

## ARTYKUŁ ORYGINALNY/ORIGINAL PAPER

Otrzymano/Submitted: 24.02.2011 • Poprawiono/Corrected: 30.11.2011 • Zaakceptowano/Accepted: 01.12.2011

© Akademia Medycyny

**Porównanie urządzeń nadkrtańowych do udrażniania dróg oddechowych pod względem zabezpieczenia przed zachłyśnięciem treścią żołądkową – badanie manekinowe*****A comparison study of supraglottic airway devices in terms of protecting the airway from aspiration of gastric contents – a manikin study*****Monika Pietrzyk, Marta Grześkiewicz, Wojciech Gaszyński, Tomasz Gaszyński**

Zakład Medycyny Ratunkowej i Medycyny Katastrof, Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

**Streszczenie**

**Wstęp.** Rurka intubacyjna jest najlepszym sposobem udrożnienia dróg oddechowych. W sytuacjach, w których jej założenie nie jest konieczne zaleca się użycie przyrządów nagłośniowych (SAD - *Supraglottic Airway Devices*). W przypadku masek krtańowych (LMA - *Laryngeal Mask Airway*) jednym z przeciwwskazań ich zastosowania jest tzw. „pacjent z pełnym żołądkiem”. W badaniu na modelu manekinowym postanowiono sprawdzić zabezpieczenie dróg oddechowych różnymi urządzeniami nadkrtańowymi przed zachłyśnięciem w trakcie wymiotów. **Cel pracy.** Porównanie różnych rodzajów masek krtańowych pod względem zabezpieczenia dróg oddechowych przed regurgitacją i aspiracją treści pokarmowej. **Materiał i metoda.** Badanie wykonano przy użyciu manekina, u którego istnieje możliwość symulacji wymiotów. Po założeniu każdego z przyrządów nagłośniowych (Portex Single, Pro Seal, Supreme, Soft Seal, LTS i Cobra PLA), na żołądek manekina założono mankiety z manometrem w celu wytworzenia odpowiedniego ciśnienia. Początkowo sprawdzono, czy przy ciśnieniu 30 cm H<sub>2</sub>O (ciśnienie panujące w żołądku) w dolnych drogach oddechowych pojawiła się woda. Następnie ciśnienie zwiększono do 60 cm H<sub>2</sub>O (ciśnienie występujące w trakcie wymiotów). Obserwowano, czy doszło do wystąpienia zachłystu. **Wyniki.** Przy ciśnieniu 30 cm H<sub>2</sub>O szczelność zachowały maski: Portex Single, Pro Seal, Supreme, Soft Seal. Po zwiększeniu ciśnienia nie doszło do zachłystu tylko w przypadku masek Pro Seal, Supreme. **Wnioski.** Nie każdy przyrząd jednakowo zabezpiecza drogi oddechowe przed aspiracją treści żołądkowej. Wynika to z różnej budowy. Najprostsza i zarazem najtańsza maska okazała się najmniej szczelna. Unowocześnione maski, wzbogacone w kanał do odsysania treści żołądkowej są szczelne, a przez kanał do odsysania może wyciekać treść żołądkowa w trakcie wymiotów. Niestety, rurka LTS, mimo obecności kanału do odsysania, nie zabezpieczyła przed zaciekaniami treści żołądkowej do dróg oddechowych. *Anestezjologia i Ratownictwo 2011; 5: 436-441.*

