HAL
open science

Comparaison du vidéo-laryngoscope McGrath® MAC pédiatrique et du laryngoscope direct pour l'intubation par des novices chez des enfants sans critères d'intubation difficile : une étude randomisée contrôlée

Antoine Giraudon

To cite this version:

Antoine Giraudon. Comparaison du vidéo-laryngoscope McGrath® MAC pédiatrique et du laryngoscope direct pour l'intubation par des novices chez des enfants sans critères d'intubation difficile : une étude randomisée contrôlée. Médecine humaine et pathologie. 2016. dumas-01417681

HAL Id: dumas-01417681

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01417681

Submitted on 15 Dec 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de Bordeaux

U.F.R. Sciences Médicales

Année 2016 Thèse n°3104

THESE

Pour l'obtention du

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement le

14 octobre 2016

Par

Antoine GIRAUDON

Né le 12 avril 1987 à Poitiers (86)

Comparaison du vidéo-laryngoscope McGrath® MAC pédiatrique et du laryngoscope direct pour l'intubation par des novices chez des enfants sans critères d'intubation difficile : Une étude randomisée contrôlée

Directrice de thèse

Madame le Docteur Maryline BORDES-DEMOLIS

Rapporteur

Monsieur le Professeur Christophe DADURE

Jury

Madame le Professeur Karine NOUETTE-GAULAIN	Présidente
Monsieur le Professeur Matthieu BIAIS	Juge
Monsieur le Professeur Christophe DADURE	Juge
Madame le Docteur Maryline BORDES-DEMOLIS	Juge
Madame le Docteur Lydia MOREL-LEQUETTE	Juge

Remerciements

À notre Présidente du jury
Madame le Professeur Karine NOUETTE-GAULAIN
Professeur des Universités
Praticien Hospitalier

Vous m'avez fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse et de juger ce travail. Je vous remercie pour votre enseignement et votre compagnonnage tout au long de mon internat, pour votre dynamisme, pour votre soutien dans ma formation au long de toutes ces années, pour votre accueil dans votre service, pour votre disponibilité à chacune de mes nombreuses questions. Je veux vous remercier pour votre confiance dans mon travail et de m'accueillir dans votre équipe. J'espère avoir été digne de vos attentes. Soyez assurée de ma profonde reconnaissance.

À notre rapporteur et jury
Monsieur le Professeur Christophe DADURE
Professeur des Universités
Praticien Hospitalier

Je suis honoré que vous ayez accepté de lire et commenter ce travail. Votre expertise et le regard que vous avez porté sur ce travail m'ont été inestimables. Je vous remercie aussi pour vos enseignements au cours de mon trop court passage à Montpellier. Soyez assuré de mon profond respect et veuillez recevoir toute ma reconnaissance.

À notre jury
À Monsieur le Professeur Matthieu BIAIS
Professeur des Universités
Praticien Hospitalier

Je suis honoré que tu ais accepté de juger ce travail. Ton enseignement, ta rigueur et ton dynamisme marquent chacun d'entre nous et sont un exemple de bienveillance. Sois assuré de mon profond respect.

À ma directrice de thèse et jury

Madame le Docteur Maryline BORDES-DEMOLIS

Praticien Hospitalier

En dépit du travail à accomplir, et même parfois de la distance, tu m'as fait l'honneur de me confier ce travail de thèse et de le diriger. Je tiens à te remercier profondément de m'avoir fait confiance et de m'avoir accompagné dans sa réalisation. Je suis heureux d'avoir pu recevoir ton enseignement et j'espère avoir été à la hauteur de tes attentes.

À notre jury

Madame le Docteur Lydia MOREL-LEQUETTE

Praticien Hospitalier

Je suis comblé que tu ais accepté de juger ce travail. Mon internat n'aurait pas été le même sans ton enseignement, sans ton sens de la rigueur et surtout sans ton rire. Je suis heureux de te compter parmi mes futurs collègues et de pouvoir te compter parmi mes amis.

À Marc,

Merci pour ton soutien indéfectible. Merci d'avoir toujours été là et d'avoir tenu toutes ces années. Merci d'éclairer mon quotidien et de toujours me surprendre. Merci de me t'occuper de moi et de me réveiller à la fin des films. Je suis heureux de vivre enfin avec toi, de voir notre vie se construire et d'imaginer tous nos projets.

À ma famille,

À mes parents, pour votre soutien depuis des années, pour votre amour depuis toujours, pour avoir toujours su m'aider à prendre les bonnes décisions. Merci pour tout. « Mais c'est quoi déjà le sujet de ta thèse ??!? »
À ma sœur, pour toutes les années que l'on a partagé, pour tes conseils toujours plus avisés années après années. Tu ne sais pas assez à quel point je suis fier de toi et à quel point j'admire la famille que tu as fondé. À toi aussi Guillaume, et bien sûr à vous deux aussi Maxence et Clément, je sens que vous n'allez laisser personne souffler.

À mes grands-parents, paternels et maternels, mais pas seulement. Merci de m'avoir tous fait grandir, j'espère vous avoir rendu fiers car c'était mon seul souhait. Et promis, la prochaine fois j'écrirai tout en français.
À mon grand-oncle et ma grand-tante, merci d'avoir été près de moi en ce début d'internat, dans cette région que je ne connaissais pas.
À tous mes oncles et tantes, à mes cousins et mes cousines, et surtout à nos grandes réunions de familles qui s'apparenteraient presque à des congrès.

À mes amis d'enfance,

À Camille, à nos remix, nos concerts, les chants et les verres qu'on a partagés. Nos « plus de la moitié du double » et nos « elles savent qu'on savent ». Merci à ma succursale parisienne d'être venue te délocaliser.
À Elsa, à notre amitié qui ne se compte peut-être même plus en années. Une nouvelle étape a commencé et j'espère que vous allez en profiter !
À Sarah, la première Giraudon à avoir rejoint le sud. A nos années d'amitié, qui vont continuer ici, car même une tempête ne peut y résister.
À Hannah, tu es partie bien loin mais tu m'as fait découvrir le sud'euh. Y'a plus qu'à te faire revenir pour qu'on puisse retrouver ensemble nos 10 ans.

A mes amis bordelais,

À Barbachat,😻. Merci de n'avoir pas cédé à mes avances. Merci pour ton humour, ta volonté, merci de m'avoir laissé de la place sur le canapé. Merci pour ces souvenirs qu'on a partagés. Sûrement la plus belle chose que Bordeaux m'ait apportée.

À Foufou, à tes enzymes mutées et toutes les plumes que tu y a laissées. Maintenant arrête de nous faire rêver et amène nous sur ton île !

À Anne-So, même après 148h de travail d'affilée tu restes aussi fraîche que nous tous réunis. La chirurgienne du groupe, alors reviens vite on a encore des tas d'entrecôtes à tester !

À la Cétran, le cerveau du groupe (il en fallait au moins un). Merci d'être sortie de ta tanière, et surtout merci pour tes coups de machette.

Au Scottom-Syndrome, on n'a pas encore trouvé de traitement miracle mais on t'aime quand même comme ça. Si tu arrêtais de te plaindre ça ne serait plus pareil !

À Stoof, à tous les cocktails qu'on va continuer à tester, à ton futur nordiste de castraise. Garde ton accent et ta joie de vivre, et n'oublie pas de revenir souvent nous voir.

À Julia, au boulot comme en amitié tu te donnes entièrement, et même de l'autre rive j'accepte de continuer à te « fréquenter ».

À Sara, à tes soirées survoltées et tes siestes improvisées.

À Maxime, à tes apéros à la bordelaise, à ton accueil et surtout à ton amitié. Je suis vraiment content d'avoir eu la chance de te rencontrer.
À Aurore, on est parti les yeux fermés découvrir notre nouvelle région, on n'a pas été déçus. Tu es partie pour une nouvelle vie et ça a l'air de plutôt vous réussir à tous les trois.
À la Masse et au Druide, à votre humour inimitable ! Au lien limougeo-poitou-charentais qu'on n'avait jamais soupçonné …
À PA, à ta bonne humeur perpétuelle et tes remarquables qualités humaines !

À Marie, à nos onion-rings, nos bières et nos débuts dans la politique. Tu es une vraie perle de la médecine, continue de briller comme ça !
À Hugues, bientôt un vrai docteur ! Déjà un véritable ami. Content de savoir que tu rejoindras bientôt notre grande équipe !
À Isabelle et Anne, de co-internes à interne, d'amis à collègues, aux potins et aux resto qu'on continuera de partager.

À Marie, pour ton sourire et nos soirées improvisées.
À Flavie, pour arriver à me surprendre à CHAQUE fois !

À la team de la SNCF, Caroline, Elsa, Simon et Victoria. A nos périples sans fin et nos apéros SANS gêne mais AVEC plaisir.
À Lucie, j'espère avoir mis aujourd'hui la chemise digne de tes attentes (5 ans c'est court pour choisir !). Merci de m'avoir transmis ta passion, et j'espère un jour arriver à atteindre un jour la moitié de ton énergie.
À Jonathan, ça ne fait que commencer fils !

À toutes les personnes qui m'ont accompagné, qui m'ont appris, à toutes les équipes qui m'ont aidé à devenir un peu plus anesthésiste chaque semestre et aux co-internes avec qui j'ai passé de super semestres :

À Anne, sans toi ma vie en médecine (et en dehors !) n'aurait pas été la même.

À Sophie, nos sous-colles et nos festins, sans toi je n'aurai pas atteint mes objectifs. À Simon, et bientôt votre premier projet qui va se concrétiser.

À mes co-externes poitevins, à ceux qui ont adopté l'Aquitaine, vont la tenter et ceux qui finalement devrait aussi essayer ! À Anne-So, Thibaut, Sophette, Philippe, Dédé, Didi, Cécile, Clémentine, Anne, Adélaïde, Clément, Cécile, Clémence, Luciane, Guillaume, Alain, Angèle. À Véronique pour m'avoir fait gouter à la réa et Benjamin pour m'avoir fait aimer l'anesthésie.

À la Dordogne qui m'a si bien accueilli je n'arrive pas à la quitter : Jacques, Sébastien, Anne, Romain, Francis, et toute l'équipe qui m'a fait découvrir l'anesthésie. À Lila ma première co-interne qui est partie chercher le soleil dans le grand nord. À toute la troupe de Périgueux, Aurore, Andy, Agathe, Ben et Sophie, aux soirées périgourgines, aux sapins tranchés, aux barquettes cuisinées et aux budgets boissons dépassés. À Grégoire, mon premier interne !

À toute l'équipe de 11 : Stéphane, Laurent, Vincent, Michel, Florence, Claudine, Benoit et à Alex et Mylène pour nos cafés ensoleillés. À Caro, Will et toute l'équipe de Saint-André.

À toute l'équipe du cardio : JB, Alain R. et Alain C., Hamid et les autres. Et bien sûr Hugues (« appelez un vrai docteur !! ») et Lydia, à tous les piliers frottés et les craquages partagés. Maxime, Coline et Benjamin. À Marion et nos débriefings surmenés. À Julie, à Amandine (content d'avoir un peu contribué à Apolline) et tous les autres que j'ai peur d'oublier.

À la maternité qui m'a volé mon sommeil à jamais : Merci Gaëlle et Brice, Chantal, Benjamin, Mélanie, Lydie et bien sûr Cédric et Aurélie (anesthéto-obstétriophiles convaincus !!).

À la pédiatrie sans qui nous n'aurions pas pu mener ce travail jusqu'au bout : Evidemment Maryline, Florence mais aussi toute l'équipe, merci Yves de m'avoir fait découvrir les enfants dans la sérénité. À mes ainés Yan, Anne et bien sûr Isabelle.

