

Intubation en préhospitalier : intérêt des nouvelles techniques

Pr Xavier Combes*, Dr Jérôme Sudrial, Dr David Serrano

*Samu 974, Hôpital de St-Denis, CHU de la Réunion, 9745 Saint-Denis cedex

*Auteur correspondant : x.combes.samu974@chu-reunion.fr

POINTS ESSENTIELS

- L'intubation en séquence rapide est la technique de sédation validée pour faciliter l'intubation en situation d'urgence. L'utilisation du rocuronium pourrait être une alternative à la succinylcholine.
- La préoxygénation peut être réalisée par Ventilation Non Invasive chez le patient coopérant.
- Les lames de laryngoscopes en plastiques ne doivent pas être utilisées.
- Les lames de laryngoscopes en métal et à usage unique sont aussi efficaces que les lames réutilisables.
- L'utilisation du mandrin long béquillé est parfaitement validée en situation d'urgence en cas d'intubation difficile sans difficultés de ventilation associées.
- Le masque laryngé d'intubation Fastrach® est le dispositif de ventilation le plus utile en situation d'urgence.
- Les vidéolaryngoscopes ne sont pas encore validés pour la prise en charge de l'intubation difficile en situations d'urgence préhospitalières.
- Les dispositifs de cricothyroïdectomie basée sur la technique de Seldinger sont à privilégier en situation d'urgence.
- Un algorithme d'intubation difficile faisant appel à l'utilisation du long mandrin, du Fastrach® et du kit de cricothyroïdectomie est validé en médecine d'urgence pré hospitalière.

Le contrôle des voies aériennes supérieures est une procédure incontournable en médecine d'urgence. Depuis plusieurs décennies, l'intubation orotrachéale réalisée sous laryngoscopie directe reste la technique de référence pour le contrôle invasif des voies aériennes supérieures. L'intubation en situation d'urgence est une procédure à risques, et qui est considérée comme plus souvent difficile que l'intubation programmée réalisée au bloc opératoire. Un certain nombre de procédures concernant l'intubation en situation d'urgence sont maintenant validées par des études cliniques et recommandées par les conférences d'experts ou de consensus. De nouvelles techniques et l'utilisation de nouveaux dispositifs ont été récemment proposées dans ce contexte.

LA SÉDATION

Ce qui est validé :

Depuis maintenant plus de 15 ans et la première conférence d'experts concernant l'intubation en situation pré hospitalière, récemment actualisée, il est certain que l'intubation en situation d'urgence est grandement facilitée par la réalisation d'une sédation chez le patient conservant une activité cardiaque spontanée au moment du contrôle des voies aériennes^{1,2}. Une sédation peut être ainsi considérée comme le premier outil qui permet de faciliter le processus d'intubation en situation d'urgence. La technique de référence est l'induction ou intubation en séquence rapide (ISR). Cette technique de sédation associe l'utilisation d'un hypnotique et d'un curare de délai d'action court et de durée d'action courte. Les deux hypnotiques les plus souvent recommandés du fait de leur bonne tolérance hémodynamique sont l'étomidate et la kétamine³. Le curare de référence pour la réalisation d'une ISR est la succinylcholine, utilisé à la posologie de 1mg/kg de poids corporel.

Ce qui est en cours d'évaluation :

Récemment le Rocuronium a été proposé comme curare pour la réalisation d'une ISR^{4,5}. Si le Rocuronium lorsqu'il est utilisé à une dose de 1 mg/kg semble offrir les mêmes conditions d'intubation que celles procurées par la succinylcholine et ce dans les mêmes délais, c'est-à-dire en moins de 60 secondes, sa durée d'action est elle très prolongée^{4,6-9}. Depuis peu, un antagoniste très puissant du Rocuronium, le sugammadex, est disponible. Cet antagoniste permet une réversion totale de l'action du Rocuronium en moins de 3 minutes même si ce dernier est utilisé à des doses de 1 mg/kg¹⁰. Le Rocuronium pourrait remplacer à terme la succinylcholine, notamment du fait de sa meilleure tolérance et de la quasi-absence de contre indications en dehors d'un antécédent d'allergie. Il n'existe néanmoins pour l'instant aucune étude ayant comparé la succinylcholine et le Rocuronium dans cette indication. Un large essai multicentrique français en cours de réalisation en médecine d'urgence préhospitalière devrait pouvoir répondre prochainement à cette question.

