



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/copyright>



Disponible en ligne sur
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



OPINION

L'induction en séquence rapide chez l'enfant : nouveaux concepts[☆]

Rapid sequence induction in children: New concepts

David Kahn, Francis Veyckemans^{*,1}

Service d'anesthésiologie, cliniques universitaires Saint-Luc, avenue Hippocrate 10-1821, 1200 Bruxelles, Belgique



MOTS CLÉS

Induction en séquence rapide ;
Pression cricoïdienne ;
Intubation ;
Urgences

Résumé Comme chez l'adulte, l'induction en séquence rapide chez l'enfant est la base de l'induction d'une anesthésie générale réalisée en urgence ou en situation d'«estomac plein». Elle consiste en une suite d'actions codifiées établie au début des années 1970. Certains aspects de cette procédure sont revus de manière critique à la lumière des progrès récents en pharmacologie, imagerie des voies aériennes et du monitoring.

© 2012 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Rapid sequence induction;
Cricoid pressure;
Intubation;
Emergency

Summary In children as in adults, rapid sequence induction is the basis of general anaesthetic induction in emergency cases and full stomach situations. It consists of a well-codified sequence of actions, which were codified in the early 1970s. Some aspects of this procedure are reviewed critically in the light of recent progress in pharmacology, airway imaging and monitoring.

© 2012 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

[☆] Une partie des données rapportées dans cet article ont été utilisées lors d'un débat pro-con organisé lors de la Journée des clubs (Adarpef) le 21 septembre 2011.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : francis.veyckemans@uclouvain.be (F. Veyckemans).

¹ Photo.

Introduction

L'induction en séquence rapide, telle que classiquement décrite et pratiquée, est un des piliers de la sécurité en anesthésie-réanimation depuis 1970. Cette technique a pour but d'éviter l'inhalation du contenu gastrique lors de l'induction d'une anesthésie en urgence et en a indéniablement diminué la mortalité et la morbidité. Cependant, à la lumière des connaissances actuelles, l'application stricte de chacune de ses étapes appelle certaines questions [1] : le but de cet exposé n'est pas de faire abandonner la technique, mais de stimuler la réflexion critique du lecteur et, éventuellement, de l'amener à en modifier certains aspects pour améliorer la prise en charge du patient, adulte ou pédiatrique. Après un rappel épidémiologique, chaque étape de la séquence classique de l'induction en séquence rapide sera brièvement critiquée avant de proposer une alternative.

Épidémiologie : l'inhalation du contenu gastrique, un événement rare mais potentiellement dangereux

L'inhalation périopératoire du contenu gastrique est rare chez l'enfant, même si elle est un peu plus fréquente que chez l'adulte : 0,04 % dans la série de Warner et al., 0,10 % dans la série de Borland et al., et 0,02 % dans une série plus récente [2–5].

Il peut en résulter des troubles graves de ventilation par obstruction bronchique (atélectasies), une surinfection secondaire et, si le contenu gastrique est très acide ($\text{pH} < 2,5$), une agression chimique de la muqueuse bronchique et du parenchyme pulmonaire avec perte de surfactant [6].

Chez l'animal, on a pu établir qu'un volume de liquide gastrique de plus de 0,4 mL/kg et dont le pH est inférieur ou égal 2,5 sont des facteurs de risque de développer une pneumonie chimique quand *tout* ce volume est injecté directement dans la trachée [5]. Ces facteurs de risque, pourtant pris comme référence dans la littérature, sont donc mal adaptés à la pratique clinique et peu pertinents car ils sont présents chez de nombreux enfants au moment de l'induction d'une anesthésie élective [7].

Un audit récent réalisé en Grande-Bretagne, à propos des complications liées à la prise en charge des voies aériennes, a montré que l'aspiration du contenu gastrique n'est pas un événement anodin : elle était la cause de 63 % des décès recensés [8].