À toute l'équipe paloise: Philippe, Paul et Paul, Eloïse, Franck, Walter et Jean-Noël. Un semestre au top, merci à mes super co-internes Prune, Lise et Elsa. Je regrette seulement d'être parti, mais j'espère qu'on aura quand même fini par sauver du critically 3 … Merci Martine, Freddy, Simon et Louis de m'avoir accueilli, de m'avoir donné un toit pour mes soirées d'hiver passées à compter mes dents.

À la réa chir : Cédric, Nicolas, François, Julien et Mélanie et toute l'équipe. À mes co-internes Yan, JC, Elsa, Thomas et Marie avec qui on a appris que finalement, dormir c'est dépassé ! À Cléa pour tes réveils nocturnes et Aurélien pour avoir fabriqué mes cocktails Tahor-Levothyrox.

À toute l'équipe du CFXM : Amélie, Marie-Christine, Carlos, Robert, Béatrix, Frédérique, Nathalie, Louise, Thibault, Fairouz, Bernard, Monique… Merci pour votre super accueil, sans oublier Nathalie et Imène bien sûr. Merci pour ce semestre, et je suis ravi de vous rejoindre bientôt !
Sans oublier notre équipe d'interne, Jeanne, Romain, Eva, Hélène, Julien, nos squattages de bureau pour nos repas « gastronomiques ».
À mes futurs collègues aussi, Nadia et Charlotte.

À toute l'équipe montpelliéraine : merci pour ce semestre au delà de mes attentes ! Merci Olivier pour m'avoir pris sous ton aile, à mes assistantes de choc Cécilia et Julie, Pierre, Adrien, Thibault et Olivier, Nathalie, Didier, Caroline, Philippe, Julie, Michèle, Jean-François… (j'ai peur d'en oublier !).
Mais aussi à toute l'équipe du DAR A pour votre super accueil, Anne-Charlotte, Chrystelle, Christian, Olivier, Orianne, Camille, Jonathan, Pauline, Sophie et sans oublier Claudette.
Au Professeur Capdevila, merci de m'avoir accueilli dans votre équipe, de m'avoir permis de confirmer que oui, l'ALR et la chaleur me vont très bien !

À tous mes co-internes : Clément, Yoann, les Guillaumes, Claudio et Florian, une équipe au top ! Jessie, Anaïs, Olivier, Elisabeth, Marina, Flora, Séverin, Geoffrey, Remy et Julien.

À Omar pour nos mojitos et pour nos siestes au soleil.
À Arnaud, le meilleur réanimateur au milieu des néphrologues (ou est-ce l'inverse ?), et dis toi que Paris approche à grand pas !
À Eugénie et Max bien sûr pour nos talents de navigateurs.
À Chantal, Hubert et toute la famille qui m'a accueilli !

À l'aile 2 : Antoine la fouine, Chacha, Nam et Fred, mais aussi Aurélie, Stan, Susu, Fonfon, Pom'potte, Emilie et j'en passe... À la team Boumboum pour un semestre au top ! Timon, Chacha, Manolita, la Reine des neiges et Etienne bien sûr !

Au Magelland et au BURG pour cette dernière ligne droite : Camille, Benjamin, Christelle, Virginie, Arnaud, Patrick, Régis et Hadrien. À Julia et Pierre, Lisa, Antoine, Mathilde, Jérémie, Laura, Florian et Pierre-Antoine. À mes deux derniers CCA ! Pour votre industrie du café, et Peter pour ton appétit jamais véritablement calmé. À Laurent, Julien, Philippe, Michel, Patrick et Jean-François. Sans oublier Arnaud mon binôme invisible.

À Patricia, qui est partie pour une nouvelle vie. Merci de nous avoir accompagné toutes ces années.

Résumé

Contexte: La gestion des voies aériennes et l'intubation trachéale sont réalisées de manière courante en anesthésie pédiatrique mais sont encore associées à des événements indésirables. Les vidéo-laryngoscopes ont été développés pour faciliter et raccourcir le temps d'intubation trachéale. Le McGrath® MAC est un vidéo-laryngoscope avec une lame courbe similaire à la lame de Macintosh, dont l'utilisation n'a pas encore été décrite pour l'intubation trachéale en pédiatrie en première intention.

Objectif: Comparer la laryngoscopie directe avec le vidéo-laryngoscope McGrath® MAC par des novices en anesthésie pédiatrique.

Méthode: Six internes d'anesthésie pédiatrique, novices en laryngoscopie pédiatrique, ont été assignés par randomisation à réaliser une intubation trachéale en utilisant soit la laryngoscopie directe avec lame Macintosh (LD) soit le vidéo-laryngoscope McGrath® MAC (MM) en dispositif de première intention chez des enfants pesant entre 10 et 20 kg sans critères d'intubation difficile.

Résultats: Cent trente-deux enfants ont participé à notre étude entre Août 2013 et Avril 2015. Le Temps d'Intubation (TI) était plus court dans le groupe LD (n = 67) comparé au groupe MM (n = 65) avec 42 s (35-50) vs. 48 s (43-58) $P = 0.002$. Le Temps de Meilleure Exposition (TME) était similaire entre les deux groupes (10 s (7-16) vs. 10 s (8-15) $P = 0.50$), le Temps de Passage de Sonde (TPS) était plus court avec la LD (29 s (25-35) vs. 35 s (30-45) $P = 0.0002$) et les scores de Cormack & Lehane ou de POGO score étaient similaires entre les deux groupes. L'incidence des événements indésirables respiratoires mineurs n'était pas différente : 12 dans le groupe LD (17.9 %) vs. 12 dans le groupe MM (18.5 %).

Conclusion: Le vidéo-laryngoscope McGrath® MAC, lorsque qu'il est utilisé par un novice en laryngoscopie prolonge le temps d'intubation trachéale, chez les enfants sans critères d'intubation difficile. Cette différence est principalement due à l'allongement du temps nécessaire au passage de la sonde d'intubation après obtention d'une exposition glottique optimale.

Mots clés: Intubation Trachéale, Laryngoscopes, Vidéo-laryngoscopes, Pédiatrie, Lames courbes, Apprentissage

Abstract

Background: Airway management and tracheal intubation are routinely performed in pediatric anesthesia and yet are associated with preventable adverse events. Video laryngoscopes have been developed to facilitate and shorten tracheal intubation. McGrath® MAC is a video laryngoscope with a curved blade similar to the Macintosh blade, which has not been previously described in first intention pediatric tracheal intubation.

Aim: To compare direct laryngoscopy to the McGrath® MAC video laryngoscope among novice laryngoscopists.

Method: Six pediatric anesthesia residents with novice skills in pediatric laryngoscopy were randomly assigned to perform tracheal intubation using either direct Macintosh laryngoscopy (DL) or the McGrath® MAC video laryngoscope (MM) as the first attempted device in children weighing between 10 and 20 kg without difficult intubation.

Results: One Hundred thirty two children were enrolled in our study between August 2013 and April 2015. Time To Intubation (TTI) was shorter in the DL group (n = 67) compared to the MM group (n = 65) with 42 s (35-50) vs. 48 s (43-58) $P = 0.002$. Time To Best View (TTBV) was similar between the two groups (10 s (7-16) vs. 10 s (8-15) $P = 0.50$), Tube Passage Time (TPT) was shorter with DL (29 s (25-35) vs. 35 s (30-45) $P = 0.0002$) and either Cormack & Lehane grade or POGO score were similar between groups. Minor reversible respiratory adverse events were similar between groups: 12 in DL group (17.9 %) vs. 12 in MM group (18.5 %).

Conclusion: McGrath® MAC video laryngoscopy, when performed by a novice laryngoscopist, leads to a longer intubation times in easy-to-intubate children, mostly due to a longer time to pass the tracheal tube after obtaining an optimal glottis exposition.

Keywords: Tracheal intubation, Laryngoscopes, Video laryngoscopes, Pediatric, Curved blades, Internship and residency

Liste des abréviations

ASA = American Society of Anesthesiologists

CO_2 = Dioxyde de Carbone

CONSORT = CONsolidated Standards of Reporting Trials

CPP = Comité de Protection des Personnes

C&L = Cormack & Lehane

DL = Direct Laryngoscopy with Macintosh blade

$etCO_2$ = end tidal CO_2

IC 95 % = Intervalle de Confiance à 95 %

IQR = Interquartiles 25-75

Peripheral IV line = Voie Veineuse Périphérique

LD = Laryngoscopie Directe avec lame Macintosh = DL

MAP = Mean Arterial Pressure

MM = vidéo-laryngoscope McGrath® MAC

NMB = Neuromuscular Blockade

POGO = Percentage Of Glottis Opening = Pourcentage d'Ouverture de Glotte

SMD = Sternomental Distance

SSPI = Salle de Surveillance Post-Interventionnelle

TI = Temps d'Intubation = TTI

TMD = Thyromental Distance

TME = Temps de Meilleure Exposition = TTBW

TPS = Temps de Passage de Sonde = TPT

Table des matières

INTRODUCTION - GESTION DES VOIES AERIENNES DE L'ENFANT 14

ANATOMIE DES VOIES AERIENNES DE L'ENFANT 15
LA SECURISATION DE L'OXYGENATION 15
UNE ANATOMIE SPECIFIQUEMENT PEDIATRIQUE 15

COMPLICATIONS DE LA GESTION DES VOIES AERIENNES DE L'ENFANT 18
DES RISQUES BENINS OU MODEREMENT DELETERES 18
AUX RISQUES POTENTIELLEMENT SEVERES 19

LA VIDEO-LARYNGOSCOPIE 22
HISTOIRE DE LA LARYNGOSCOPIE EN ANESTHESIE 22
LES VIDEO-LARYNGOSCOPES EN PEDIATRIE 22
LE VIDEO-LARYNGOSCOPE MCGRATH® MAC 25

RATIONNEL DE L'ETUDE 27

ETUDE - COMPARISON OF PEDIATRIC MCGRATH® MAC VIDEO LARYNGOSCOPE WITH DIRECT MACINTOSH LARYNGOSCOPY FOR NOVICE LARYNGOSCOPISTS IN CHILDREN WITHOUT DIFFICULT INTUBATION: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL 28

DISCUSSION 48
LE VIDEO-LARYNGOSCOPE MCGRATH® MAC DANS LA LITTERATURE 48
SIGNIFICATIVITE EN PRATIQUE CLINIQUE COURANTE 49
UTILISATION, COORDINATION ET FORCE DE TRACTION 50
UNE PLACE DIFFERENTE DANS NOS ALGORITHMES ? 51
LIMITES DE CETTE ETUDE 51

CONCLUSION 53

ANNEXE 1 : FEUILLE DE RECUEIL DE DONNEES 54

ANNEXE 2 : DEMANDE D'AVIS CONSULTATIF AUPRES DU CPP 56

REFERENCES 57

SERMENT D'HIPPOCRATE 63

Introduction - Gestion des voies aériennes de l'enfant

La gestion des voies aériennes en anesthésie pédiatrique est une des aptitudes principales à maitriser lors de la formation d'un interne en anesthésie, mais également à entretenir durant la carrière d'un anesthésiste diplômé afin de sécuriser l'oxygénation d'un enfant sous anesthésie générale.

L'anesthésiste doit également pouvoir anticiper et gérer toute complication ou événement indésirable survenant dans le processus de cette sécurisation. L'enfant présente plusieurs spécificités dans l'anatomie de ses voies aériennes, mais aussi dans l'incidence des complications per anesthésiques pouvant survenir sur ce terrain particulier.

Durant la dernière décennie, l'utilisation des vidéo-laryngoscopes s'est largement développée en anesthésie de l'adulte. Ces dispositifs permettent la visualisation indirecte de la glotte, sans nécessiter d'aligner les filières orale, pharyngée et laryngée, à l'aide de caméras ou de jeux de miroirs. Ils améliorent le taux de succès pour l'intubation en cas d'intubation difficile. Il est donc naturel que des versions pédiatriques de ces dispositifs aient vu le jour dans l'objectif d'améliorer la prise en charge des voies aériennes de l'enfant.