*Słowa kluczowe: przyrządy nadgłośniowe, regurgitacja, aspiracja, manekiny*

**Abstract**

**Introduction.** An endotracheal tube is the best method of airway management. However in situations where the insertion is not necessary, the use of supraglottic airway devices (SAD – *Supraglottic Airway Devices*) is recommended. In case of SADs, one of the contraindications of their use is the so-called „a patient with full stomach”. In a study performed on a manikin, the ability to protect the airway from the aspiration of gastric contents was

tested with different SAD. **The aim of the study.** The comparison of different types of LMA in terms of management of the airway before regurgitation and aspiration of gastric contents. **Material and methods.** The study was performed with the use of a manikin which has a ability of the simulation of vomiting. After insertion of each device (Portex Single, Pro Seal, Supreme, Soft Seal, LTS and Cobra PLA), on the manikin's stomach was inserted a cuff with a manometer to generate appropriate pressure. First, masks were tested with the pressure of 30 cm H<sub>2</sub>O (pressure in the stomach) to see if water appeared in lower airways. Then the pressure was increased to 60 cm H<sub>2</sub>O (pressure during vomiting). The signs of aspiration were observed. **Results.** With the pressure of 30 cm H<sub>2</sub>O adequately sealed were laryngeal masks: Portex Single, Pro Seal, Supreme, Soft Seal. When the pressure was increased, aspiration was not observed in the following mask: Pro Seal, Supreme. **Conclusions.** Not every device protects the airway from the aspiration of gastric contents alike. This ensues from various construction and use of laryngeal masks. The simplest and the cheapest mask turned out the least sealed. Advanced forms of LMA with gastric drainage tube are more sealed. Gastric contents leak during vomiting through a gastric drainage tube. Although LTS has gastric drainage tube it did not prevented from aspiration of gastric content. *Anestezjologia i Ratownictwo 2011; 5: 436-441.*

*Keywords: supraglottic airway devices, aspiration, regurgitation, manikins*

## Wstęp

Intubacja z użyciem rurki intubacyjnej jest uznana za najlepszy sposób udrożnienia i zabezpieczenia dróg oddechowych, chroniącym jednocześnie przed aspiracją treści pokarmowej. Według wytycznych Difficult Airway Society, jeżeli występują trudności w uwidocznieniu wejścia do krtani w czasie intubacji dotchawiczej z użyciem laryngoskopu, zaleca się udrożnienie dróg oddechowych przyrządami nadgłośniaowymi (do których należą m.in. maski krtaniowe) [1]. Niestety, przyrządy te nie izolują przełyku od dróg oddechowych. W związku z tym maski krtaniowe nie dają skutecznej ochrony przed zachłyśnięciem treścią żołądkową. Użycie ich u pacjentów z „pełnym żołądkiem” lub zwiększonym prawdopodobieństwem aspiracji treści pokarmowej do płuc (obecność przepukliny rozworu przełykowego, niedrożność jelit, otyłość dużego stopnia) jest przeciwwskazane [2].

## Cel pracy

Porównanie różnych rodzajów urządzeń nadkrtaniowych pod względem zabezpieczenia dróg oddechowych przed regurgitacją i aspiracją treści pokarmowej w czasie symulowanych wymiotów.

## Materiał i metoda

W badaniu porównano maskę krtaniową Portex Single (Portex, Wielka Brytania), LMA Pro Seal (LMA,

Wielka Brytania), LMA Supreme (LMA, Wielka Brytania), Cobra PLA (Engineered Medical Systems, Indianapolis, Stany Zjednoczone) oraz rurkę krtaniową LTS z kanałem do odsysania (VBM, Niemcy) wszystkie dostosowane do wielkości manekina (rozmiar 4). Wykorzystano manekin firmy Laerdal Intubation Head, który posiada drogi oddechowe oraz przełyk i żołądek i dzięki temu pozwala na symulowanie przedostawania się powietrza do żołądka oraz ewentualnie treści żołądkowej do gardła i drzewa oskrzelowego, a tym samym symulację wymiotów. Rurki będące odpowiednikiem oskrzeli głównych są przezroczyste wobec tego możliwe jest zaobserwowanie zaciekania płynu do drzewa oskrzelowego. Każdy z przyrządów nadgłośniaowych został wprowadzony zgodnie z rekomendacją producenta. Umieszczenie potwierdzano fibroskopowo. Następnie mankiet uszczelniający wypełniano odpowiednią ilością powietrza za pomocą manometru (VBM cuff inflator) do uzyskania rekomendowanego ciśnienia w mankiecie uszczelniającym. Następnie podłączano respirator i rozpoczynano wentylację z ustawieniami: Vt 500 ml, częstość oddechu 12/min, ciśnienie szczytowe 20 cmH<sub>2</sub>O. Aby wytworzyć odpowiednie ciśnienie, na żołądek manekina założono mankiet z manometrem służący do szybkiego przetaczania płynów fizjologicznych. Wypełniano żołądek 300 ml wody. Na przełyk był zakładany pean imitujący działanie zwieracza przełyku. Początkowo wytwarzano ciśnienie o wartości 30 cm H<sub>2</sub>O. Odpowiada ono ciśnieniu w przełyku i żołądka, przy którym zwieracz górny przełyku zapobiega przedosta-