L'analyse des 58 136 anesthésies collectées dans la série de Warner et al. a montré que la majorité des inhalations (21/24) survenaient au moment de l'induction, deux tiers avant et un tiers pendant la laryngoscopie [2]. De plus, cette étude a permis d'identifier deux facteurs de risque d'inhalation du contenu gastrique chez l'enfant :

- une intervention réalisée en urgence : l'incidence est de 1/373 cas lors d'une urgence contre 1/4544 si l'intervention est élective ;
- et une occlusion digestive haute, surtout chez l'enfant de moins de trois ans.

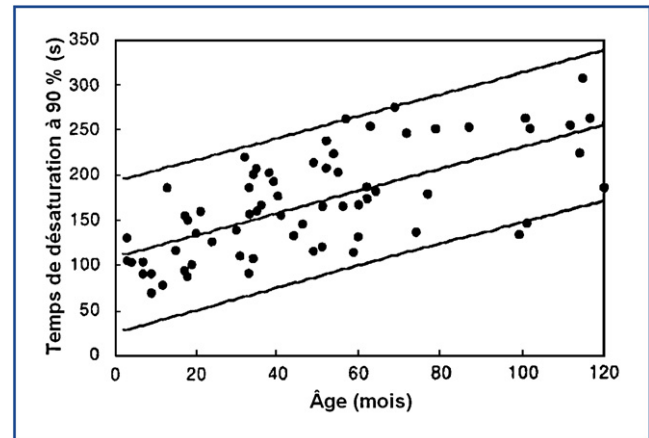


Figure 1. Relation entre le temps de désaturation à 90 % et l'âge. D'après Dupeyrat et al. [11], avec permission.

L'analyse détaillée des cas décrits dans cette étude montre également que :

- deux enfants sur 21 cas ont inhalé à l'induction, avant même qu'un agent anesthésique ait été administré ;
- dans neuf cas sur 19, une induction en séquence rapide avait été réalisée parce que des facteurs de risque avaient été identifiés en préopératoire : l'efficacité de la manœuvre n'est donc pas absolue, ce qui a été confirmé dans une autre série plus récente [9] ;
- dans dix cas sur 19, aucun facteur de risque n'avait été identifié mais l'intubation avait été difficile dans trois cas : l'intubation difficile est donc également un facteur de risque du fait d'un allègement de la profondeur de l'anesthésie durant la procédure et/ou d'une hyperinflation gastrique lors de la ventilation au masque facial entre les tentatives d'intubation ;
- dans tous les cas où une inhalation du contenu gastrique a été objectivée, celle-ci avait été immédiatement précédée d'une contraction épigastrique ou d'un épisode de toux, signes d'une anesthésie trop légère au moment de la laryngoscopie.

Préoxygénation

La préoxygénation est un préalable obligatoire à l'induction anesthésique, mais souvent difficile à réaliser chez le petit enfant éveillé et peu collaborant. Chez l'enfant d'âge scolaire, elle peut être faite en administrant 100 % d'O₂ au travers d'un masque facial appliqué de manière étanche : une fraction expirée d'O₂ (FET) supérieure à 90 %, qui est un indice fiable de dénitrogénéation, est ainsi obtenue en moyenne en 79 ± 33 s [10].

Étant donné que le volume de la capacité résiduelle fonctionnelle diminue avec l'âge, la préoxygénation est plus rapide chez les tout-petits ; mais, pour la même raison et étant donné leur consommation d'oxygène plus importante, leurs réserves d'oxygène s'épuisent plus rapidement. Ainsi, dans une étude où les enfants étaient ventilés au masque en O₂ pur pendant cinq minutes (conditions idéales de préoxygénation !), la plupart des nourrissons se retrouvaient avec une SpO₂ de 90 % 70 à 90 secondes après l'arrêt de la ventilation (Fig. 1) [11].