Cette introduction nous permet donc de faire la lumière sur ces différents aspects afin de mieux appréhender le contexte de notre travail.

Anatomie des voies aériennes de l'enfant

La sécurisation de l'oxygénation

Les voies aériennes supérieures constituent le carrefour des fonctions respiratoires et digestives. Lors d'une anesthésie profonde, le patient ne peut plus assurer par lui-même et de manière efficace, la fonction essentielle respiratoire qui est l'assimilation du dioxygène afin que l'hémoglobine puisse le transporter aux différents organes. Il revient donc à l'anesthésiste de pallier cette fonction par un contrôle sécurisé des voies aériennes. Les principales techniques utilisées sont la ventilation au masque, l'utilisation de dispositifs supra-glottiques et l'intubation trachéale. Un respirateur artificiel ou un ballon de ventilation utilisés manuellement reproduisent ensuite les mouvements respiratoires pour renouveler le contenu pulmonaire en gaz, grâce à un mélange plus ou moins concentré en oxygène selon les besoins du patient.

Par des spécificités anatomo-physiologiques explicitées ci-après, l'enfant ne peut pas être réduit à un adulte de petite taille. Au-delà des dysmorphies faciales syndromiques et pathologies qui modifient considérablement l'anatomie des voies aériennes, les multiples spécificités de l'enfant doivent être connues de l'anesthésiste afin d'anticiper le bon déroulement du protocole d'anesthésie.

Ainsi, le contrôle des voies aériennes devient plus délicat pour un anesthésiste pratiquant l'anesthésie pédiatrique de façon non routinière.

Une anatomie spécifiquement pédiatrique

Dès la fin de la période embryonnaire, les principales structures anatomiques des voies respiratoires sont formées. La période fœtale est le théâtre d'une maturation entraînant des modifications morphologiques et fonctionnelles incomplètes, qui se poursuivent durant les trois premières années de vie de l'enfant. Ces structures augmentent alors de taille, et modifient leurs rapports entre elles. Par la suite, elles présentent une croissance rapide jusqu'à l'âge de cinq ans, puis une croissance lente jusqu'au pic de croissance de la puberté où elles acquièrent les caractéristiques finales des voies respiratoires de l'adulte.

Ainsi, l'anatomie pédiatrique diffère en de nombreux points de celle de l'adulte (1–5) :

- Le palais est plus long, avec un voile situé en arrière de la base de la langue, ne permettant pas d'appliquer la classification de Mallampati chez le nouveau-né et le nourrisson.

- La cavité buccale est proportionnellement plus petite, de par un ramus mandibulaire plus court, une absence de dentition et une langue plus volumineuse de par une augmentation de volume des muscles latéraux entraînant une difficulté à refouler latéralement la langue durant une laryngoscopie.

- Le larynx présente une position plus céphalique, situé en regard des corps vertébraux C3-C4 à la naissance (il se situe en regard des corps vertébraux C6-C7 à la fin de la puberté). Cette différence de position le rend alors plus court et plus antérieur que chez l'adulte. Il décrit une forme de cône orienté caudalement dont la partie la plus étroite est le cartilage cricoïde qui prend une forme elliptique à grand axe antéro-postérieur. Il est sensible aux stimulations, avec un potentiel réflexogène augmenté chez l'enfant. L'épithélium à cet endroit est particulièrement sensible à l'inflammation. Ainsi chez le nouveau-né, l'apparition d'un œdème d'une épaisseur de 1 mm réduit la surface du larynx de 75 %, multipliant les résistances des voies aériennes par un facteur 16.

- L'épiglotte de l'enfant est plus volumineuse, en forme d'oméga et plus souple. L'angle entre l'épiglotte et le plan de la glotte est plus fermé que chez l'adulte, entraînant avec la position plus haute et antérieure du larynx, une cavité pharyngée très étroite rendant alors plus difficile le repérage du larynx en fibroscopie.

- Le vestibule laryngé est plus étroit dû à un enroulement de l'épiglotte, des replis aryténo-épiglottiques courts, des bandes ventriculaires épaisses et des massifs aryténoïdiens épais. Le plan formé par les cordes vocales est oblique, en bas et en avant.

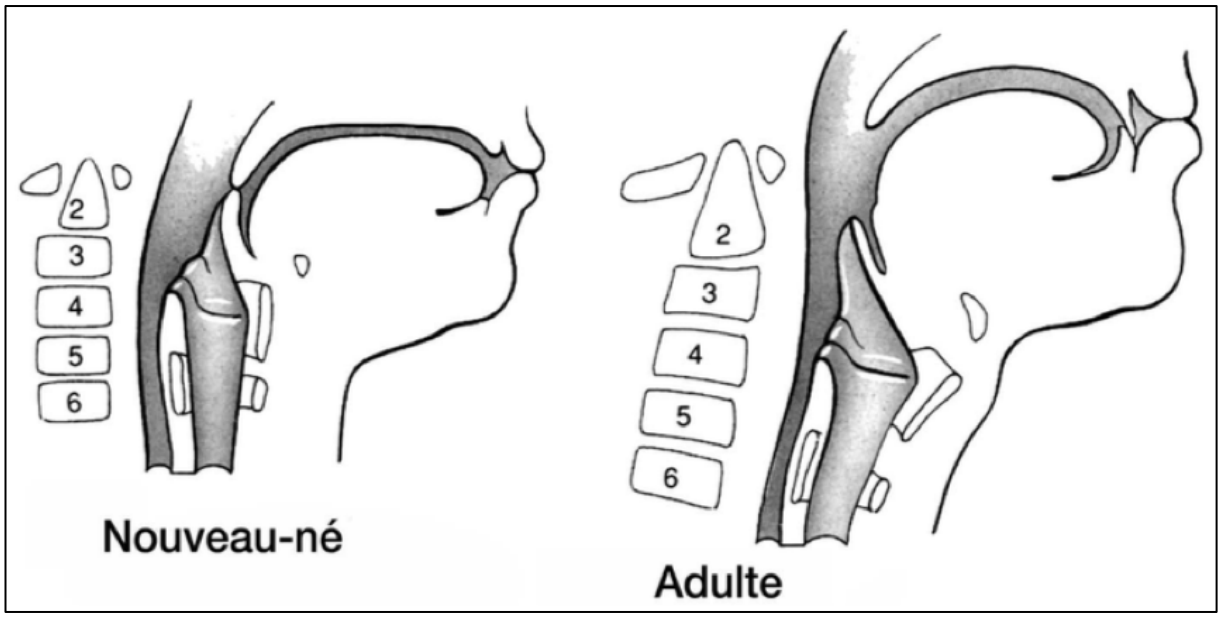


Figure 1. « Croissance des voies aériennes ». *Particularités anatomiques et physiologiques des voies aériennes supérieures de l'enfant.* Reyt (5).

De ces spécificités pédiatriques, peut découler une moins bonne visualisation du plan glottique lors de la laryngoscopie. De plus, la filière sous-glottique représente la partie la plus étroite de la filière laryngée chez le nouveau-né et le nourrisson, augmentant le risque d'œdème et de lésions post-intubations dans la filière sous-glottique et rendant plus difficile le choix a priori de la taille de sonde la plus appropriée.

- L'anatomie de l'enfant est différente de celle de l'adulte, et n'acquière ses caractéristiques finales qu'au pic de croissance de la puberté.
- Le voile du palais se termine derrière la base de la langue, la cavité buccale est plus petite et la langue plus volumineuse. Le larynx est plus antérieur et plus céphalique, et forme un cône orienté caudalement où la partie la plus étroite correspond au cartilage cricoïde, situé après les cordes vocales qui forment un plan oblique en bas et en avant.

Complications de la gestion des voies aériennes de l'enfant

Plusieurs événements respiratoires indésirables peuvent survenir lors de la sécurisation des voies aériennes de l'enfant par une intubation trachéale. Ceux-ci peuvent survenir lors de la procédure d'intubation, au décours et pendant l'anesthésie générale, ou au moment de l'extubation. Leur incidence n'est pas négligeable, comme cela a pu être mis en évidence dans une étude réalisée dans un service d'anesthésie pédiatrique universitaire, où un événement respiratoire avait eu lieu dans 4,2 % des procédures (39,2 % pendant l'anesthésie et 60,8 % en SSPI) (6).

Des risques bénins ou modérément délétères

Certains risques encourus peuvent être bénins s'ils sont diagnostiqués et traités sans attendre, tels que :

- L'insufflation gastrique, qui peut nécessiter l'exsufflation du contenu gastrique par le passage d'une sonde gastrique. Elle peut survenir lors de l'insufflation manuelle à de faibles pressions : dès 10 cmH_20 pour des nourrissons de moins d'un an, avec un seuil de pression corrélé à l'âge de l'enfant et un risque de survenue inversement corrélé à l'âge de l'enfant. Ceci pouvant s'expliquer par une maturation incomplète du sphincter de l'œsophage, dont le tonus augmente avec l'âge (7).

- L'intubation de l'œsophage, qui doit être diagnostiquée immédiatement devant l'absence de soulèvement de la paroi thoracique à l'insufflation d'oxygène à travers la sonde d'intubation et l'absence de courbes stables d'expiration de CO_2 sur la courbe de capnographie. Elle nécessite le retrait immédiat de la sonde d'intubation pour reprendre la ventilation pulmonaire du patient et lui assurer des apports en oxygène.

- L'intubation sélective d'une bronche souche pulmonaire, le plus souvent la bronche souche droite qui se situe anatomiquement dans le prolongement de la trachée. Elle doit être diagnostiquée par l'auscultation pulmonaire immédiate après intubation et ventilation du patient afin de repositionner l'extrémité de la sonde d'intubation au-dessus de la carène.

- L'apparition d'une toux ou d'un hoquet du patient après l'intubation trachéale et la ventilation pulmonaire. Ils traduisent le plus souvent une profondeur d'anesthésie insuffisante, voire une insufflation gastrique pour le hoquet.

Aux risques potentiellement sévères

D'autres risques anesthésiques peuvent grever le pronostic d'une morbi-mortalité importante :

- L'inhalation de contenu gastrique, ou Syndrome de Mendelson, est une pneumopathie chimique entraînée par l'issue du contenu gastrique hors de l'œsophage et dans la trachée. Cette complication survient lorsque la vidange gastrique est incomplète, soit par non-respect des règles de jeun, soit lors d'un iléus digestif entraînant une stase du liquide digestif. Elle nécessite soit un défaut pathologique de continence des sphincters supérieur et inférieur de l'œsophage, soit un relâchement de la contraction de ces sphincters lors de l'anesthésie générale. Bien que redoutée, l'inhalation reste heureusement un événement rare et le plus souvent de pronostic favorable chez l'enfant. Ainsi dans une étude réalisée dans plusieurs services d'anesthésie pédiatrique universitaires, son incidence était de 0,2 % dont près de 1 enfant sur 5 avait requis une ventilation mécanique prolongée avec guérison complète (8).

- L'hypoxémie aigue ou désaturation en oxygène, qui peut engendrer un défaut d'apport en oxygène au cerveau. Sa conséquence peut être la constitution de lésions hypoxiques cérébrales, pouvant aller jusqu'à un état de mort encéphalique. Ce risque est fortement augmenté chez l'enfant qui a une capacité résiduelle fonctionnelle diminuée en comparaison avec l'adulte. Une étude réalisée par Patel montrait alors un temps de désaturation en oxygène inférieur à 90 % de 96,5 secondes (DS 12,7 secondes) chez le nouveau-né de moins de six mois contre 382,4 secondes (DS 79,9 secondes) chez l'enfant et l'adolescent âgé de 11 à 18 ans (9). Ce délai pour obtenir une désaturation inférieure à 90 % était corrélé de manière proportionnelle au poids et à l'âge.