Tabela 1. Szczelność urządzeń nadkrtaniowych w trakcie symulowanych wymiotów

| Nazwa Maski (LMA) | Kanał do odsysania | Szczelność | Wyciek kanałem do odsysania |
|-------------------|--------------------|------------|-----------------------------|
| Portex Single     | Nie                | Nie        | Nie                         |
| LTS               | Tak                | Nie        | Tak                         |
| LMA Pro Seal      | Tak                | Tak        | Tak                         |
| LMA Supreme       | Tak                | Tak        | Tak                         |
| Portex Soft Seal  | Nie                | Nie        | Nie                         |
| Cobra PLA         | Nie                | Nie        | Nie                         |

waniu się treści pokarmowej do gardła. Gdy uzyskano odpowiednią wartość ciśnienia, pean zdejmowano. Obserwowano dolne drogi oddechowe, czy pojawiła się w nich woda. Następnie ewentualnie osuszano drzewo oskrzelowe i ponownie wypełniano żołądek 300 ml wody. Zwiększano ciśnienie w żołądku do 60 cm H<sub>2</sub>O, która to wartość występuje w przypadku wymiotów. Po zwolnieniu zacisku na przełyku obserwowano, czy doszło do przeciekania wody do drzewa oskrzelowego manekina, czyli ewentualnego zachłystu.

## Wyniki

- *Maska krtaniowa Portex Single*  
Przy wartości ciśnienia w żołądku 30 cm H<sub>2</sub>O maska zachowuje szczelność. Jednak po zwiększeniu ciśnienia do 60 cm H<sub>2</sub>O dochodzi do przecieku i zalania oskrzeli wodą – treścią z żołądka.
- *LMA Pro Seal*  
W przypadku tej maski przy pierwszej badanej wartości ciśnienia po zwolnieniu zacisku na przełyku nastąpił wyciek wody przez kanał do odsysania żołądka. Po zwiększeniu ciśnienia do 60 cm H<sub>2</sub>O woda z żołądka wybijała się na wysokość ok. 1 cm. Maską okazała się szczelna, zakładając, że do kanału żołądkowego zostanie podłączone ssanie lub worek odbierający.
- *LMA Supreme*  
W tym przypadku woda wydostawała się z żołądka przez kanał do jego odsysania podobnie jak w przypadku LMA ProSeal i nie doszło do przecieku wody do dolnych dróg oddechowych.
- *Maska krtaniowa Portex Soft Seal*  
Przy wartości ciśnienia 30 cm H<sub>2</sub>O maska zachowuje szczelność. Wzrost ciśnienia powoduje jednak zalanie dolnych dróg oddechowych. Maską przecieka w czasie symulowanych wymiotów.
- *Cobra PLA*  
W przypadku tego przyrządu już przy fizjologicznej wartości ciśnienia w żołądku w drzewie

oskrzelowym pojawiła się woda. Symulowane wymioty powodowały szybkie przedostawanie się treści żołądkowej do drzewa oskrzelowego.