Ces auteurs ont également constaté que les plus petits enfants continuaient de désaturer, parfois jusqu'à des valeurs de SpO_2 très basses ($< 80\%$), malgré la reprise de la ventilation en O_2 pur. D'autres auteurs ont étudié avec plus de précision ce risque de désaturation après une préoxygénation suivie d'une apnée [12]. Les enfants de différentes catégories d'âges bénéficiaient de la même technique d'induction : préoxygénation durant deux minutes via un masque facial appliqué de manière étanche sur le visage (O_2 8 L/min), puis administration de thiopental 5 mg/kg, fentanyl 5 μ g/kg et succinylcholine 1,5 mg/kg. Le masque facial était alors éloigné du visage et le temps de chute de la SpO_2 jusqu'à 90 ou 95 % était mesuré. La ventilation en O_2 pur était ensuite reprise dès que la SpO_2 atteignait 90 ou 95 %. Ces auteurs ont observé :

- que le temps de désaturation à 90 ou 95 % est d'autant plus court que l'enfant est plus jeune : pour 90 %, 120 secondes avant un an, 154 secondes d'un an à trois ans et 248 secondes après trois ans ;
- que le nadir de saturation après la reprise de ventilation en O_2 pur est le plus bas chez les plus jeunes et si on ne reventile que quand la SpO_2 est à 90 % : une SpO_2 inférieure ou égale à 80 % a été observée chez 16/20 nourrissons de moins d'un an, 11/20 des enfants d'un à trois ans et 6/37 enfants de plus de trois ans. Cependant, aucune $SpO_2 < 81\%$ n'a été observée dans aucun groupe si la ventilation était reprise dès que la SpO_2 en apnée était de 95 %. Ces auteurs recommandent donc de reventiler un enfant en apnée dès que la SpO_2 est de 95 %.

Cette désaturation retardée s'explique par l'addition des intervalles de temps successivement nécessaires pour corriger l'hypoxie alvéolaire et l'hypoxémie ; une partie du retard est due au délai de réponse de l'oxymètre.

Ces données montrent que la préoxygénation peut être efficace à condition d'être réalisée avec soin, mais a un effet limité si on laisse l'enfant en apnée prolongée (intubation difficile, par exemple).

Injection d'une dose prédéterminée d'un hypnotique

Le fait d'injecter une dose prédéterminée, basée sur le poids corporel, d'un hypnotique (thiopental, propofol, étomidate) expose le patient à un risque de surdosage (hypotension majeure) ou de sous-dosage (hypertension artérielle, tachycardie, éveil peranesthésique) et va à l'encontre du principe de titration de la dose en fonction de la réponse du patient.

Absence d'analgésie

La laryngoscopie directe est une manœuvre douloureuse qui engendre une réaction hémodynamique de stress : il est donc paradoxal de réaliser cette manœuvre sans analgésie chez un enfant non prémédiqué. De plus, l'injection préalable d'un analgésique morphinique (fentanyl, alfentanil, sufentanil, rémifentanyl) deux minutes avant l'injection de l'hypnotique permet généralement de diminuer la dose

d'induction de celui-ci et donc ses effets hémodynamiques propres.

Pression cricoïdienne

Le but théorique de la pression cricoïdienne (ou manœuvre de Sellick) est de comprimer la lumière œsophagienne entre la partie postérieure du cartilage cricoïde et le corps vertébral sous-jacent, de manière à éviter toute régurgitation de l'estomac vers le pharynx. Cette manœuvre a été rapidement adoptée peu après sa description par Sellick et son efficacité chez le nourrisson a été confirmée peu après [13]. Il faut cependant garder à l'esprit :

- qu'elle n'est basée que sur une étude anatomique portant sur quelques cadavres dont le cou était placé en hyperextension (position d'« amygdalectomie »), alors qu'on utilise la position de reniflement de nos jours ;
- et qu'elle était destinée à pouvoir ventiler au masque facial un patient à l'estomac plein avant de l'intuber [14].