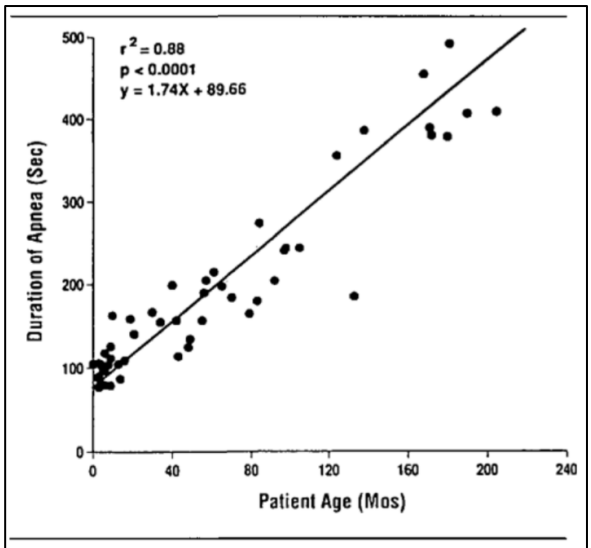


FIGURE 1 Relationship between duration of apnoea and patient age.

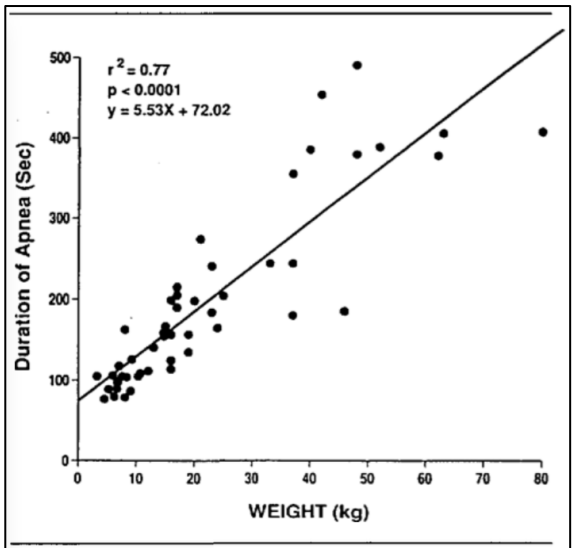


FIGURE 2 Relationship between duration of apnoea and patient weight.

Figure 2. Relations entre l'âge, le poids et la durée d'apnée après préoxygénation. *Age and the onset of desaturation in apnoeic children*. Patel (9).

- Le laryngospasme qui est une adduction active, prolongée et involontaire des cordes vocales provoquant une obstruction brutale des voies aériennes. Son incidence est estimée jusqu'à 1,40 % des anesthésies et peut se compliquer d'une hypoxémie aigüe (10). Il constitue la première cause d'arrêt cardiaque périopératoire chez l'enfant (6,11). Le facteur de risque majeur de sa survenue est la stimulation, qu'elle soit laryngée/trachéale (lors d'une tentative d'intubation ou d'extubation trop précoce), ou nociceptive à distance des voies aériennes (par une stimulation chirurgicale). D'autres facteurs de risque existent comme l'âge inférieur à 1 an, la chirurgie ORL, le tabagisme passif, la présence d'une infection des voies aériennes supérieures et l'inexpérience pédiatrique de l'anesthésiste (12,13).

- Le bronchospasme qui est une bronchoconstriction en réflexe à une stimulation en général nociceptive (qu'elle soit lors de l'intubation ou de la chirurgie). Il résulte d'une inadéquation entre la profondeur d'anesthésie et l'intensité de la stimulation. L'hyperactivité bronchique est le principal facteur favorisant : infection notamment virale des voies aériennes, asthme, exposition à un tabagisme passif, toux nocturne, bronchodysplasie de l'ancien prématuré, atopie ou encore mucoviscidose (12). Tout bronchospasme doit faire évoquer le diagnostic d'anaphylaxie.

- Le traumatisme dentaire et des tissus mous qui peut survenir à tous les moments de la gestion des voies aériennes et de l'anesthésie. Son incidence est mal connue chez l'enfant. Les facteurs de risque principaux sont un mauvais état dentaire préalable à l'anesthésie et la présence de critères d'intubation difficile. Le traumatisme peut également avoir lieu sur les parties molles des voies aériennes et notamment sur l'arcade dentaire en formation de l'enfant, pouvant alors compromettre la croissance des dents définitives (14).

- Les événements respiratoires sont fréquents chez l'enfant, qu'ils surviennent pendant l'anesthésie ou en SSPI.
- On retient les risques bénins ou modérément sévères car rapidement réversibles : l'insufflation gastrique, l'intubation de l'œsophage, l'intubation sélective, la toux et le hoquet.
- Mais également les risques potentiellement sévères : l'inhalation de contenu gastrique, l'hypoxémie aiguë, le laryngospasme, le bronchospasme et les traumatismes dentaires et des tissus mous.

La vidéo-laryngoscopie

Histoire de la laryngoscopie en anesthésie

Le laryngoscope direct couramment utilisé en anesthésie se compose d'un manche cylindrique auquel est attachée une lame. Le manche permet de manipuler le laryngoscope et d'appliquer une force de traction ; la lame permet l'éclairage et l'alignement des structures anatomiques allant de la bouche à la glotte du patient. La lame la plus couramment utilisée est la lame courbe inventée par Robert R. Macintosh en 1943 : celle-ci suit la courbure de la base de la langue afin de se loger dans le sillon glosso-épiglottique pour récliner l'épiglotte. Mais il n'est pas inhabituel d'utiliser la lame droite inventée par Robert A. Miller en 1941, notamment en pédiatrie : la lame droite dépasse l'épiglotte pour s'aligner directement avec le plan du larynx et offre un moindre encombrement de la cavité buccale.

Depuis l'invention de ces deux types de lame, aucune autre innovation dans la forme des lames de laryngoscope ne s'est développée suffisamment pour s'imposer dans la pratique courante de l'anesthésie. L'intubation par fibroscope souple a néanmoins permis de révolutionner la prise en charge des voies aériennes difficile.

Depuis quelques années, la laryngoscopie indirecte, qui permet de visualiser la glotte par un jeu de miroir, redevient un sujet de recherche et de développement industriel afin d'améliorer la prise en charge des voies aériennes. Avec les améliorations de la miniaturisation et la diminution des coûts de production, il est possible d'utiliser une caméra pour visualiser et intuber la glotte du patient. Ainsi, plusieurs modèles de vidéo-laryngoscopes voient le jour, tels que le Karl Storz en 2000, le Glidescope en 2001 et l'Airtraq en 2006.

Les vidéo-laryngoscopes en pédiatrie

Parmi une offre en anesthésie adulte qui s'étoffe chaque année, deux dispositifs de laryngoscopie indirecte en format adapté à la pédiatrie ont vu leur utilisation se démocratiser en anesthésie pédiatrique (15) :

- L'Airtraq est un dispositif de laryngoscopie indirecte utilisant un jeu de miroirs pour permettre la visualisation indirecte de la glotte. A usage unique, il ne comporte pas de

caméra mais il est possible d'en adapter une afin de transmettre ou d'enregistrer la procédure. Après lubrification, la sonde est placée dans un conduit ouvert latéral droit, puis guidée jusqu'à la glotte. La glotte est éclairée par une lampe qu'il convient d'allumer avant son utilisation pour chauffer la lentille distale et diminuer le risque de formation de buée. Les modèles de taille 0 (néonatal, gris) et 1 (pédiatrique, violet) nécessitent une ouverture de bouche minimale 12-13 mm, ils permettent le passage de sondes de taille 2,5 à 3,5 et 4 à 5,5 respectivement (le modèle blanc s'utilise pour les intubations nasotrachéales des sondes de taille 2 à 5).

- Le Glidescope est un vidéo-laryngoscope constitué en deux parties : un support vidéo réutilisable relié à un écran déporté et une lame plastique à usage unique. Plusieurs tailles sont disponibles en pédiatrie, allant de la taille 0 pour les enfants de moins de 1,5 kg à la taille 3 pour les enfants de plus de 10 kg. L'ouverture de bouche minimale pour son utilisation est de 10-11 mm, et l'absence de stylet rigide pédiatrique peut nécessiter de préformer la sonde d'intubation avec un mandrin lubrifié pour faciliter son insertion jusqu'à la glotte. Contrairement à l'Airtraq, il est d'abord nécessaire de visualiser la glotte avant de saisir la sonde d'intubation, augmentant le nombre de mouvements nécessaires pour réaliser l'intubation. De plus, un mandrin rigide est souvent nécessaire pour diriger la sonde d'intubation et peut comporter un risque de lésion des voies aériennes.

Le tableau 1 résume les principales études ayant étudié ces vidéo-laryngoscopes (16–26).

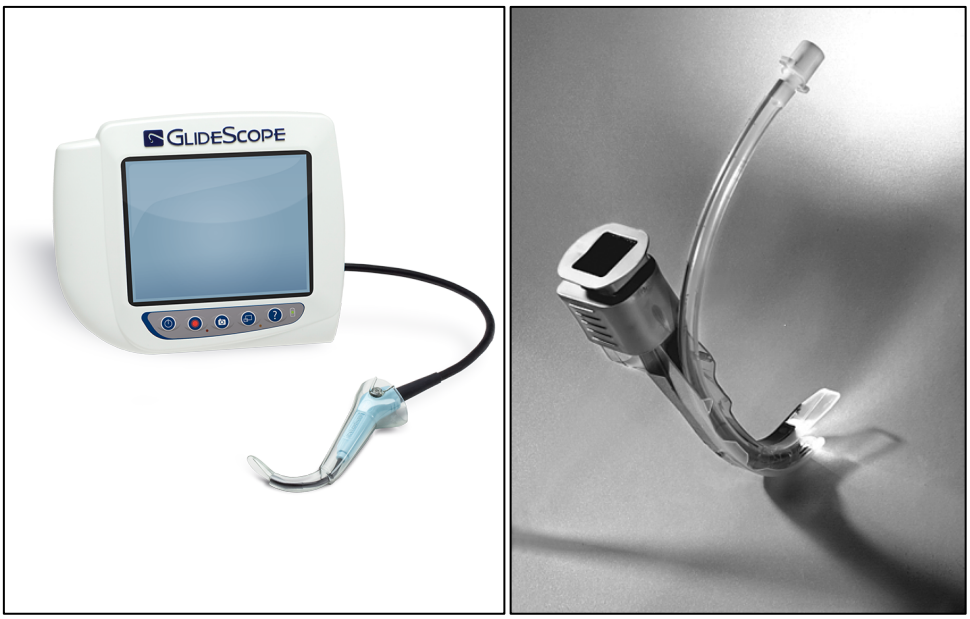


Figure 3. Vidéo-laryngoscopes Glidescope et Airtraq

Tableau 1 Principales études pédiatriques ayant comparé les principaux vidéo-laryngoscopes commercialisés en France à la laryngoscopie directe