LA PRÉOXYGÉNATION

Une des étapes essentielles de l'intubation en situation d'urgence concerne le temps de pré oxygénation. La préoxygénation est une manœuvre qui précède l'intubation. Elle ne peut être réalisée que sur des patients ayant une ventilation spontanée conservée au moment où l'indication d'intubation est posée et n'est donc pas réalisée lors de l'intubation des patients en arrêt cardiaque. Classiquement, la préoxygénation consiste à faire respirer au patient durant 3 minutes de l'oxygène pur. En situation d'urgence la préoxygénation est souvent difficile à réaliser de manière correcte et son efficacité est inconstante¹¹. Cette manœuvre est d'autant plus efficace qu'elle est réalisée chez des patients ne présentant pas de pathologie respiratoire aiguë et ayant conservé une capacité résiduelle fonctionnelle proche de la normale. Récemment la ventilation non invasive en mode ventilation spontanée avec aide inspiratoire et pression expiratoire positive (VS AI-PEP) a été proposée comme technique de pré oxygénation pour des patients dont l'indication d'intubation était une détresse respiratoire aiguë¹². Cette dernière technique de pré oxygénation s'est avérée plus efficace que la traditionnelle préoxygénation de 3 minutes en oxygène pur. En l'absence de troubles sévères de la conscience, la préoxygénation devrait se faire avec une technique de Ventilation non invasive.

LE MATÉRIEL

Une des problématiques rencontrées avec tous les dispositifs proposés pour la prise en charge des voies aériennes tient au fait que le « circuit » avant la commercialisation est très court et qu'aucune validation clinique n'est exigée avant que ces dispositifs ne deviennent disponibles pour les praticiens. Contrairement aux médicaments il n'existe pas de procédure de validation qui pourrait s'apparenter à une AMM. Ainsi, si un dispositif répond au cahier des charges du marquage CE, il peut être commercialisé et proposé pour la prise en charge des situations d'intubation difficile et cela même si aucune donnée clinique n'est disponible. Par ailleurs, l'histoire habituelle de l'évaluation d'un dispositif conçu pour être utilisé en cas d'intubation difficile débute par des études purement descriptives : sur mannequin puis avec des patients faciles à intuber, simulation d'intubation difficile, intubation difficile anticipée et non anticipée. La plupart des études ont lieu au bloc opératoire. Très peu d'études ont été réalisées en situation d'urgence et les essais sont extrêmement rares.

Lames de laryngoscopes

L'immense majorité des patients intubés en situation d'urgence le sont à l'aide d'un laryngoscope muni d'une lame courbe dite de MacIntosh. Jusqu'il y a une dizaine d'années ces lames de laryngoscopes étaient toutes en métal et réutilisables après décontamination. Depuis la prise de conscience des risques de transmission interhumaine d'agents infectieux lors de l'utilisation de dispositifs réutilisables, il a été fortement recommandé d'utiliser des dispositifs à usage unique. Ainsi ont été commercialisées il y a quelques années des lames de laryngoscopes en plastique à usage unique. Plusieurs travaux cliniques réalisés en situation d'urgence ont bien montré que les conditions d'intubation étaient plus difficiles lorsque des

lames en plastique étaient utilisées. Plus récemment des lames en métal et à usage unique sont devenues disponibles. Ces lames en métal à usage unique sont d'une efficacité supérieure aux lames en plastique et se doivent donc d'être utilisées dans toutes les situations d'intubation en urgence¹³⁻¹⁶. On peut considérer que l'utilisation de lames de laryngoscope en métal et à usage unique est une procédure nouvelle et bien validée en médecine d'urgence.

