11: 23–27.
- van Tulder R, Schriefel C, Roth D, Stratil P, Thalhammer M, Wiecek H. Laryngeal tube practice in a metropolitan ambulance service: a five-year retrospective observational study (2009–2013). *Prehosp Emerg Care*. 2016.
- Das A, Majumdar S, Mukherjee A, Mitra T, Kundu R, Hajra BK. Igel in ambulatory surgery: a comparison with LMA-ProSeal in paralyzed anaesthetized patients. *J Clin Diagnostic Res*. 2014; 8: 80–84.
- Ekinci O, Abitagaoglu S, Turan G, Sivrikaya Z, Bosna G, Ozgultekin A. The comparison of ProSeal and I-gel laryngeal mask airways in anesthetized adult patients under controlled ventilation. *Saudi Med J*. 2014; 35: 432–436.
- Jaoua H, Djaziri L, Bousselmi J, Belhouane A, Skander R, Maamer A, et al. The I-gel. *Tunis Med*. 2014; 92: 239–244.
- Duckett J, Fell P, Han K, Kimber C, Taylor C. Introduction of the i-gel supraglottic airway device for prehospital airway management in a UK ambulance service. *Emerg Med J*. 2014; 1: 505–507.
- Ostermayer D, Gausche-Hill M. Supraglottic airways: the history and current state of prehospital airway adjuncts. *Prehosp Emerg Care*. 2014; 18: 106–115.
- Goliash G, Ruetzler A, Fischer H, Frass M, Sessler DI, Ruetzler K. Evaluation of advanced airway management in absolutely inexperienced hands: a randomized manikin trial. *Eur J Emerg Med*. 2013; 20: 310–314.
- Haske D, Schempf B, Gaier G, Niederberger Ch. Performance of the iGel during pre-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2013; 564: 72–77.
- Barreira SR, Souza CM, Fabrizia F, Azevedo ABG, Lelis TG, Lutke C. Prospective, randomized clinical trial of laryngeal mask airway Supreme® used in patients undergoing general anesthesia. *Rev Bras Anestesiologia*. 2013; 63: 456–460.
- Jeon WJ, Cho SY, Baek SJ, Kim KH. Comparison of the proSeal LMA and intersurgical I-gel during gynecological laparoscopy. *Kor J Anesth*. 2012.
- Bein B, Scholz J. Supraglottic airway devices. *Best Pract Res Clin Anaesth*. 2005; 19: 581–593.
- Mayglothling J, Duane T, Gibbs M, McCunn M, Legome E, Eastman AL, et al. Emergency tracheal intubation immediately following traumatic brain injury: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012; 73: S333–S340.
- Theiler L, Gutzmann M, Kleine-Brueggeney M, Urwyler N, Kaempfen B, Greif R. Igel supraglottic airway in clinical practice: a prospective observational multicenter study. *Br J Anaesth*. 2012; 109: 990–995.
- Russo S, Cremer S, Galli T, Eich Ch, Brauer A, Crozier TA, et al. Randomized comparison of the I-gel, the LMA Supreme, and the Laryngeal Tube Suction-D using clinical and fiberoptic assessments in the elective patients. *BMC Anesthesiol*. 2012; 18: 1–9.
- Timmerman A. Supraglottic airways in difficult airway management: successes, failures, use and misuse. *Anaesthesia*. 2011; 66: 45–56.
- Gahan K, Studnek JR, Vandeventer S. King LT-D use by urban basic life support first responders as the primary airway device for out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2011; 82: 1525–1528.
- Thiruvankatarajan V, Van Wijk RM, Rajbhoj A. Cranial nerve injuries with supraglottic airway devices: a systematic review of published case reports and series. *Anaesthesia*. 2015; 70: 344–359.
- Jenkinson A, Crosher R, Mohammed-Ali R, Parson K. Lingual nerve injury following use of a supraglottic airway device. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2014; 52: 279–280.
- Rujiroindakul P, Prechawai C, Watanayomnarn E. Tongue numbness following laryngeal mask airway Supreme™ and i-gel™ insertion: two case reports. *Acta Anaesth Scand*. 2012; 56: 1200–1203.
- Lowinger D, Benjamin B, Gadd L. Recurrent laryngeal nerve injury caused by a laryngeal mask airway. *Anaesth Intensive Care*. 1999; 27: 202–205.
- Miyashiro RM, Yamamoto LG. Endotracheal tube and laryngeal mask airway cuff pressures can exceed critical values during ascent to higher altitude. *Pediatr Emerg Care*. 2011; 27: 367–370.