Auteur (Année) *Revue*	Population	Voies aériennes	Opérateur	Laryngoscope (Nombre de patients)	Score POGO % médian ou moyen (DS ou IQR)	Temps d'Intubation (sec) médian ou moyen (DS ou IQR)
Ali QE (2013) *Minerva Anestesiol*	*1-5 ans*	*Normales*	*Expérimenté*	*Airtraq (17)* *Macintosh (17)*	*97 % (2)* *72 % (3)*	*34,4 sec (7,1)* *40,1 sec (8,2)*
Fiadjoe (2012) *Anesthesiology*	*< 12 mois*	*Normales*	*Expérimenté*	*Glidescope (30)* *Miller (30)*	*100 % (60 – 100)* *80 % (50 – 100)*	*22,6 sec (13,3 – 61,0)* *21,4 sec (9,5 – 66,1)*
Fonte M (2011) *Pediatr Emerg Care*	*Mannequins nouveaux-nés*	*Normales et Difficiles*	*Novice*	*Glidescope* *Miller*	*NA* *NA*	*38 sec (13) et 35 sec (10)* *26 sec (16) et 26 sec (10)*
Hippard HK (2016) *Paediatr Anaesth*	*Mannequins nouveaux-nés*	*Normales et Difficiles*	*Expérimenté*	*Glidescope* *Miller*	*NA* *NA*	*54 sec (32 – 92) et 39 sec (24 – 65)* *26 sec (20 – 32) et 21 sec (16 – 26)*
Kim JT (2008) *Br J Anaesth*	*3 mois à 17 ans*	*Normales*	*Expérimenté*	*Glidescope (103)* *Macintosh (100)*	*NA* *NA*	*36,0 sec (17,9)* *23,8 sec (13,9)*
Redel A (2009) *Paediatr Anaesth*	*< 10 ans*	*Normales*	*Expérimenté*	*Glidescope (30)* *Macinstoch (30)*	*NA* *NA*	*14 sec (5)* *13 sec (5)*
Riad W (2012) *Saudi J Anaesth*	*2-10 ans*	*Normales*	*Expérimenté*	*Airtraq (25)* *Macintosh (25)*	*NA* *NA*	*22,8 sec (6,1)* *51,6 sec (26,7)*
Riveros (2013) *Can J Anaesth*	*< 10 ans*	*Normales*	*Expérimenté*	*Glidescope (44)* *Miller/Macintosh (45)*	*NA* *NA*	*39 sec (31 – 59)* *23 sec (21 – 28)*
Rodriguez A (2010) *Pediatr Emerg Care*	*Mannequins enfants*	*Normales et Difficiles*	*Novice*	*Glidescope* *Macintosh*	*NA* *NA*	*37 sec (18 – 96) et 49 sec (22 – 120)* *18 sec (8 – 120) et 19 sec (9 – 120)*
Vlatten A (2012) *J Pediatr Intensive Care*	*< 5 ans*	*Normales*	*Novice*	*Airtraq (24)* *Miller/Macinstosh (25)*	*100 % (100 – 100)* *80 % (60 – 100)*	*22,5 sec (19,2 – 25,5)* *18 sec (14,7 – 21)*
White MC (2012) *Anaesthesia*	*Nourrissons et Enfants*	*Normales*	*Novice*	*Airtraq (30)* *Macintosh (30)*	*100 % (100 – 100)* *100 % (65 – 100)*	*47,3 sec (22,6)* *33,2 sec (16,9)*

Le vidéo-laryngoscope McGrath® MAC

Le McGrath® est un vidéo-laryngoscope entièrement portable, alimenté par une batterie, constitué d'une caméra sur laquelle est accrochée une lame en plastique à usage unique, ainsi que d'un écran embarqué au sommet de son manche.

La première version de ce vidéo-laryngoscope, le McGrath® Series 5, a été conçue pour la prise en charge des intubations difficiles imprévues. Sa forme se distingue par l'extrémité distale de sa lame formant un angle fermé en haut, permettant de récliner l'épiglotte, et ainsi d'améliorer la visualisation indirecte de la glotte.

Figure 4. Vidéo-laryngoscope McGrath® MAC.

La seconde version nommée McGrath® MAC, permet d'élargir son utilisation au contexte de l'intubation, qu'elle soit non seulement suspectée difficile, mais également sans critères d'intubation difficile. Sa forme reprend les caractéristiques de courbure de la lame inventée par Robert R. Macintosh, tout en diminuant son épaisseur par rapport à son homologue de laryngoscopie directe (épaisseur au niveau de l'arcade dentaire de 12 mm contre 21 mm pour la lame de Macintosh). Aux premières tailles de lames adaptées à une utilisation pour l'adulte (lames de tailles 3 et 4) se sont depuis rajoutées des tailles adaptées à l'intubation trachéale en pédiatrie (tailles 2 dès 10 kg et 1 avant 10 kg).

Naturellement, il convient de s'interroger sur l'utilisation du McGrath® MAC en anesthésie pédiatrique. Peu d'études existent en pédiatrie à son sujet, consistant généralement en des cas cliniques, des études de faibles effectifs ou sur des mannequins de simulation. Il s'agit donc de déterminer s'il pourrait améliorer la prise en charge des voies aériennes de l'enfant.

- Le laryngoscope est composé d'un manche et d'une lame. Historiquement, deux lames se sont imposées dans la pratique courante pour la gestion des voies aériennes : la lame de Macintosh et la lame de Miller.
- Les vidéo-laryngoscopes ont été développés depuis la fin du 20e siècle afin d'optimiser la gestion des voies aériennes : augmenter le taux de succès pour une intubation difficile, puis optimiser l'intubation pour les voies aériennes sans critère d'intubation difficile. Plusieurs modèles sont disponibles.
- Le McGrath® MAC est un vidéo-laryngoscope à caméra et lame plastique montées sur une structure métallique qui se positionne pour être utilisé dans un contexte d'intubation difficile ou non.

Rationnel de l'étude

La prise en charge des voies aériennes de l'enfant reste donc une période à risque, où la morbidité respiratoire reste importante malgré une faible incidence des événements respiratoires sévères. Dans les dernières années, de nouveaux dispositifs ont été développés afin d'améliorer la prise en charge des voies aériennes, de l'adulte comme de l'enfant.

L'objectif de notre étude était de comparer l'utilisation du vidéo-laryngoscope McGrath® MAC et du laryngoscope direct avec lame de Macintosh, en anesthésie pédiatrie dans une population sans facteur de risque d'intubation difficile, lors de son utilisation par un novice en intubation pédiatrique.

Etude - Comparison of pediatric McGrath® MAC video laryngoscope with direct Macintosh laryngoscopy for novice laryngoscopists in children without difficult intubation: a randomized controlled trial

Antoine Giraudon[a], Maryline Bordes-Demolis[a], Barbara Blondeau[a], Nadia Sibai de Panthou[a], Nathan Ferrand[a], Maeva Bello[a], Victoria Dahlet[a], François Semjen[a], Matthieu Biais[a], Karine Nouette-Gaulain[a]

[a] Anesthesia and Critical Care Department 3, Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux, Bordeaux, place Amélie Raba-Léon, Bordeaux, 33076, France

Corresponding author:
Mr. A. Giraudon; Department of Anesthesia and Critical Care 3, CHU Bordeaux, place Amélie Raba-Léon, Bordeaux, 33076, France.

Highlights

- There is still a debate regarding intubation time with video laryngoscope and few pediatric studies focus on the McGrath® MAC video laryngoscope
- The use of McGrath® MAC video laryngoscope leads to a longer time to intubation by novice laryngoscopists when compared to direct laryngoscopy on easy-to-intubate children.

Introduction:

Airway management and tracheal intubation are routinely performed in pediatric anesthesia and yet are associated with preventable adverse events. McGrath® MAC is a video laryngoscope with a curved blade similar to the Macintosh blade, which has not been previously described in first intention pediatric tracheal intubation. We aimed to compare direct laryngoscopy to the McGrath® MAC video laryngoscope among novice laryngoscopists.

Methods:

Six pediatric anesthesia residents with novice skills in pediatric laryngoscopy were randomly assigned to perform tracheal intubation using either direct Macintosh laryngoscopy (DL) or the McGrath® MAC video laryngoscope (MM) as the first attempted device in children weighing between 10 and 20 kg without difficult intubation.

Results:

Our study enrolled 132 children between August 2013 and April 2015. Time To Intubation was shorter in the DL group (n = 67) compared to the MM group (n = 65) with 42 s (35-50) vs. 48 s (43-58) $P = 0.002$. Time To Best View was similar between the two groups (10 s (7-16) vs. 10 s (8-15) $P = 0.50$), Tube Passage Time was shorter with DL (29 s (25-35) vs. 35 s (30-45) $P = 0.0002$) and either Cormack & Lehane grade or POGO score were similar between groups. Minor reversible respiratory adverse events were similar between groups: 12 in DL group (17.9 %) vs. 12 in MM group (18.5 %).

Discussion:

McGrath® MAC video laryngoscopy, when performed by a novice laryngoscopist, leads to a longer intubation times when performed on easy-to-intubate children.

Keywords: Tracheal intubation, Laryngoscopes, Video laryngoscopes, Pediatric, Curved blades, Internship and residency

1. Introduction

Pediatric anesthesia bears a high incidence of adverse events, most of them being minor and rapidly reversible. However, severe respiratory adverse events, although rare can still occur [1–3]. Airway management and tracheal intubation are then everyday challenges for pediatric anesthetists who need techniques to help them perform a tracheal intubation while diminishing adverse events such as desaturation, bronchospasm and laryngospasm, which are frequent and potentially dangerous for the pediatric population.

Adult anesthesia has seen a great development in the use of video laryngoscopes during the past decade. Those devices enable an indirect view of the glottis without aligning oral, pharyngeal and tracheal axes, and let the anesthetist monitor the intubation of the trachea via mirrors or the use of a camera. Video laryngoscopes now have a place in the algorithm of difficult airway management of adult patient as an alternate approach to intubation when face mask ventilation is adequate [4], while their use with patients predicted not to have a difficult intubation is not yet established.

These devices now aim to be used in elective pediatric surgery, with new blade sizes adapted to perform tracheal intubation on a routinely manner. To this day, pediatric specific guidelines on airway management do not consider video laryngoscopes as first intention to perform routine tracheal intubation, but suggest issuing more study on their use in pediatric clinical practice [5–7].

Adult surgery anesthetists may sometimes perform anesthesia, and therefore intubate, on a child. We chose to carry out our study on novice pediatric laryngoscopists, as surrogates to evaluate the use of a video laryngoscope for occasional pediatric anesthetists.

Our objective was to compare the time to successful intubation, in a pediatric population of 10 to 20 kg without any risk factor of predicted difficult tracheal intubation, between direct laryngoscopy with a Macintosh blade and video laryngoscopy with a McGrath® MAC, when performed by a novice laryngoscopist in pediatric anesthesia.

We also aimed to compare the time to achieve the best glottis view, to pass the tube into the trachea, to compare the quality of glottis view, the first attempt success, the sizes of blades, of endotracheal tubes and the incidence of adverse events.

2. Patients and methods

2.1 Ethics

To comply with current legislation on studies concerning human data, ethical approval (approval number DC 2013/88) was provided by the Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre Mer III, Bordeaux, France (Chairperson Dr Roland-Igor Galperine) on 7 October 2013. This study was also registered to the Agence Nationale de sécurité du médicament et des produits de santé, Saint-Denis, France (registration number 2013-A0104-41) on 20 July 2013.

2.2 Study design

The study took place in the pediatric surgery unit of the Hôpital Pédiatrique in the university hospital of Bordeaux, France. After obtaining preoperative informed consent from parents, we enrolled patients, undergoing general anesthesia. Inclusion criteria were a weight between 10 an 20 kg, American Society of Anesthesiologists' (ASA) physical of 1 or 2, elective surgery and need of an orotracheal intubation. Patients were not included if the surgery or the endoscopic procedure did not necessitate an orotracheal intubation, if an nasotracheal intubation was needed, if the patient had any sign or symptom predictive of a difficult intubation or if a risk of gastric content aspiration was present. As no McGrath® MAC size 1 blade was available to us at the time of the study, we chose a weight criteria of 10 to 20 kg to be able to perform intubation with size 2 and 3 blades.

Inclusion for the study took place between August 2013 and April 2015. Six novice laryngoscopists were chosen at the beginning of each of their traineeship in our unit if they had not previously performed laryngoscopy on a child weighting between 10 and 20 kg. They had received courses on pediatric anesthesia and performed laryngoscopy on manikins with both devices during a simulation course as part of their formation. They had all performed more than a hundred endotracheal intubation on adults with a Macintosh direct laryngoscope, but none with a McGrath® MAC video laryngoscope outside of a manikin simulation. Our unit's attending anesthetists were experienced in direct laryngoscopy and video laryngoscopes, and used them daily as a teaching purpose. Each device was randomly assigned to an operating room on the morning of the anesthesia, so that the device would be revealed to the laryngoscopist at the patient arrival, before the start of anesthesia. The devices were allocated to an operating room using a randomly

generated number table with a 1:1 ratio: Direct Laryngoscopy (DL group) or McGrath® MAC video laryngoscopy (MM group).