Mandrins

En cas d'intubation difficile et dès lors que la ventilation et l'oxygénation restent possibles, les dispositifs d'aide à l'intubation qui sont le plus souvent recommandés sont les mandrins longs béquillés. Ces dispositifs ne sont pas à proprement parler de nouveaux outils d'intubation. Ils sont en effet validés depuis plusieurs décennies pour la prise en charge de l'intubation difficile au bloc opératoire^{17,18}. Par contre leur utilisation en médecine d'urgence et notamment lorsqu'ils sont intégrés dans des algorithmes de prise en charge des situations d'intubation difficile imprévue survenant dans un contexte intra ou pré hospitalier n'a été validée que ces dernières années. En situation d'urgence le mandrin long béquillé permet de résoudre plus de 80 % des cas d'intubation difficile¹⁹⁻²¹. Son taux d'efficacité élevé, sa très grande sécurité d'utilisation (les complications rapportées en rapport avec son utilisation sont exceptionnelles) et sa courbe d'apprentissage très courte de l'ordre de quatre à cinq manipulations en font un outil incontournable pour la prise en charge de l'intubation difficile en médecine d'urgence. L'utilisation de ce dispositif en cas d'intubation difficile sans difficulté de ventilation associée peut être considérée comme une procédure validée dans le contexte de la médecine d'urgence².

Dispositifs de ventilation supraglottiques

En cas de difficultés d'intubation associées à des difficultés de ventilation au masque facial, et donc d'oxygénation, la plupart des algorithmes de prise en charge de l'intubation difficile proposent d'utiliser en première intention une prothèse supraglottique afin d'assurer une ventilation efficace. Deux grands types de prothèses supraglottiques sont disponibles, les dispositifs pharyngés tels que le masque laryngé classique et le masque laryngé d'intubation Fastrach® et les dispositifs œsopharyngés tels que le Combitube® et l'Easytube®. Il existe aujourd'hui plusieurs études ayant bien montré l'efficacité de l'utilisation du masque laryngé d'intubation Fastrach® en cas d'intubation difficile survenant en situation d'urgence^{19,22,23}. Ce dispositif a par rapport aux autres prothèses supraglottiques l'intérêt d'associer un dispositif de ventilation (le masque lui-même) et un dispositif d'intubation puisque par essence le Fastrach® est conçu pour permettre l'intubation « à l'aveugle » du patient. Les taux de succès de ventilation efficace à travers le Fastrach® avoisinent les 100 % et le taux d'intubation à travers le Fastrach® sont rapportées dans les différentes séries pour être supérieurs à 80 % lorsque ce dispositif est utilisé en situation d'urgence par des praticiens non anesthésistes^{19,22,23}.

ABORD TRACHÉAL DIRECT

L'abord trachéal direct est l'ultime étape de contrôle des voies aériennes supérieures lorsque la voie sus-glottique est impossible. La plupart des études ayant évalué les techniques d'abord trachéal direct sont soit des séries de patients soit des études réalisées sur mannequins ou cadavres. Plusieurs dispositifs sont disponibles, soit utilisant le principe de la technique de Seldinger soit la technique de ponction directe. Des arguments provenant d'études comparatives réalisées sur le cadavre plaident pour l'utilisation préférentielle de dispositifs utilisant la technique de Seldinger. Ces derniers dispositifs semblent plus sûrs et occasionner moins de complications²⁴.

LES VIDÉOLARYNGOSCOPES

Si les années 90 ont été les années des dispositifs supraglottiques tels que le masque laryngé classique, masque laryngé d'intubation ou Fastrach®, les années 2000 ont vu apparaître une nouvelle gamme d'outils d'intubation : les vidéolaryngoscopes ou glottisopes...