- Wilson GD, Sittig SE, Scheers GJ. The laryngeal mask at altitude. *J Emerg Med*. 2008; 34: 171–174.
- Britton T, Blakeman TC, Eggert J, Rodriguez D, Ortiz H, Branson RD. Managing endotracheal tube cuff pressure at altitude: a comparison of four methods. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014; 77: S240–S244.
- Castle N, Pilay Y, Spencer N. Insertion of six different supraglottic airway devices whilst wearing chemical, biological, radiation, nuclear-personal protective equipment: a manikin study. *Anaesthesia*. 2011; 66: 983–988.
- Bledsoe B, Gandy W. The disappearing endotracheal tube: historic skill threatened by lack of practice and new devices. *J Emerg Med Serv*. 2009; 34: 88–99.
- Radhika KS, Sriprya R, Ravishankar M, Kumar VRH, Jaya V, Parthasarathy S. Assessment of suitability of i-gel and laryngeal mask airway-supreme for controlled ventilation in anesthetized paralyzed patients: a prospective randomized trial. *Anesth Essays Res*. 2016; 10: 88–93.
- Lai CJ, Liu CM, Wu CY, Tsai FF, Tseng PH, Fan SZ. I-Gel is a suitable alternative to endotracheal tubes in the laparoscopic pneumoperitoneum and Trendelenburg position. *BMC Anesthesiol*. 2017; 17: 3.
- Henlin T, Sotak M, Kovaricek P, Tyll T, Balcarek L, Michalek P. Comparison of five 2nd generation supraglottic airway devices for airway management performed by novice military operators. *Biomed Res Int*. 2015; 201898: 1–8.
- Polat R, Aydin GB, Ergil J, Sayin M, Kokulu T, Ozturk I. Comparison of the i-gel™ and the Laryngeal Mask Airway Classic™ in terms of clinical performance. *Braz J Anesthesiol*. 2015; 65: 343–348.
- Ragazzi R, Finessi L, Farinelli I, Alvisi R, Volta CA. LMA Supreme vs I-Gel: a comparison of insertion success. *Anaesthesia*. 2012; 67: 384–388.
- CoTCCC. Meeting Minutes 1702. <https://www.jsomonline.org/TCCC/04%20CoTCCC%20Meeting%20Minutes/CoTCCC%20Meeting%20Minutes%201702.pdf>. Accessed 20 September 2017.
- Steinbruner D, Mazur R, Mahoney PF. Intracranial placement of a nasopharyngeal airway in a gun shot victim. *Emerg Med J*. 24: 311.
- Ellis DY, Lambert C, Shirley P. Intracranial placement of nasopharyngeal airways: is it all that rare? *Emerg Med J*. 2006; 23: 661–663.
- Martin JE, Mehta R, Aarabi B, Ecklund JE, Martin AH, Ling GSF. Intracranial insertion of a nasopharyngeal airway in a patient with craniofacial trauma. *MilMed*. 2004; 169: 496–497.
- Schade K, Borzotta A, Michaels A. Intracranial malposition of nasopharyngeal airway. *J Trauma*. 2000; 49: 967–968.
- Muzzi DA, Losasso TJ, Cucchiara RF. Complication from a nasopharyngeal airway in a patient with a basilar skull fracture. *Anesthesiology*. 1991; 74: 366–368.
- Tactical Combat Casualty Care Curriculum. 2016; Tactical Field Care. http://www.naemt.org/education/TCCC/guidelines_curriculum. Accessed 30 May 2017.
- Michalek P, Donaldson W, Vobrubova E, Haki M. Complications Associated with the Use of Supraglottic Airway Devices in Perioperative Medicine. *Biomed Res Int*. 2015; 2015: 746560.
- Baratto F, Gabellini G, Paoli A, Boscolo A. I-gel O₂ resus pack, a rescue device in case of severe facial injury and difficult intubation. *Am J Emerg Med*. 2017.
- Vitalani V, Vlk S, David SQ, Richmond DJ. Unrecognized failed airway management using a supraglottic airway device. *Resuscitation*. 2017.
- Donaldson W, Abraham A, Deighan M, Michalek P. i-gel™ vs. AuraOnce™ laryngeal mask for general anaesthesia with controlled ventilation in paralyzed patients. *Biomed Pap* 2011 Jun; 155(2): 155–163.
- McAleavey F, Michalek P. Aura-i laryngeal mask as a conduit for elective fiberoptic intubation. *Anaesthesia* 2010; 65(11): 1151.