Anesthesia protocol was standardized in our unit. After inhaled induction with Sevoflurane (end tidal concentration of 4.5%), a peripheral IV line was inserted. Then, Sufentanil (0.3mcg/kg) or Alfentanil (20mcg/kg) was administered. Complementary administration of Propofol of neuromuscular blockade was left to the appreciation of the senior anesthesiologist in charge. Laryngoscopy and orotracheal intubation was then performed after an appropriate delay, considering the drug used, using either a direct laryngoscope with a xenon light and a single use metal Macintosh Truphatek® curved blade (Teleflex Medical Europe Ltd, Athlone, Ireland) or with a McGrath® MAC video laryngoscope and a single use plastic blade (Aircraft Medical Ltd., Edinburgh, UK). If the laryngoscopist needed more than three attempt to intubate, the senior anesthetist took over to perform the intubation.

2.3 Endpoints and data collected

An unblinded assistant recorded the Time To Intubation (TTI) from the insertion of the device past the teeth/gum to the confirmation of the successful intubation, which was defined by the visualization of at least 3 successive and stable cycles of end tidal CO_2 of the ventilator. The Time To Best View (TTBV) was also recorded from the insertion of the device to the announcement by the laryngoscopist of the best glottis exposition obtained. The Tube Passage Time (TPT) was defined as Time To Intubation minus Time To Best View.

The primary measure used to compare the two devices was the Time To Intubation (TTI). The secondary outcome measures recorded were: Time To Best View (TTBV), Tube Passage Time (TPT), Cormack and Lehane (C&L) grade, Percentage Of Glottis Opening (POGO), number of visualization attempt, number of intubation attempt, use of external laryngeal manipulation, use of a introducer, blade size, tube size, necessity of a help from the senior anesthetist, cardiovascular and respiratory parameters, adverse events (esophageal intubation, selective intubation, laryngospasm, bronchospasm, desaturation under 95%, hiccup, cough, gastric content inhalation, gastric insufflation, dental or pharyngeal trauma). Surveillance for any adverse event continued for one hour or until the end of anesthesia.

2.4 Statistics

We based the sample size calculation on a previous unpublished study on manikin in our unit. Time To Intubation when performed by a novice laryngoscopist was 21 sec (SD 6 sec). We estimated that the visualization of 3 cycles of end tidal CO_2 would equally add to both group about 10 seconds, which would not change our calculation of sample size. We defined a difference of at least 5 seconds to be clinically significant between the two devices, and with a power of 90 % and alpha risk of 5% we calculated with a two-sided comparison of the means that at least 62 patients (31 in each group) were to be included in our study (SAS/STAT® Software v9.1, SAS Institute s.a.s., France). Means and standard deviations were calculated for normally distributed data, and medians and interquartile were calculated for non-normally distributed data. A Mann-Whitney test was used to compare non-normally distributed data, paired and unpaired t test for normally distributed data and a Wilcoxon test for paired non-normally distributed data. A $p < 0.05$ was considered as statistically significant. Prism software (version 6.0e, GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA) was used for the statistical analyses. Missing data were included in our results.

3. Results

3.1 Enrolment

One hundred thirty two children were enrolled, randomized and analyzed during the course of the study (figure 1). All tracheal intubation were performed with the allocated device, there was no loss or exclusion to the analysis after enrolment.
The patients' characteristics were similar in both groups in terms of age, physical parameters and type of procedure. Anesthesia protocols were also similar between the two groups (table 1).

3.2 Primary Endpoint

There was a statistically significant difference in the TTI between the Direct Laryngoscopy (DL group) and the McGrath® MAC video laryngoscope (MM group) as shown on figure 2: DL median 42 s, range 35-50 s; MM median 48 s, range 43-58 s; p = 0.002 (table 2). Three exceptionally long intubation procedures occurred in the DL group (TTI of 146, 216 and 360 seconds), the first due to an anterior glottis requiring a second laryngoscopy and the two other caused by a choice of tube too large for the child's glottis, leading to additional laryngoscopy. All of them required intermediate reventilation without desaturation.

3.3 Secondary Endpoints

Results are shown in table 2. There was no statistically significant difference between the Time To Best View between the two groups: DL median 10 s (range 7-16 s); MM median 10 s (range 8-15 s); p = 0.50 (figure 2). However, Tube Passage Time was shorter in the DL group: DL median 29 s (range 25-35 s); MM median 35 s (range 30-45 s); p = 0.0002. Cormack and Lehane grades were not different between the two groups: DL median 1, range 1-1; MM median 1, range 1-1; p = 0.87 (figure 2). Percentage Of Glottis Opening scores were also similar: DL median 100% (range 80-100); MM median 100 (range 100-100). One Cormack and Lehane grade was noted to be a 3 in the DL group, which was probably mistakenly reported as the correspondent Percentage Of Glottis Opening score was at 20 %, corresponding to a grade 2 in the Cormack and Lehane classification. A great majority of Percentage Of Glottis Opening score was at least of 60% visibility (n = 128 among the 132 subjects).

The percentage of first attempt success was not different between groups: DL group 91.0 % vs. 95.4 % ($p = 0.72$). There were also no statistical differences for multiple attempt successes between groups. In the DL group, there were two second attempt successes and two third attempt successes. In the MM group, there were two second attempt successes. Two patients were missing data on the number of attempt in the DL group but were successfully intubated.

Hemodynamic and respiratory parameters were comparable before and after intubation between DL and MM groups (table 3). However, mean blood pressure was significantly diminished in each group after intubation: DL group 64 mmHg (59-70) before vs. 58 mmHg (55-65) after; $p < 0.0001$ and MM group 63 mmHg (58-69) before vs. 60 mmHg (56-65) after; $p = 0.02$. This decrease in mean blood pressure was not significantly different between the two groups. The pulse was also not significantly augmented after intubation in both groups. End tidal CO_2 was significantly higher after intubation, and there was a statistically significant higher augmentation in the MM group compared with the DL group: MM mean +19 mmHg +/- 9 vs. DL mean +16 mmHg +/- 6; $p = 0.04$.

Adverse events incidences were similar between the between the two groups: 12 events in the DL group (17.9 %) and 12 events in the MM group (18.5 %), $p = 0,93$ (table 3). None of each individual adverse event was significantly higher in any group compared to the other. The most frequent adverse event was the selective intubation: five in the DL group (7.5 %) and 4 in the MM group (6.2 %). There was one desaturation in each group, 2 laryngospasm in the MM group and none in the DL group, 1 bronchospasm in the MM group and 2 in the DL group.

4. Discussion

The main result of our study shows that the use of a McGrath® MAC to perform tracheal intubation by a novice laryngoscopist leads to a longer Time To Intubation (TTI) when compared to a metal Macintosh blade laryngoscope. We found no advantage of the McGrath® MAC over the direct laryngoscopy in number adverse events.

Various studies can be found reporting the use of the McGrath® MAC video laryngoscope in adult settings. They demonstrate that there is no evidence to date to suggest that it should replace the Macintosh direct laryngoscope as a first intention tracheal intubation device in an elective surgery setting when difficult intubation is not expected [8–10]. Nevertheless, it may be useful in specific situations such as intensive care to decrease the incidence of difficult laryngoscopy and/or difficult intubation [11]. However, concerning pediatric patients, in a recent meta-analysis by Sun et al. [12] comparing direct laryngoscopy with pediatric video laryngoscopes, no study on the use of the McGrath® MAC in pediatric anesthesia could be found. In fact, few pediatric studies are available to this date, and describe its use on manikins [13,14], in preliminary reports [15], in case reports [16] and some on actual pediatric patients [17]. To our knowledge, our study is the first comparing the use of direct Macintosh laryngoscopy with the McGrath® MAC by novice laryngoscopists in elective anesthesia in children without signs predictive of a difficult intubation.

Criteria to confirm a successful intubation vary between studies. We chose to evaluate the TTI by measuring the time from the insertion of the device past the teeth/gum to confirmation of the successful intubation by visualizing three cycles of end tidal CO_2. The laryngoscopists performing intubations in our study were novice in pediatric anesthesia but supervised by an attending pediatric anesthesiologist. Thus we needed a powerful criterion enabling us to both confirm the successful intubation and quickly diagnose unwanted esophageal intubation. This lead us to a longer TTI than reported in literature. In our study, TTI with McGrath® MAC was significantly longer than with DL. This was both true statistically and clinically, as there was also a significantly higher augmentation of end tidal CO_2 after intubation with the McGrath® MAC. A median difference of six seconds might not be relevant in our population, but for neonates or in emergency surgery situations, a few seconds can be critical. The Neonatal Resuscitation Program limits the intubation attempt to less than 30 seconds, and is supported by an increased morbidity when intubation attempt is prolonged after this limit [18].

Moreover, we found no difference between groups for the first attempt success rate. As this endpoint was not the primary endpoint, our study was underpowered to compare first and multiple attempts success. We can only point out two patients that needed more than two attempts to intubation success. First attempt success needs to be assessed when evaluating intubation devices, as more than two attempts are linked to an increased rate of airway-related complications [3,19]. Our results then suggest that the use of the McGrath MAC as a video laryngoscope does not improve pediatric airway management for novices, as the TTI is longer with no statistical difference in first attempt success rate.
This result is also consistent with the meta-analysis on multiple pediatric video laryngoscopes by Sun et al., which reported a longer TTI with a weighed mean difference of 4.9 seconds in comparison to direct laryngoscopy [12]. However, this difference was not reported in the Airtraq subgroup and at that time, and no study on the McGrath® MAC was available. Only one adult study compared direct laryngoscopy with the McGrath® MAC and found no difference in time taken to perform a tracheal intubation or in the incidence of adverse events [10]. As pointed out by Sun et al. in their meta-analysis, we also reported Tube Passage Time to be statistically longer when using the McGrath® MAC, whereas Time To Best View was similar between groups. They hypothesized that when performing an indirect intubation, coordination between hands and eyes was necessary for the laryngoscopist to successfully manipulate the tracheal tube and pass it through the vocal cords. In our present work, we did not anticipate to evaluate coordination skills among novice laryngoscopists. However, in their study comparing the ease of tracheal intubation, Wallace et al. found no difference in both objective and subjective scores aiming to evaluate intubation difficulty of direct laryngoscopy and the McGrath® MAC [10].

There is a correlation between the force applied when performing a laryngoscopy and the incidence of adverse events such as sore throat intensity [20]. On a manikin study, video laryngoscopes appeared to apply significantly less pressure on the tongue [21]. We sought to evaluate the hemodynamic response to glottis exposition, and in contrast to what was reported by a recent retrospective study on adults [22], we reported no effect of the McGrath® MAC on mean arterial pressure. But there are some limitations to our finding. The first being that we measured the mean arterial pressure which is less subject to pain-related variations. Secondly, in our study we only included children without preoperative signs of difficult intubation, leading to easier glottis exposition, and therefore probably less force applied by the direct laryngoscope or the video laryngoscope to help achieving the best glottis view.

The American Society of Anesthesiologists places the video laryngoscopy as one of the alternate approaches to direct laryngoscopy in unsuccessful intubation when ventilation is adequate [4]. There is an on-going debate whether video laryngoscopes may play a role as a first intention device and further studies have yet to prove it. Our work in a pediatric setting, does not allow us to place it as a first intention device. However, it may play a role as a teaching tool permitting the teacher to monitor what the laryngoscopist is viewing [23,24] and even improving direct laryngoscopy skills among medical students [25]. In our clinical experience, the use of a McGrath® MAC monitored by an attending anesthetist occasionally helped the novice laryngoscopist improve his technique, when choosing the adequate tube size for example. It could then be a natural progression for the video laryngoscope to find its way as one of the first intention devices to teach direct laryngoscopy in children [26].