La littérature médicale consacrée à l'évaluation de ces dispositifs commence à devenir très importante. Lorsqu'on analyse les résultats des principales publications ayant évalué les vidéolaryngoscopes en milieu intrahospitalier, on peut constater que l'efficacité de certains de ces dispositifs est très grande. Ainsi, une large expérience existe pour deux vidéolaryngoscopes dont les principes d'utilisation sont différents : l'Airtraq® et le Glidescope®. L'Airtraq® est un vidéolaryngoscope jetable qui possède un canal latéral qui guide la sonde d'intubation jusque devant l'orifice glottique. Son utilisation ne fait pas appel à un quelconque mandrin car l'angulation entre le manche et la lame n'est que de 90°.

Plusieurs études ont bien montré l'efficacité de l'Airtraq® au bloc opératoire que ce soit dans des conditions d'intubation difficile prévisibles ou non anticipées²⁵⁻²⁹. L'Airtraq® a ainsi été utilisé au sein d'un algorithme de prise en charge des situations d'intubation difficile imprévue survenant au bloc opératoire²⁵. De la même façon, plusieurs études prospectives ayant inclus des milliers de patients ont rapporté des taux de succès élevés lorsque le Glidescope® était utilisé au bloc opératoire pour la prise en charge des situations d'intubation difficile prévues ou imprévues.^{30 31} Ce vidéolaryngoscope, dont le principe d'utilisation est différent de celui de l'Airtraq®, nécessite lui l'utilisation d'un mandrin rigide.

Malgré une large expérience dans le contexte du bloc opératoire, il n'existe encore que très peu d'études ayant évaluées ces nouveaux dispositifs dans le cadre de l'urgence. Peu d'études comparatives de bon niveau méthodologique sont disponibles sur l'évaluation des vidéolaryngoscopes en situation d'urgence. La plupart des séries rapportées d'utilisation de vidéolaryngoscopes dans le contexte de l'urgence sont descriptives et non randomisées^{32 33}.

Concernant le Glidescope®, plusieurs études non comparatives rapportent des taux de succès d'intubation élevés lorsque le dispositif est utilisé pour l'intubation, dans des structures d'urgence intra hospitalières, de patients tout venant sans critères prédictifs d'intubation

difficile. Aucun essai ayant comparé le Glidescope® à l'intubation sous laryngoscopie directe ou à un autre dispositif alternatif en situation d'urgence n'est pour l'instant disponible³⁴⁻³⁷.

L'Airtraq® a été évalué dans plusieurs études réalisées en situation d'urgence pré hospitalière. Une étude descriptive clinique a rapporté une série de 50 patients intubés à l'aide d'un Airtraq® par une équipe hélicoptérée de *paramedics* aux États-Unis. Cette étude non comparative rapportait déjà dans ce contexte pré hospitalier un taux d'échec important (40 %) lors de l'utilisation de l'Airtraq®, notamment du fait de la présence de sang ou de liquides alimentaires au niveau de la région oropharyngée³⁸. Un travail récent publié par une équipe allemande est particulièrement intéressant tant dans la méthodologie que dans les résultats rapportés. Il est à souligner que ce travail, fait très rare, est un essai randomisé réalisé en médecine d'urgence pré hospitalière et ayant comparé l'intubation classique utilisant la laryngoscopie directe avec l'intubation trachéale réalisée à l'aide d'un vidéolaryngoscope, l'Airtraq®³⁹. Dans ce travail, les opérateurs étaient des médecins urgentistes confirmés ou des médecins anesthésistes réanimateurs qui étaient tous formés préalablement au début de l'étude à l'utilisation de l'Airtraq®. Plus de 200 patients nécessitant une intubation trachéale en urgence dans le contexte préhospitalier furent randomisés pour être intubés soit sous laryngoscopie directe soit avec l'utilisation de l'Airtraq®. Le taux d'intubation réussie avec la laryngoscopie directe était de 99 % alors que le taux de succès d'intubation avec l'Airtraq® n'était que de 47 %. Tous les échecs d'intubation associés à l'utilisation première de l'Airtraq® étaient « rattrapés » par la laryngoscopie directe.