Bien que l'introduction de cette manœuvre dans l'induction en séquence rapide ait certainement contribué à diminuer la morbidité et la mortalité de l'induction d'anesthésie en situation d'estomac plein, les bases scientifiques des effets et de l'utilité de la pression cricoïdienne sont remises en question depuis quelques années [1, 15].

Une étude en imagerie par résonnance magnétique (IRM) réalisée chez des adultes en position de reniflement a démontré que :

- la structure située entre le cartilage cricoïde et le corps vertébral n'est pas l'œsophage, mais l'hypopharynx ou le muscle cricopharyngien (l'œsophage débute environ 1 cm sous le cricoïde) ;
- la pression cricoïdienne n'obture pas la lumière œsophagienne, mais la déplace sur le côté, en général vers la gauche ;
- la pression cricoïdienne comprime l'hypopharynx sans vraiment l'obturer [16].

Il a été démontré depuis longtemps que la manœuvre de Sellick permet de ventiler les enfants à l'aide d'un masque facial avec des pressions inspiratoires plus élevées sans insuffler l'estomac [17] : le fait qu'elle prévienne effectivement la régurgitation du contenu gastrique vers le pharynx reste à démontrer [18].

Un autre problème est la force qu'il faut exercer pour réaliser une pression cricoïdienne efficace : chez l'adulte, une force de 30 à 40 N est recommandée. Une étude récente a mesuré de façon précise la force qu'il faut exercer sur le cartilage cricoïde pour entraîner une compression de 50 % des voies aériennes au niveau de la région sous-glottique. Cette force est d'environ 5 N chez le nourrisson et 15 N après 15 ans [19]. Il faut donc éviter d'exercer une pression excessive sur les structures laryngées de l'enfant sous peine d'entraîner une ventilation et/ou une intubation difficiles [17].

De plus, la pression cricoïdienne mal appliquée peut être source de complications graves telles qu'une rupture œsophagienne (en cas de vomissements) ou une obstruction trachéale plus ou moins complète [20]. Elle est de toute manière contre-indiquée :

- en cas de lésion instable du rachis cervical ;
- en présence d'une lésion ou d'un corps étranger laryngo-trachéal ;
- chez l'enfant qui présente des vomissements actifs à cause du risque de barotraumatisme œsophagien (risque de rupture) si un effort de vomissement survient pendant la pression cricoïdienne.

Enfin, toutes les recommandations sur l'induction en séquence rapide stipulent que la pression cricoïdienne doit être relâchée si elle rend l'intubation difficile !

Utilisation de la succinylcholine

La curarisation est nécessaire pour obtenir de bonnes conditions d'intubation. La succinylcholine reste le curare dont le délai d'action est le plus rapide. Son utilisation peut provoquer des effets secondaires qui sont bien connus : hyperkaliémie, troubles du rythme cardiaque, augmentation des pressions intra-oculaire, intra-abdominale et intracrânienne, déclenchement d'une crise d'hyperthermie maligne, fasciculations et myalgies postopératoires chez le grand enfant.

Nous n'avons pas d'argument majeur pour proposer un autre curare (rocuronium, atracurium, cis-atracurium) afin d'obtenir rapidement de bonnes conditions d'intubation : chacun a ses avantages (possibilité d'antagonisation très rapide avec le sugammadex pour le rocuronium) et risques propres, mais nous voulons insister ici sur le sentiment de fausse sécurité que peut donner l'utilisation de la succinylcholine. Car on insiste habituellement sur sa courte durée d'action en cas d'intubation/ventilation difficile ou impossible : en réalité, cette durée d'action peut aller jusqu'à 9 minutes chez le sujet normal (c'est-à-dire sans déficit en pseudocholinestérases), ce qui est très long en cas de ventilation difficile ou impossible.