- *Rurka krtaniowa LTS*  
W przypadku badania szczelności rurki krtaniowej uzyskujemy ten sam wynik, jak w przypadku maski Cobra.

Badanie udowodniło, że zarówno przy zastosowaniu LMA Supreme i Pro-Seal nie zaobserwowano wody w oskrzelach. Wskazane jest podłączenie worka obarczającego lub możliwość natychmiastowego użycia ssaka.

## Omówienie

Wśród badanych masek najlepsze były LMA Pro Seal i LMA Supreme. Są one wzbogacone o dodatkowy kanał do odsysania treści żołądkowej. Badanie wykazało, że zmniejsza to ryzyko aspiracji. Pro Seal oraz Supreme posiadają pneumatyczny (nadmuchiwany) mankiet uszczelniający. W przypadku maski Pro Seal mankiet jest podwójny i pozwala dopasować się jego brzegom do powierzchni gardła i krtani [3]. Maską krtaniową LMA Supreme posiada system tzw. podwójnego uszczelnienia: w ustnej części gardła mankiet dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu pozwala na wentylację większymi ciśnieniami do 37 cmH<sub>2</sub>O (tzw. first seal), w dystalnej części mankiet uszczelnia wejście do przełyku i zabezpiecza przed przedostawaniem się treści pokarmowej do dróg oddechowych a kanał do odsysania pozwala na odbarczenie żołądka (tzw. second seal) [4,5]. Drugie uszczelnienie (Second Seal) kontroluje położenie koniuszka maski LMA Supreme na górnym zwieraczu przełyku w celu utrzymania drożności dostępu gastrycznego. Dzięki obecności kanału gastrycznego maska LMA Supreme i ProSeal zachowują szczelność przy zwiększonym ciśnieniu w przełyku [6,7].

Rurka krtaniowa jest prostsza w użyciu w porów-

naniu z klasycznymi maskami krtaniowymi [8,9]. W badaniu przeprowadzonym wśród trzydziestu pacjentów z zatrzymaniem krążenia, u których rurkę krtaniową zakładali ratownicy medyczni, założenie w dwóch próbach powiodło się u 90% pacjentów, a wentylacja była skuteczna w 92%. U żadnego chorego nie doszło do regurgitacji [10]. Badania dowodzą, że rurka krtaniowa powinna zapewnić lepszą szczelność niż maska krtaniowa w trakcie wentylacji, aż do 40 cm H<sub>2</sub>O [11]. Chociaż rurka krtaniowa nie została zaprojektowana z myślą o zastosowaniu jej w medycynie ratunkowej, to może być używana do sztucznej wentylacji pacjentów, którzy nie mogą być zaintubowani, a u których nie powinno się prowadzić długotrwałej wentylacji przez maskę twarzową w związku z wysokim ryzykiem aspiracji [12,13]. Nasze badanie niestety nie potwierdza tezy o bezpiecznej możliwości stosowania tego urządzenia u pacjentów z potencjalnie „pełnym żołądkiem”. Rurka krtaniowa nie utrzymała szczelności przy ciśnieniu w żołądku wynoszącym 30 cm H<sub>2</sub>O, co stanowi ciśnienie spotykane u osób, które niedawno spożyły posiłek. Źródła medyczne nie opisują częstych przypadków zachłyśnięć w trakcie stosowania rurki krtaniowej.

W niedawno opublikowanej pracy Yu i wsp. dokonali przeglądu literatury porównując częstość wymiotów i zachłyśnięcia podczas stosowania masek krtaniowych i rurki intubacyjnej u znieczulonych pacjentów. Autorzy na podstawie tej metaanalizy nie stwierdzili statystycznej różnicy pomiędzy badanymi przyrządami [14].