Si cette étude ne s'est pas intéressée spécifiquement aux situations d'intubation difficile, car tous les patients étaient randomisés dès le début du processus de contrôle des voies aériennes, les résultats rapportés ne peuvent qu'inciter à la plus grande retenue quant à l'utilisation des vidéolaryngoscopes en situation d'urgence, notamment préhospitalière. D'autres études sont nécessaires avant de pouvoir éventuellement recommander ces dispositifs dans le cadre de l'intubation difficile survenant en situation d'urgence en dehors du bloc opératoire.

La médecine d'urgence est régulièrement « soumise » à une pression de la part de l'industrie qui propose des dispositifs plus ou moins validés pour une utilisation en urgence. Il faut absolument que la communauté urgentiste soit vigilante pour ne pas utiliser des dispositifs qui n'ont pas été évalués en situation d'urgence et qui pour certains se révèlent très efficaces dans le contexte de l'intubation difficile survenant au bloc opératoire, mais dont l'efficacité peut être tout à fait différente dans d'autres conditions telles que celles présentes en médecine d'urgence.

LES ALGORITHMES

Même si l'application d'algorithme pour la gestion des situations critiques et notamment celle de l'intubation difficile n'est pas un nouveau concept, peu d'études ont validé l'intérêt d'appliquer un algorithme prédéfini pour la prise en charge des situations d'intubation difficile survenant dans le contexte de l'urgence. Nous avons récemment rapporté l'intérêt d'appliquer en médecine d'urgence préhospitalière un algorithme prédéfini simple de prise en

charge des situations d'intubation difficile non anticipées. Dans ce travail prospectif d'évaluation, trois dispositifs étaient intégrés dans l'algorithme : le mandrin long béquillé, le masque laryngé d'intubation Fastrach® et une technique de cricothyroïdectomie réalisée selon la méthode de Seldinger. Dans cette série de 2674 patients intubés en situation d'urgence pré hospitalière, 6 % d'entre eux nécessitèrent l'utilisation d'un dispositif alternatif¹⁹. Le long mandrin béquillé permit de résoudre 75 % des difficultés d'intubation. Tous les patients ayant nécessité l'utilisation du masque Fastrach® soit d'emblée en raison de difficultés majeures de ventilation au masque facial soit après échec d'utilisation du mandrin long purent être ventilés efficacement et 95 % d'entre eux furent intubés à travers le Fastrach®. Un seul patient dut bénéficier d'une cricothyroïdectomie. D'autres algorithmes ont pu être proposés pour la prise en charge des situations d'intubation difficile survenant dans le contexte de l'urgence mais sans validation prospective.

CONCLUSION

Si de très nombreux travaux ont été réalisés pour évaluer au bloc opératoire l'intérêt et l'efficacité des nouveaux dispositifs d'aide à l'intubation que sont notamment les vidéolaryngoscopes, aucune étude de niveau méthodologique élevée ne permet de recommander ces nouveaux outils en médecine d'urgence à ce jour. Un algorithme simple faisant appel à l'utilisation du mandrin long béquillé, d'un dispositif supraglottique de ventilation tel que le masque laryngé d'intubation Fastrach® et d'un dispositif d'abord trachéal direct reste encore aujourd'hui la procédure dont le niveau de validation en médecine d'urgence est le plus élevé. De nouvelles études cliniques sont indispensables pour évaluer et préciser la place éventuelle que pourraient prendre les nouveaux outils d'intubation en médecine d'urgence.