Apnée sans ventilation durant 60 secondes

L'apnée sans ventilation fait perdre une grande partie du bénéfice de la préoxygénation, même si celle-ci a pu être réalisée de façon satisfaisante. Elle expose à un risque de désaturation importante après l'intubation (voir plus haut) malgré une ventilation en O₂ pur correcte, ce qui peut faire douter le praticien du bon positionnement de la sonde endotrachéale dans la trachée.

Technique alternative

Situations à risque

Il est essentiel d'identifier les situations à risque. Les plus évidentes sont :

- une prise alimentaire récente ;
- un tableau d'occlusion digestive, anatomique ou fonctionnelle (sténose pylorique, incarceration herniaire, invagination intestinale aiguë, appendicite aiguë, péritonite etc.) ;
- les vomissements alimentaires ou bilieux.

Chez l'enfant qui a subi un traumatisme, le stress et la douleur retardent la vidange gastrique : c'est pourquoi le résidu gastrique est plus important si le traumatisme a eu lieu dans les deux heures qui suivent un repas [21]. La véritable durée du jeûne est donc celle qui sépare la dernière prise alimentaire de l'accident et non de l'induction de l'anesthésie. Cependant, aucune durée de jeûne ne garantit la vacuité gastrique.

En-dehors du contexte de l'urgence, la présence d'une masse abdominale ou d'une ascite importante sont d'autres facteurs susceptibles de retarder ou d'interrompre la vidange gastrique. Un groupe de patients qui présentent probablement un risque accru de régurgitation, mais qui est mal documenté et en pratique très faible, est celui des enfants qui souffrent de reflux gastro-œsophagien, situation très courante chez le nourrisson jusque vers l'âge de 18 mois. Un antécédent de chirurgie antireflux (intervention de Nissen ou de Toupet, par exemple) ne peut être considéré comme un facteur de sécurité car le taux d'échecs de cette chirurgie est très important, notamment chez l'enfant polyhandicapé ou né avec une atrésie de l'œsophage [22].

En cas de sténose de l'œsophage (congénitale, après chirurgie œsophagienne, par brûlure caustique ou en cas d'achalasie) ou d'obstruction par un corps étranger œsophagien enclavé, on est en fait en présence d'un *œsophage plein* de sécrétions ou de débris alimentaires, quelle que soit la durée du jeûne préanesthésique : dans la mesure du possible, cette poche œsophagienne doit être vidée avant l'induction à l'aide d'une sonde d'aspiration.

Enfin, un élément essentiel est de faire la différence entre un estomac plein et un estomac sous tension : la seconde situation entraîne un risque majeur de régurgitation et d'inhalation, et implique la *pose d'une sonde gastrique* pour décompresser et si possible vider l'estomac avant l'induction de l'anesthésie.

La sonde gastrique peut être laissée en place durant l'induction à condition d'être laissée ouverte à l'air : elle peut ainsi faire office de valve de décompression en cas d'augmentation brusque de la pression intragastrique.

La prémédication par procinétiques (métoclopramide, dompéridone) et/ou inhibiteurs des pompes à protons par voie intraveineuse, et/ou anti-acides per os n'a pas fait la preuve de son utilité chez l'enfant et n'est, en pratique, pas utilisée.

Induction en séquence rapide modifiée

L'induction intraveineuse en séquence rapide modifiée que nous utilisons permet la titration des agents d'induction, évite d'utiliser la succinylcholine et inclut la ventilation prudente au masque jusqu'au moment de la laryngoscopie. Nous associons donc :

- l'injection lente (pour éviter toux et rigidité thoracique) d'un analgésique morphinique ;
- un délai d'attente d'au moins 60 secondes avant d'injecter l'agent hypnotique ;
- l'injection de thiopental ou de propofol à dose titrée jusqu'à l'obtention de la perte de conscience ;
- éventuellement, une pression cricoïdienne modérée dès la perte de conscience ; de nombreuses équipes n'utilisent plus la pression cricoïdienne et certaines sociétés scienti-

fiques d'anesthésie pédiatrique ne la recommandent plus [23];