Brak ochrony dróg oddechowych przed cofającą się treścią pokarmową jest jedną z najbardziej ograniczających cech SAD [15,16]. Wykazano, że w czasie stosowania LMA u znieczulonych pacjentów może dochodzić do obniżenia napięcia zwieracza przełyku [17,18]. Częstość występowania tzw. cichych zachłyśnięć (*silent aspiration*) przy użyciu LMA rozciąga się w granicach od 0% [10,11] do nawet 80% [19,20]. Badania podkreślają wpływ właściwego umieszczenia SAD, w tym techniki zakładania oraz właściwy rozmiar przyrządów [21,22]. Na szczelność masek krtaniowych oprócz ich rozmiaru mają także wpływ: ciśnienie wypełnienia mankieta uszczelniającego, ciśnienie treści żołądkowej i objętość oddechu w czasie wentylacji (im większe tym gorsza szczelność SAD).

Przy zastosowaniu LMA ProSeal napięcie górnego zwieracza przełyku może być obniżone nawet u 3% pacjentów [23]. Ciśnienia w przełyku, przy których

obserwowano przeciekanie treści żołądkowej poza mankieta uszczelniający maski ProSeal wahają się w granicach 46-49 cm H<sub>2</sub>O. Podwyższając ciśnienie w mankiecie uszczelniającym można podwyższyć ten próg do wartości 63-68 cm H<sub>2</sub>O [24]. Przemawia to za używaniem SAD posiadających mankieta uszczelniający (LMA Supreme, LMA ProSeal). Keller i wsp. przeprowadzili badanie zależności ciśnienia przenikania z przełyku do gardła od wypełnienia mankieta uszczelniającego LMA [25]. Wraz ze wzrostem objętości wypełnienia mankieta zwiększało się ciśnienie przecieku LMA: 19 (17-20) cm H<sub>2</sub>O przy objętości mankieta 0 ml, 47 (41-52) cm H<sub>2</sub>O dla objętości 10 ml, 51 (44-55) cm H<sub>2</sub>O dla 20 ml, 52 (45-56) cm H<sub>2</sub>O dla 30 ml i 52 (45-55) cm H<sub>2</sub>O dla objętości mankieta 40 ml. Częstość występowania zachłyśnięć malała znacząco statystycznie przy wzroście objętości w mankiecie o 10 ml.

Istnieją kontrowersje dotyczące teorii, że obecność LMA w gardle może pobudzać regurgitację poprzez zmniejszenie napięcia górnych zwieraczy przełyku. Dwoma czynnikami przeciwdziałającymi cofaniu się treści żołądkowej mogą być: utrzymana stała funkcja górnych zwieraczy przełyku i mechaniczna blokada krtaniowej części gardła przez mankieta. Niektóre z badanych masek nie przeciwdziałają regurgitacji przy ciśnieniu w żołądku wielkości 60 cm H<sub>2</sub>O, więc mogą nie chronić przed przedostaniem się treści pokarmowej w trakcie wymiotów do oskrzeli. Najczęściej zalecane jest stosowanie urządzeń nadkrtaniowych umożliwiających odbarczenie żołądka (dodatkowy kanał dla sondy żołądkowej), takich jak np. LMA Pro Seal, LMA Supreme i LTS. Również nasze badanie potwierdziło skuteczność tych urządzeń, z wyjątkiem LTS. Pro Seal lepiej chroni przed przeciekaniem gazów (tworzy szczelniejszą barierę w krtani) oraz przed aspiracją, niż klasyczna LMA. Wymaga ona jednak większego doświadczenia od osoby zakładającej. Nowsza maska, jaką jest LMA Supreme daje jeszcze lepszą izolację i jest łatwiejsza do założenia.