RÉFÉRENCES

1. Boisson-Bertrand D, Bourgain JL, Camboulives J, et al. Difficult intubation. French Society of Anesthesia and Intensive Care. A collective expertise. *Ann Fr Anesth Reanim* 1996;15:207-14.
2. Combes X, Pean D, Lenfant F, et al. Difficult airway-management devices. Establishment and maintenance: question 4. *Societe Francaise d'Anesthesie et de Reanimation*. *Ann Fr Anesth Reanim* 2008;27:33-40.
3. Vivien B, Adnet F, Bounes V, et al. Sedation and analgesia in emergency structure. Reactualization 2010 of the Conference of Experts of Sfar of 1999. *Ann Fr Anesth Reanim* 2012;31:391-404.
4. Perry JJ, Lee JS, Sillberg VA, Wells GA. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2008:CD002788.
5. Sakles JC, Laurin EG, Rantapaa AA, Panacek EA. Rocuronium for rapid sequence intubation of emergency department patients. *J Emerg Med* 1999;17:611-6.

6. Sluga M, Ummenhofer W, Studer W, et al. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction of anesthesia and endotracheal intubation: a prospective, randomized trial in emergent cases. *Anesth Analgesia* 2005;101:1356-61.
7. Hiestand B, Cudnik MT, Thomson D, Werman HA. Rocuronium versus succinylcholine in air medical rapid-sequence intubation. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors* 2011;15:457-63.
8. Perry JJ, Lee J, Wells G. Are intubation conditions using rocuronium equivalent to those using succinylcholine? *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 2002;9:813-23.
9. Magorian T, Flannery KB, Miller RD. Comparison of rocuronium, succinylcholine, and vecuronium for rapid-sequence induction of anesthesia in adult patients. *Anesthesiology* 1993;79:913-8.
10. Lee C, Jahr JS, Candiotti KA, et al. Reversal of profound neuromuscular block by sugammadex administered three minutes after rocuronium: a comparison with spontaneous recovery from succinylcholine. *Anesthesiology* 2009;110:1020-5.
11. Mort TC. Preoxygenation in critically ill patients requiring emergency tracheal intubation. *Critical Care Med* 2005;33:2672-5.
12. Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;174:171-7.
13. Jabre P, Galinski M, Ricard-Hibon A, et al. Out-of-hospital tracheal intubation with single-use versus reusable metal laryngoscope blades: a multicenter randomized controlled trial. *Ann Emerg Med* 2011;57:225-31.
14. Jabre P, Leroux B, Brohon S, et al. A comparison of plastic single-use with metallic reusable laryngoscope blades for out-of-hospital tracheal intubation. *Ann Emerg Med* 2007;50:258-63.
15. Amour J, Le Manach YL, Borel M, et al. Comparison of single-use and reusable metal laryngoscope blades for orotracheal intubation during rapid sequence induction of anesthesia: a multicenter cluster randomized study. *Anesthesiology* 2010;112:325-32.
16. Amour J, Marmion F, Birenbaum A, et al. Comparison of plastic single-use and metal reusable laryngoscope blades for orotracheal intubation during rapid sequence induction of anesthesia. *Anesthesiology* 2006;104:60-4.
17. Nolan JP, Wilson ME. An evaluation of the gum elastic bougie. Intubation times and incidence of sore throat. *Anaesthesia* 1992;47:878-81.
18. McCarroll SM, Lamont BJ, Buckland MR, Yates AP. The gum-elastic bougie: old but still useful. *Anesthesiology* 1988;68:643-4.
19. Combes X, Jabre P, Margenet A, et al. Unanticipated difficult airway management in the prehospital emergency setting: prospective validation of an algorithm. *Anesthesiology* 2011;114:105-10.
20. Combes X, Jabre P, Jbeili C, et al. Prehospital standardization of medical airway management: incidence and risk factors of difficult airway. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 2006;13:828-34.
21. Jabre P, Combes X, Leroux B, et al. Use of gum elastic bougie for prehospital difficult intubation. *Am J Emerg Med* 2005;23:552-5.
22. Combes X, Aaron E, Jabre P, et al. [Introduction of the intubating Laryngeal Mask Airway in a prehospital emergency medical unit]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2006;25:1025-9.