- un essai prudent de ventilation au masque en O₂ pur [17];
- si elle est facile, on injecte un curare non dépolarisant à la dose qui entraîne une curarisation en une à deux minutes;
- si la ventilation au masque est difficile, il faut s'assurer que l'anesthésie est suffisamment profonde et éventuellement demander de lever la pression cricoïdienne;
- une ventilation au masque (éventuellement sous pression cricoïdienne) jusqu'à ce que la curarisation soit suffisante; il est important d'utiliser des pressions inspiratoires peu élevées afin d'éviter l'insufflation gastrique: dans l'expérience de l'auteur, cela signifie *arrêter l'inflation dès que l'opérateur voit le thorax de l'enfant se soulever*: le but est d'assurer l'oxygénation de l'enfant et non de réaliser une manœuvre de recrutement [24]! Cette donnée clinique est proche de la pression inspiratoire de 10 à 15 cmH₂O retrouvée expérimentalement par Lagarde et al. chez des enfants ventilés au masque facial, sans pression cricoïdienne, en mode pression contrôlé: il faut être très prudent chez le petit nourrisson car, dans cette série, une insufflation gastrique était observée à une pression inspiratoire de 10 cmH₂O chez cinq des 23 nourrissons âgés de moins d'un an [25]. Le fait d'appliquer une pression cricoïdienne permet d'utiliser des pressions d'insufflation légèrement plus élevées sans insuffler l'estomac [17];
- une laryngoscopie directe suivie de l'intubation endotrachéale,
- la vérification de la position de la sonde (auscultation et capnographie).

En cas d'instabilité hémodynamique chez un enfant dont on ne peut différer le geste chirurgical, l'éthomidate (0,2 à 0,3 mg/kg) ou la kétamine (1–2 mg/kg), ou encore l'association des deux molécules (dans des seringues séparées) à la moitié des posologies indiquées représente un bon choix. La dernière option sera privilégiée chez l'enfant présentant une hypertension intracrânienne et chez qui on a pourtant longtemps contre-indiqué l'utilisation de kétamine [15].

En cas de suspicion d'intubation difficile

L'induction anesthésique par inhalation d'agents halogénés est à priori formellement contre-indiquée en cas d'estomac plein. Il peut cependant arriver qu'elle représente la seule option en cas de suspicion d'intubation difficile. Dans ces circonstances, certains recommandent de placer l'enfant en décubitus latéral gauche jusqu'à l'intubation [26], même si aucune donnée expérimentale ni clinique ne le justifie.

Utilisation d'un dispositif supraglottique

Les dispositifs supraglottiques qui ne sont pas équipés d'un canal de drainage gastrique ne permettent pas d'assurer la protection des voies aériennes contre l'inhalation du contenu gastrique [27]. Toutefois, en cas de difficultés de ventilation chez un enfant difficile à intuber, les dispositifs de type Proseal®, Supreme®, i-gel® ou tube laryngé® représentent un moyen temporaire d'assurer l'oxygénation et l'anesthésie par voie inhalatoire du patient. Il est

recommandé de lever la pression cricoïdienne durant la pose d'un dispositif supraglottique.

Saignement après amygdalectomie

Le saignement après une amygdalectomie (ou toute hémorragie qui aboutit au pharynx) est une situation particulièrement difficile: il s'agit de la prise en charge d'un enfant hypovolémique, dont l'estomac est rempli de sang et chez qui l'intubation peut être rendue difficile par une hémorragie active. La stratégie que nous proposons est:

- rétablir la normovolémie avant l'induction;
- revoir le protocole de l'anesthésie précédente (diamètre de la sonde, facilité d'intubation);
- préparer une sonde d'aspiration de gros calibre prête à l'emploi;
- induction en séquence rapide modifiée en titrant les doses;
- aspirer le pharynx (et non les caillots qui couvrent les loges amygdaliennes) avant de ventiler;
- en cas d'hémorragie active unilatérale, penser à comprimer la carotide homolatérale.