Badanie podobne do naszego przeprowadzili Becker i wsp. [26]. Na zwłokach ludzkich oceniali ciśnienie przecieku 7 różnych urządzeń nadkrtaniowych (klasycznej maski nadkrtaniowej, LMA ProSeal, ILMA-Fast Trach, LT, LTS, Combitube i Easy Tube. Po założeniu badanego przyrządu podłączali kolumnę wodną o wysokości 130 cm do przełyku i sprawdzali ciśnienie słupa wody, przy którym następuje przeciek od strony przełyku. Combitube, Easy Tube i ILMA miały najwyższe ciśnienia przeciekania - 120 cm H<sub>2</sub>O,

LMA ProSeal, LT i LTS - 72-82 cm H<sub>2</sub>O, a klasyczna LMA - 48 cm H<sub>2</sub>O. Autorzy podkreślili, że przyrządy, które mają kanał do odsysania z żołądka miały znacznie wyższe ciśnienia przeciekania. Wnioski te są zbieżne z naszymi obserwacjami.

W przypadku maski Cobra PLA nasze obserwacje są podobne do innych badaczy. Cook i wsp. rozpoczęli badanie nad klinicznym zastosowaniem maski Cobra PLA [27]. Badanie zostało przerwane, ponieważ już po włączeniu kilku pacjentów zaobserwowano zachłyśnięcie, mimo że pacjenci byli przygotowani do znieczulenia, tzn. byli na czczo, a nie z tzw. „pełnym żołądkiem.”

## Wnioski

Badanie wykazało, że wbrew poglądom, że większość przyrządów nadkrtaniowych nie zachowuje szczelności przy wystąpieniu wymiotów, są jednak takie, które zabezpieczają przed zachłyśnięciem – LMA ProSeal i LMA Supreme. Wpływa na to ich nowoczesność i zaawansowana budowa. Najprostsza i zarazem najtańsza maska krtaniowa o klasycznym

kształcie okazała się nieszczelna nawet bez symulowanych wymiotów, tylko przy podwyższonym ciśnieniu treści pokarmowej w żołądku. Unowocześnione maski, wzbogacone w kanał do odsysania treści żołądkowej okazały skuteczne w zabezpieczeniu przed zachłyśnięciem w trakcie wymiotów. Na podstawie naszych badań można wnioskować, że maska LMA Supreme ze względu na system tzw. podwójnego uszczelnienia w najlepszy sposób zabezpiecza przed zachłyśnięciem treścią pokarmową w trakcie wymiotów.

Adres do korespondencji  
 Monika Pietrzyk  
 Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii  
 Uniwersytet Medyczny w Łodzi  
 USK 1 im. N. Barlickiego w Łodzi  
 ul. Kopcińskiego 22; 90-153 Łódź  
 ☎ (+48 42) 678 37 48  
 ✉ monikatomasik@poczta.onet.pl