23. Tentillier E, Heydenreich C, Cros AM, et al. Use of the intubating laryngeal mask airway in emergency pre-hospital difficult intubation. *Resuscitation* 2008;77:30-4.
24. Benkhadra M, Lenfant F, Nemetz W, et al. A comparison of two emergency cricothyroidotomy kits in human cadavers. *Anesthesia and analgesia* 2008;106:182-5
25. Amathieu R, Combes X, Abdi W, et al. An algorithm for difficult airway management, modified for modern optical devices (Airtraq laryngoscope; LMA CTrach): a 2-year prospective validation in patients for elective abdominal, gynecologic, and thyroid surgery. *Anesthesiology* 2011;114:25-33.
26. Dhonneur G, Abdi W, Ndoko SK, et al. Video-assisted versus conventional tracheal intubation in morbidly obese patients. *Obes Surg* 2009;19:1096-101.
27. Maharaj CH, Costello JF, McDonnell JG, et al. The Airtraq as a rescue airway device following failed direct laryngoscopy: a case series. *Anaesthesia* 2007;62:598-601.
28. Malin E, Montblanc J, Ynineb Y, et al. Performance of the Airtraq laryngoscope after failed conventional tracheal intubation: a case series. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009;53:858-63.
29. Woollard M, Lighton D, Mannion W, et al. Airtraq vs standard laryngoscopy by student paramedics and experienced prehospital laryngoscopists managing a model of difficult intubation. *Anaesthesia* 2008;63:26-31.
30. Griesdale DE, Liu D, McKinney J, Choi PT. Glidescope(R) video-laryngoscopy versus direct laryngoscopy for endotracheal intubation: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth* 2012;59:41-52.
31. Aziz MF, Healy D, Kheterpal S, et al. Routine clinical practice effectiveness of the Glidescope in difficult airway management: an analysis of 2,004 Glidescope intubations, complications, and failures from two institutions. *Anesthesiology* 2011;114:34-41.
32. Sakles JC, Mosier JM, Chiu S, Keim SM. Tracheal intubation in the emergency department: a comparison of GlideScope(R) video laryngoscopy to direct laryngoscopy in 822 intubations. *J Emerg Med* 2012;42:400-5.
33. Struck MF, Wittrock M, Nowak A. Prehospital Glidescope video laryngoscopy for difficult airway management in a helicopter rescue program with anaesthetists. *Eur J Emerg Med* 2011;18:282-4.
34. Wayne MA, McDonnell M. Comparison of traditional versus video laryngoscopy in out-of-hospital tracheal intubation. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors* 2010;14:278-82.
35. Platts-Mills TF, Campagne D, Chinnock B, et al. A comparison of GlideScope video laryngoscopy versus direct laryngoscopy intubation in the emergency department. *Acad Emerg Med* 2009;16:866-71.
36. Lim HC, Goh SH. Utilization of a Glidescope videolaryngoscope for orotracheal intubations in different emergency airway management settings. *Eur J Emerg Med* 2009;16:68-73.
37. Mosier J, Chiu S, Patanwala AE, Sakles JC. A comparison of the GlideScope video laryngoscope to the C-MAC video laryngoscope for intubation in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2013;61:414-20 e1.
38. Russi CS, Myers LA, Kolb LJ, et al. The Airtraq Optical Laryngoscope in helicopter emergency medical services: a pilot trial. *Air medical journal* 2013;32:88-92.

39. Trimmel H, Kreuziger J, Fertsak G, et al. Use of the Airtraq laryngoscope for emergency intubation in the prehospital setting: a randomized control trial. *Critical care Med* 2011;39:489-93.