Échographie gastrique ?

L'échographie peut apporter des informations utiles sur l'état de réplétion gastrique: il faut placer le patient en décubitus latéral droit et placer la sonde au niveau de l'épigastre, dans le plan parasagittal droit, de manière à visualiser la région antrale [28,29]. Chez l'adulte, une évaluation qualitative semble prometteuse: l'échographie de l'antré est réalisée au niveau de l'épigastrique selon une plan sagittal (en général légèrement vers la droite). Le volume de l'antré est mesuré en décubitus dorsal puis en décubitus latéral droit:

- grade 0: pas de liquide dans les deux positions;
- grade 1: un peu de liquide est visible en décubitus latéral droit;
- grade 3: du liquide est visible dans les deux positions (et son volume augmente en décubitus latéral droit).

Chez l'adulte, cette gradation qualitative est fortement corrélée au volume gastrique calculé en fonction de la surface antrale [30]. Cependant, cette méthode doit encore être validée chez l'enfant. Une étude récente réalisée en France (Société française d'anesthésie réanimation [Sfar] 2011, R 102) a montré que l'échographie est utilisable dans 85% des cas pour évaluer le contenu gastrique de l'enfant admis en urgence.

Il est possible que dans l'avenir la stratégie de la prise en charge d'une situation d'estomac plein soit modifiée en fonction des données de l'échographie antrale.

Conclusion

La stratégie proposée permet d'obtenir de bonnes conditions d'anesthésie et d'analgesie, mais aussi d'intubation en diminuant le risque d'hypoxie et d'intubation traumatique. Elle est déjà adoptée dans les pays germanophones et il semble que son utilisation systématique n'ait pas

entraîné une augmentation de la morbidité ni de la mortalité anesthésique des intubations dans un contexte d'urgence. Cependant, étant donné la rareté des accidents d'inhalation chez l'enfant, une large étude prospective et multicentrique est nécessaire pour confirmer la sécurité de cette approche [1,18,24].