5. Conclusion

This study has shown that time to intubation by novice laryngoscopists in pediatric anesthesia is longer when performed by a McGrath® MAC video laryngoscope in comparison to direct laryngoscopy, with no augmentation of adverse events. Thus, the McGrath® MAC cannot be advised as a first intention device to perform tracheal intubation in children with no difficult intubation criteria, but further studies are needed to evaluate its role as a teaching device.

Disclosure of interest

The authors declare that they have no competing interest.

References

[1] Cook TM, Woodall N, Frerk C, Fourth National Audit Project. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. Br J Anaesth 2011;106:617–31. doi:10.1093/bja/aer058.

[2] Brambrink AM, Braun U. Airway management in infants and children. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2005;19:675–97.

[3] Fiadjoe JE, Nishisaki A, Jagannathan N, Hunyady AI, Greenberg RS, Reynolds PI, et al. Airway management complications in children with difficult tracheal intubation from the Pediatric Difficult Intubation (PeDI) registry: a prospective cohort analysis. Lancet Respir Med 2016;4:37–48. doi:10.1016/S2213-2600(15)00508-1.

[4] Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Anesthesiology 2013;118:251–70. doi:10.1097/ALN.0b013e31827773b2.

[5] Law JA, Broemling N, Cooper RM, Drolet P, Duggan LV, Griesdale DE, et al. The difficult airway with recommendations for management--part 1--difficult tracheal intubation encountered in an unconscious/induced patient. Can J Anaesth 2013;60:1089–118. doi:10.1007/s12630-013-0019-3.

[6] Black AE, Flynn PER, Smith HL, Thomas ML, Wilkinson KA, Association of Pediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland. Development of a guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice. Paediatr Anaesth 2015;25:346–62. doi:10.1111/pan.12615.

[7] Karsli C. Managing the challenging pediatric airway: Continuing Professional Development. Can J Anaesth 2015;62:1000–16. doi:10.1007/s12630-015-0423-y.

[8] Niforopoulou P, Pantazopoulos I, Demestiha T, Koudouna E, Xanthos T. Video-laryngoscopes in the adult airway management: a topical review of the literature. Acta Anaesthesiol Scand 2010;54:1050–61. doi:10.1111/j.1399-6576.2010.02285.x.

[9] Su Y-C, Chen C-C, Lee Y-K, Lee J-Y, Lin KJ. Comparison of video laryngoscopes with direct laryngoscopy for tracheal intubation: a meta-analysis of randomised trials. Eur J Anaesthesiol 2011;28:788–95. doi:10.1097/EJA.0b013e32834a34f3.

[10] Wallace CD, Foulds LT, McLeod GA, Younger RA, McGuire BE. A comparison of the ease of tracheal intubation using a McGrath MAC(®) laryngoscope and a standard Macintosh laryngoscope. Anaesthesia 2015;70:1281–5. doi:10.1111/anae.13209.

[11] De Jong A, Clavieras N, Conseil M, Coisel Y, Moury P-H, Pouzeratte Y, et al. Implementation of a combo videolaryngoscope for intubation in critically ill patients: a before-after comparative study. Intensive Care Med 2013;39:2144–52. doi:10.1007/s00134-013-3099-1.

[12] Sun Y, Lu Y, Huang Y, Jiang H. Pediatric video laryngoscope versus direct laryngoscope: a meta-analysis of randomized controlled trials. Paediatr Anaesth 2014;24:1056–65. doi:10.1111/pan.12458.

[13] Saracoglu KT, Eti Z, Kavas AD, Umuroglu T. Straight video blades are advantageous than curved blades in simulated pediatric difficult intubation. Paediatr Anaesth 2014;24:297–302. doi:10.1111/pan.12298.

[14] Orliaguet GA, Blot R-M, Bourdaud N, Egan M, Dogaru E, Salvi N, et al. Endotracheal intubation with the GlideScope®, the Airtraq®, the McGrath® videolaryngoscope and direct laryngoscopy: a comparative study on an infant manikin. Ann Fr Anesth Reanim 2013;32:844–9. doi:10.1016/j.annfar.2013.09.015.

[15] Monrigal J-P, Colbus L, Boussicault G, Lehousse T, Granry J-C. Le vidéolaryngoscope Mc Grath® MAC en anesthésie pédiatrique. Ann Fr Anesth Reanim 2013;32, Supplement 1:A399–400. doi:10.1016/j.annfar.2013.07.744.

[16] Ross M, Baxter A. Use of the new McGrath(®) MAC size-1 paediatric videolaryngoscope. Anaesthesia 2015;70:1217–8. doi:10.1111/anae.13217.

[17] Kim E-H, Lee J-H, Song I-K, Kim J-T, Kim B-R, Kim H-S. Effect of head position on laryngeal visualisation with the McGrath MAC videolaryngoscope in paediatric patients: A randomised controlled trial. Eur J Anaesthesiol 2016;33:528–34. doi:10.1097/EJA.0000000000000448.

[18] Wozniak M, Arnell K, Brown M, Gonzales S, Lazarus D, Rich W, et al. The 30 second rule: the effects of prolonged intubation attempts on oxygen saturation and heart rate in preterm infants in the delivery room. Minerva Pediatr 2016.

[19] Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. Anesth Analg 2004;99:607–13, table of contents. doi:10.1213/01.ANE.0000122825.04923.15.

[20] Hashemi S, Soltani H, Saeid R. Forces Applied by The Laryngoscope Blade onto The Base of The Tongue and their relation with Postoperative Sore Throat. Med J Islamic World Acad Sci 2004;16:189–93.

[21] Gaszynski TM. Forces applied by the laryngoscope blade onto the tongue during intubation attempts: a comparison between Mackintosh, AirTraq and Pentax AWS in a mannequin study. Eur J Anaesthesiol 2011;28:463–4. doi:10.1097/EJA.0b013e328345a42b.

[22] Yokose M, Mihara T, Kuwahara S, Goto T. Effect of the McGRATH MAC® Video Laryngoscope on Hemodynamic Response during Tracheal Intubation: A Retrospective Study. PLoS ONE 2016;11:e0155566. doi:10.1371/journal.pone.0155566.

[23] Slinn SJ, Froom SR, Stacey MRW, Gildersleve CD. Are new supraglottic airway devices, tracheal tubes and airway viewing devices cost-effective? Paediatr Anaesth 2015;25:20–6. doi:10.1111/pan.12564.

[24] Weiss M, Schwarz U, Dillier CM, Gerber AC. Teaching and supervising tracheal intubation in paediatric patients using videolaryngoscopy. Paediatr Anaesth 2001;11:343–8.

[25] Herbstreit F, Fassbender P, Haberl H, Kehren C, Peters J. Learning endotracheal intubation using a novel videolaryngoscope improves intubation skills of medical students. Anesth Analg 2011;113:586–90. doi:10.1213/ANE.0b013e3182222a66.

[26] Fiadjoe JE, Jagannathan N, Olomu P, Kovatsis P. New pediatric airway devices, friends or foes? Paediatr Anaesth 2015;25:648–9. doi:10.1111/pan.12651.

Tables

Table 1 Patient demographics, Procedures and Anesthesia protocols

	DL Group (n = 67)	MM Group (n = 65)	P value
Demographics			
Age (years)	3 (1-4)	3 (1-4)	0.98
Weight (kg)	15 (12-17)	14 (11-17)	0.66
Height (cm)	91 (79-102)	101 (87-108)	0.20
ASA status	1 (1-1)	1 (1-2)	
TMD (cm)	6 (4.5-6)	5 (4.5-6)	0.65
SMD (cm)	8 (7-9)	8 (7-9)	0.88
Procedures			
Orthopedics	10 (15 %)	7 (11 %)	
Urology	20 (30 %)	16 (25 %)	
Radiology	1 (1 %)	0 (0 %)	
Endoscopy	8 (12 %)	7 (11 %)	
Otorhinolaryngology	6 (9 %)	3 (5 %)	
Dentistry	6 (9 %)	12 (18 %)	
Plastic	3 (4 %)	4 (6 %)	
Vascular	2 (3 %)	5 (8 %)	
General	4 (6 %)	5 (8 %)	
Dermatology	7 (10 %)	5 (8 %)	
Thoracic	0 (0 %)	1 (2 %)	
Anesthesia protocol			
Sevoflurane	67 (100 %)	62 (95 %)	
Sufentanil	57 (85 %)	55 (85 %)	
Alfentanil	10 (15%)	7 (11%)	
Propofol	5 (7 %)	11 (17%)	
NMB	2 (3 %)	1 (2 %)	
Tube size			
3/3.5/4/4.5/5	3/20/26/11/4	2/26/24/12/1	
Blade size			
1/2/3	14/50/2	0/63/1	

NMB = Neuromuscular blockade, ASA = American Society of Anesthesiologist, TMD = Thyromental Distance, SMD = Sternomental Distance. Expressed as median (interquartile) or number (percentage). Lacking data included in percentages.

Table 2 Comparison of Times and glottis visualization between Direct Macintosh Laryngoscopy and McGrath® MAC

	DL Group (n = 67)	**MM Group (n = 65)**	**P value**
Times			
TTBV (seconds)	10 (7-16)	10 (8-15)	0.50
TPT (seconds)	29 (25-35)	35 (30-45)	0.0002
TTI (seconds)	42 (35-50)	48 (43-58)	0.002
Glottis visualization			
C&L grade	1 (1-1)	1 (1-1)	0.87
POGO (%)	100 (80-100)	100 (100-100)	0.39

TTBV = Time To Best View, TPT = Tube Passage Time, TTI = Time To Intubation. C&L = Cormack and Lehane grade, POGO = Percentage of Glottis Opening. Expressed as median (interquartile).

Table 3 Patient cardiovascular and respiratory parameters and intubation adverse events

	DL Group (n = 67)	MM Group (n = 65)	P value
Before intubation			
Pulse (bpm)	110 (99-125)	103 (95-120)	0.16
MAP (mmHg)	64 (59-70)	63 (58-69)	0.48
$etCO_2$ (mmHg)	30 (28-35)	30 (28-33)	0.74
After intubation			
Pulse (bpm)	113 (97-124)	111 (100-121)	0.79
MAP (mmHg)	58 (55-65)	60 (56-65)	0.48
$etCO_2$ (mmHg)	47 (43-51)	49 (43-55)	0.02
Adverse events			
Selective int.	0 (0 %)	0 (0 %)	
Esophageal int.	5 (7.5 %)	4 (6.2 %)	
Laryngospasm	0 (0 %)	2 (3.1 %)	
Bronchospasm	2 (3 %)	1 (1.5 %)	
Desaturation	1 (1.5 %)	1 (1.5 %)	
Hiccup	0 (0%)	2 (3.1 %)	
Cough	1 (1.5 %)	0 (0 %)	
Gastric aspiration	0 (0 %)	0 (0 %)	
Blood aspiration	0 (0 %)	0 (0 %)	
Blood on blade	0 (0 %)	0 (0 %)	
Dental injury	0 (0 %)	1 (1.5 %)	
Gastric air	2 (3 %)	0 (0 %)	
Tachycardia	0 (0 %)	0 (0 %)	
Bradycardia	1 (1.5 %)	1 (1.5 %)	
Total	12 (17.9 %)	12 (18.5 %)	0.93

MAP = Mean Arterial Pressure, $etCO_2$ = End Tidal CO_2.
Expressed as median (interquartile) or number (percentage).
Lacking data included in percentages.