**Konflikt interesów / Conflict of interest**  
 Brak/None

## Piśmiennictwo

- Henderson JJ, Popat MT, Latto IP, Pearce AC. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. *Anaesthesia*. 2004;59:675-94.
- Larsen R. *Anestezjologia*. Wrocław: Urban & Partner; 2005.
- Lopez-Gil M, Brimacombe J. The Pro Seal laryngeal mask airway in children. *Pediatr Anesth* 2005;229-34.
- Cook TM, Gatward JJ, Handel J, Hardy R, Thompson C, Srivastava R, et al. Evaluation of the LMA Supreme™ in 100 non-paralysed patients. *Anaesthesia* 2009;64:555-62.
- Van Zundert A, Brimacombe J. Correspondence: The LMA Supreme™ – a pilot study. *Anaesthesia* 2008;63:202-13.
- Schmidbauer W, Bercker S, Volk T, Bogusch G, Mager G, Kerner T. Oesophageal seal of the novel supralaryngeal airway device I-Gel™ in comparison with the laryngeal mask airways Classic™ and ProSeal™ using a cadaver model. *BJA* 2009;102:135-9.
- Vergheze C, Ramaswamy B. LMA Supreme™ – a new single-use LMA™ with gastric access: a report on its clinical efficacy. *BJA* 2008;101:405-10.
- Cook TM, Mc Kinstry C, Hardy R, Twigg S. Randomized crossover comparison of the Pro Seal laryngeal mask airway with the Laryngeal Tube during anaesthesia with controlled ventilation. *Br J Anaesth* 2003;91:373-8.
- Cook TM, Mc Kinstry C, Hardy R, Twigg S. Randomized crossover comparison of the Pro Seal laryngeal mask airway with the Laryngeal Tube during anaesthesia with controlled ventilation. *Br J Anaesth* 2003;91:678-83.
- Kette F, Reffo I, Giordani G, Buzzi F, Borean V, Cimarosti R, et al. The use of laryngeal tube by nurses in out-of-hospital emergencies: preliminary experience. *Resuscitation* 2005;66:215.
- Dorges V, Ocker H, Wenzel V, Schmucker P. The laryngeal tube: a new simple airway device. *Anesth Analg* 2000;90:1220-2.
- Genzwurken H, Lojen M, Finteis T, Ellinger K. Atemwegsmanagement mit dem Larynx-Tubus bei isoliertem Schadel-Hirn-Trauma. *Noffalmedizin* 2001;27:595-7.
- Schmidbauer W, Bubser H. Einsatz des Larynx-Tubus während einer praktischen Reanimation. *Notarzt* 18:226-8.
- Yu SH, Beirne OR. Laryngeal mask airways have a lower risk of airway complications compared with endotracheal intubation: a systematic review. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2010;68. pp. 2359-76.
- Brimacombe J, Brain AI, Berry AM. *The laryngeal mask airway: review and practical guide*. Philadelphia: WB Saunders;1997. pp. 117-22.

16. Sidaras G, Hunter J. Is it safe to ventilate a paralysed patient through the laryngeal mask? The jury is still out. *Br J Anaesth* 2001;86:749-53.
17. Rabey PG, Murphy PJ, Langton JA, Barker P, Rowbotham DJ. Effect of the laryngeal mask airway on lower oesophageal sphincter pressure in patients during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1992;69:346-8.
18. Owens TM, Robertson P, Twomey C, Doyle M, McDonald N, Mcshane AJ. The incidence of gastrooesophageal reflux with the laryngeal mask: a comparison with the facemask using oesophageal lumen PH electrodes. *Anesth Analg* 1995;80:980-4.
19. Roux M, Drolet P, Girard M, Grenier Y, Petit B. Effect of the laryngeal mask airway on oesophageal pH: influence of the volume and pressure inside the cuff. *Br J Anaesth* 1999;82:566-9.
20. Mcrory C, Mcshane AJ. Gastroesophageal reflux during spontaneous respiration with the laryngeal mask airway. *Can J Anesth* 1999;46:268-70.
21. Illing L, Duncan PG, Yip R. Gastro-oesophageal reflux during anaesthesia. *Can J Anaesth* 1992;39:466-70.
22. Brain AIJ. The laryngeal mask and the oesophagus. *Anaesthesia* 1991;46:701-2.
23. Brimacombe J, Keller C. Airway protection with the proseal laryngeal mask airway: a case report. *Anaesth Intensive Care* 2001;29:288-91.
24. Keller C, Brimacombe J. Does the proseal laryngeal mask airway prevent aspiration of regurgitated fluid? *Anesth Analg* 2000;91:1017-20.
25. Keller C, Brimacombe J, Rädler C, Pühringer F. Do laryngeal mask airway devices attenuate liquid flow between the esophagus and pharynx? A randomized, controlled cadaver study. *Anesth Analg* 1999;88:904-7.
26. Bercker S, Schmidbauer W, Volk T, Bogusch G, Bubser HP, Hensel M, et al. A comparison of seal in seven supraglottic airway devices using a cadaver model of elevated esophageal pressure. *Anesth Analg* 2008;106:445-8.
27. Cook TM, Lowe JM. An evaluation of the Cobra Perilaryngeal Airway: study halted after two cases of pulmonary aspiration. *Anaesthesia* 2005;60:791-6.