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] El-Orbany M, Connolly LA. Rapid sequence induction and intubation: current controversy. *Anesth Analg* 2010;110:1318–25.
- [2] Warner MA, Warner ME, Warner DO, Warner LO, Warner EJ. Perioperative pulmonary aspiration in infants and children. *Anesthesiology* 1999;90:66–71.
- [3] Borland LM, Sereika SM, Woelfel SK, Saitz EW, Carrillo PA, Lupin JL, et al. Pulmonary aspiration in pediatric patients during general anesthesia: incidence and outcome. *J Clin Anesth* 1998;10:95–102.
- [4] Neelakanta G, Chikyarappa A. A review of patients with pulmonary aspiration of gastric contents during anesthesia reported to the Departmental Quality Assurance Committee. *J Clin Anesth* 2006;18:102–7.
- [5] Beck-Schimmer B, Bonvini JM. Bronchoaspiration: incidence, consequences and management. *Eur J Anaesthesiol* 2011;28:78–84.
- [6] Rocke DA, Brock-Utne JG, Rout CC. At risk for aspiration: new critical values for volume and pH? *Anesth Analg* 1993;76:666.
- [7] Schmitz A, Kellenberger CJ, Neuhaus D, Schroeter E, Deatonovic D, Prüfer F, et al. Fasting times and gastric contents volume in children undergoing deep propofol sedation – an assessment using magnetic resonance imaging. *Pediatr Anesth* 2011;21:685–90.
- [8] Auroy A, Benhamou D, Péquignot F, Bovet M, Jouglu E, Lienhart A. Mortality related to anaesthesia in France: analysis of deaths related to airway complications. *Anaesthesia* 2009;64:366–70.
- [9] Landreau B, Odin I, Nathan N. Inhalation gastrique: épidémiologie et facteurs de risque. *Ann Fr Anesth Reanim* 2009;28:206–10.
- [10] Chiron B, Mas C, Ferrandière M, Bonnard C, Fusciardi J, Mercier C, et al. Standard preoxygenation vs two techniques in children. *Pediatr Anesth* 2007;17:963–7.
- [11] Dupeyrat A, Dubreuil M, Ecoffey C. Preoxygenation in children (letter). *Anesth Analg* 1994;79:1027.
- [12] Xue FS, Luo LK, Tong SY, Liao X, Deng XM, An G. Study of the safe threshold of apneic period in children during anesthesia induction. *J Clin Anesth* 1996;8:568–74.
- [13] Salem MR, Wong AY, Fizzoti GF. Efficacy of cricoid pressure in preventing aspiration of gastric contents in paediatric patients. *Br J Anaesth* 1972;44:401–4.
- [14] Sellick BA. Cricoid pressure to control regurgitation of stomach contents during induction of anaesthesia. *Lancet* 1961;19:404–6.
- [15] Neilipovitz DT, Crosby ET. No evidence for decreased incidence of aspiration after rapid sequence induction. *Can J Anesth* 2007;54:748–64.
- [16] Rice MJ, Mancuso AA, Gibbs C, Morey TE, Gravenstein N, Deitte LA. Cricoid pressure results in compression of the postcricoid hypopharynx: the esophageal position is irrelevant. *Anesth Analg* 2009;109:1546–52.
- [17] 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;78: 652–6.
- [18] Lerman J. On cricoid pressure: “may the force be with you” (editorial). *Anesth Analg* 2009;109:1363–6.
- [19] Walker RWM, Ravi R, Haylett K. Effect of cricoid pressure on airway calibre in children: a bronchoscopic assessment. *Br J Anaesth* 2009;104:71–4.
- [20] Allman KG. The effect of cricoid pressure application on airway patency. *J Clin Anesth* 1995;7:197–9.
- [21] Bricker SR, McLuckie A, Nightingale DA. Gastric aspirates after trauma in children. *Anaesthesia* 1989;44:721–4.
- [22] Hassal E. Outcomes of fundoplication: causes for concern, newer options. *Arch Dis Child* 2005;90:1047–52.
- [23] Schmidt J, Strauss JM, Becke K, Giest J, Schmitz B. Recommendations for rapid sequence induction in children. *Anäst Intensivmed* 2007;48:S88–93.
- [24] Weiss M, Gerber AC. Rapid sequence induction in children: it's not a matter of time ! (editorial). *Pediatr Anesth* 2008;18: 97–9.
- [25] Lagarde S, Semjen F, Nouette-Gaulain K, Masson F, Bordes M, Meymat Y, et al. Facemask pressure-controlled ventilation in children: what is the pressure limit? *Anesth Analg* 2010;110:1676–9.
- [26] Weidmann C, Lewis IH. Gaseous induction in the left lateral position for children at risk for gastric aspiration. *Pediatr Anesth* 2001;11:746.
- [27] Koehli N. Aspiration and the laryngeal mask airway. *Anaesthesia* 1991;46:419.
- [28] Perlas A, Chan VWS, Lupu CM, Mitsakakis N, Hanbidge A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Anesthesiology* 2009;111:82–9.
- [29] Bouvet L, Miquel A, Chassard D, Boselli E, Allaouchiche B, Benhamou D. Could a single standardized ultrasonographic measurement of antral area be of interest for assessing gastric contents? A preliminary report. *Eur J Anaesthesiol* 2009;26:1015–9.
- [30] Perlas A, Davis L, Khan M, Mitsakakis N, Chan VWS. Gastric sonography in the fasted surgical patient: a prospective descriptive study. *Anesth Analg* 2011;113:94–7.