Figures

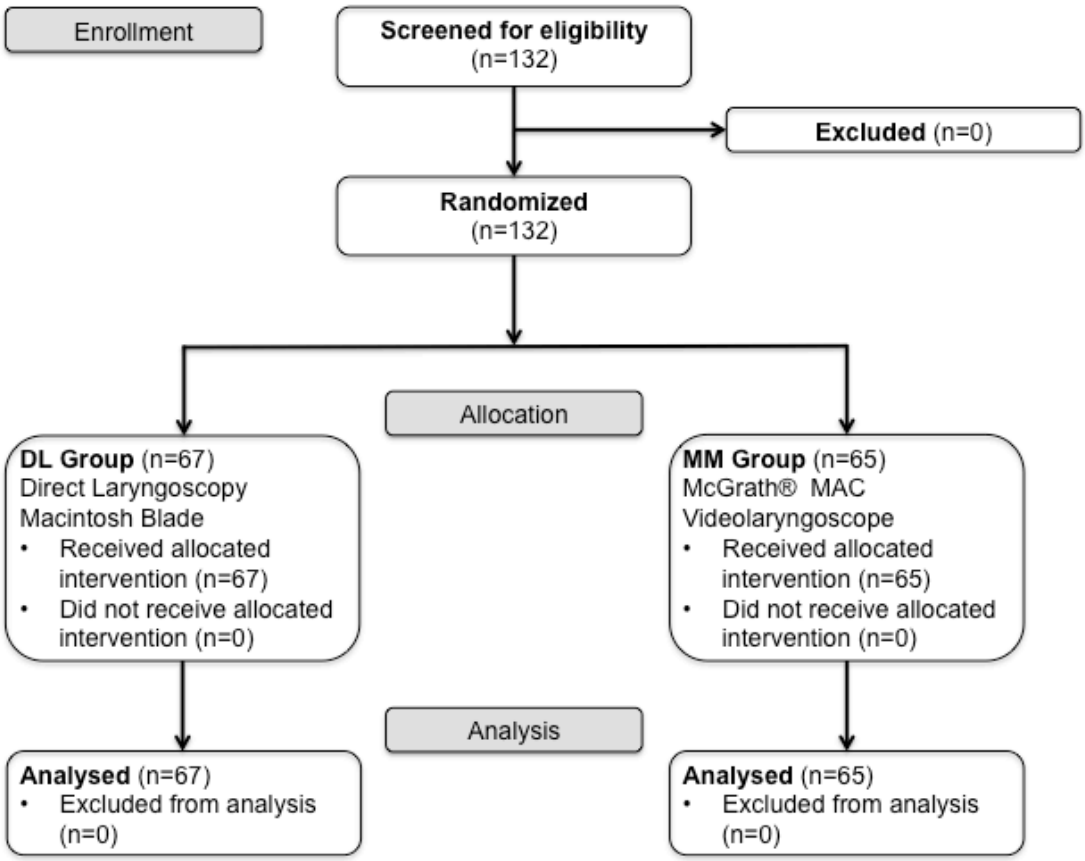


Figure 1: CONSORT Flow Diagram illustrating the flow of patients through the study.

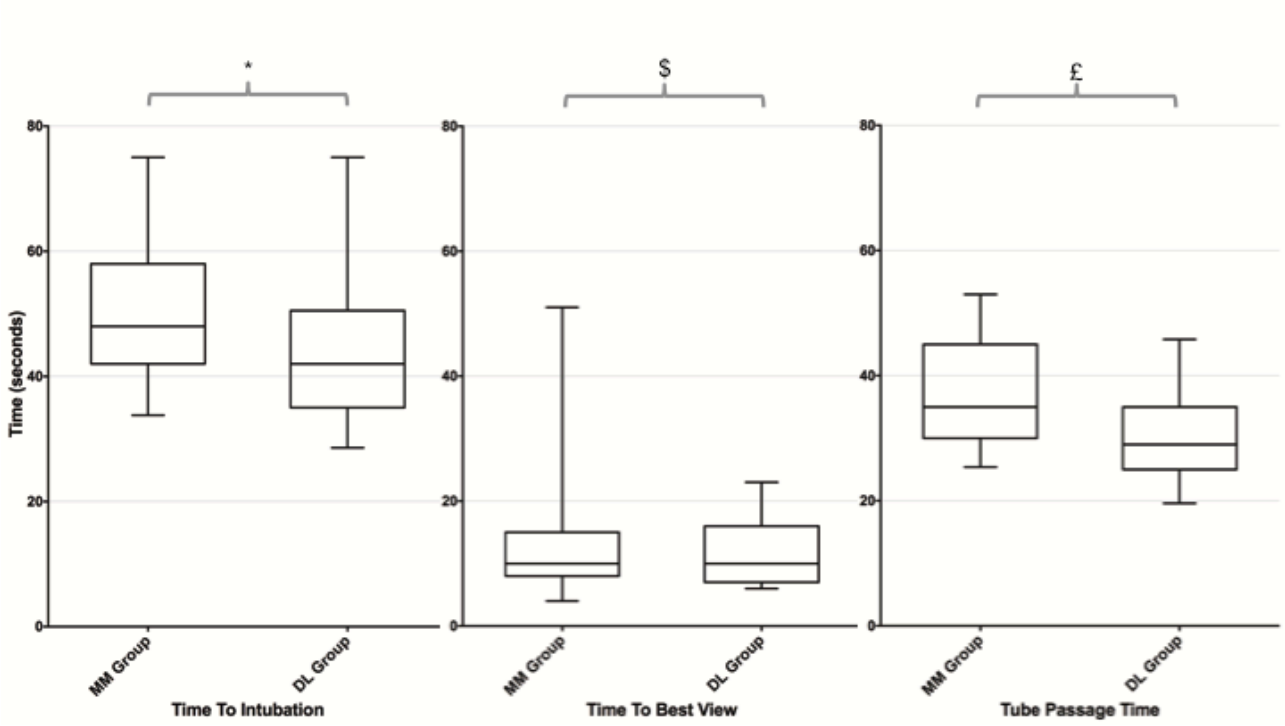


Figure 2: Box and whisker plots illustrating the Time To Intubation (TTI), the Time To Best View (TTBV) and the Tube Passage Time (TPT) when using the McGrath® MAC video laryngoscope (MM Group) and the Direct Laryngoscopy (DL Group). * P = 0.002; $ P = 0.50; £ P = 0.0002.

Discussion

Le résultat principal de notre étude montre que l'utilisation du vidéo-laryngoscope McGrath® MAC, pour réaliser une intubation par un novice en laryngoscopie pédiatrique chez des enfants sans critères d'intubation difficile, prolonge le temps d'intubation en comparaison du laryngoscope à lame de Macintosh. Aucune différence n'était notée entre les deux dispositifs concernant la survenue d'événements indésirables.

Le vidéo-laryngoscope McGrath® MAC dans la littérature

Plusieurs études décrivent l'utilisation du vidéo-laryngoscope McGrath® MAC pour la gestion des voies aériennes de l'adulte. La littérature disponible met en évidence une amélioration des conditions d'intubation lorsque le patient présente des critères d'intubation difficile, mais cette amélioration n'est pas retrouvée lorsque ces critères sont absents. Il n'y a à ce jour aucune preuve suggérant son utilisation comme dispositif d'intubation en première intention en chirurgie programmée si aucun critère d'intubation difficile n'est présent (27–29). Néanmoins, l'étude réalisée par De Jong et al. montre qu'il pourrait être utile dans le contexte spécifique de la réanimation, pour diminuer l'incidence des laryngoscopies difficiles et/ou des intubations difficiles (30).

Nous avons choisi d'évaluer l'utilisation du McGrath® MAC chez des novices en laryngoscopie pédiatrique, afin d'évaluer son utilisation dans un contexte d'apprentissage mais également comme contexte de substitution pouvant se rapprocher des situations où l'anesthésiste n'est pas expert en anesthésie pédiatrique. Dans ce contexte, la recherche d'un vidéo-laryngoscope permettant d'accélérer et d'améliorer le taux de succès de l'intubation trachéale semble être licite.

En ce qui concerne la population pédiatrique, une méta-analyse récente de Sun et al. comparait le délai d'intubation par la laryngoscopie directe avec les vidéo-laryngoscopes pédiatriques. Dans le sous-groupe du Glidescope on retrouvait un allongement moyen pondéré du Temps d'Intubation (TI) de 5,2 secondes (IC 95 % 2,0 à 8,5), de 5,1 secondes (IC 95 % 0,7 à 9,5) pour le Trueview, de 6,4 secondes (IC 95 % 4,8 à 8,1) pour le Storz et 37,5 secondes (IC 95 % 21,0 à 54,0) pour le Bullard. Alors que cet allongement du TI n'était pas retrouvé dans le sous-groupe de l'Aitraq avec 0,6 secondes (IC 95 % -7,7 à 8,9). Aucune étude comparant le TI par le McGrath® MAC avec la laryngoscopie directe en pédiatrie n'était retrouvée (31). En réalité, les rares études disponibles à son sujet

décrivent son utilisation en simulation sur des mannequins (32,33), dans des études préliminaires (34), dans des cas cliniques (35) ou encore sur des critères spécifiques en anesthésie pédiatrique (36). Elles montrent des résultats similaires aux études réalisées chez l'adulte avec une tendance à l'amélioration des conditions d'intubation avec critères de difficulté, sans toutefois arriver à le démontrer pour les patients ne présentant pas de tels critères.

A notre connaissance, notre étude est la première à comparer la laryngoscopie directe à lame de Macintosh avec le vidéo-laryngoscope McGrath® MAC par des opérateurs novices, en chirurgie programmée chez des enfants sans critères d'intubation difficile.

Significativité en pratique clinique courante

Les critères choisis pour confirmer le succès d'une intubation peuvent varier en fonction des études. Nous avons choisi d'évaluer le Temps d'Intubation (TI) en le mesurant comme le temps depuis le moment de l'insertion du dispositif après les dents/gencives jusqu'à la confirmation de l'intubation endo-trachéale par la visualisation de trois cycles stables de CO_2 expiré sur le capnographe du respirateur. En effet, nous avions choisi d'évaluer la laryngoscopie et l'intubation réalisée par des internes novices en anesthésie pédiatrique supervisés par un anesthésiste sénior. Il était donc nécessaire d'avoir recours à un critère fort nous permettant à la fois de confirmer le succès de l'intubation endo-trachéale et d'éliminer rapidement une intubation œsophagienne non désirée. La visualisation des trois cycles stables de CO_2 expiré était donc un critère adapté pour notre protocole d'étude. Le critère parfois choisi du passage de la sonde à travers les cordes vocales ne nous a pas paru suffisamment discriminant, car il ne permettait pas à lui seul d'éliminer un échec d'intubation notamment en laryngoscopie directe où seul l'opérateur avait accès à la visualisation du passage de la sonde.

De ce fait, le TI utilisé dans notre étude était plus long que dans la littérature, mais de manière homogène dans les deux groupes étudiés. Dans notre étude, le TI avec le McGrath® MAC était significativement plus long, avec un temps médian de 48 secondes (43-58 secondes), qu'avec le laryngoscope direct, avec un temps médian de 42 secondes (35-50 secondes). Cette différence de 6 secondes était significative statistiquement mais aussi cliniquement, puisque nous avons retrouvé une augmentation plus importante du taux de CO_2 expiré après intubation avec le McGrath® MAC. Une différence médiane de 6 secondes est sans conséquence clinique pour la population étudiée dans notre étude,

mais pour les nouveau-nés ou les situations urgentes qui n'étaient pas étudiées ici, quelques secondes peuvent s'avérer critiques. Le Neonatal Resuscitation Program, qui vise à élaborer des recommandations pour la réanimation des nouveau-nés en salle de naissance, limite d'ailleurs le délai souhaité pour une intubation à 30 secondes dans cette situation. L'étude rétrospective de Wozniak et al. réalisée sur des cas de réanimation néonataux en salle de naissance, confirme cette recommandation en montrant une augmentation de la morbidité au-delà de ce délai (37).

Notre étude n'a pour autant pas mis en évidence de différence pour le taux de succès d'intubation à la première tentative entre les deux groupes. Ce critère n'étant pas le critère principal de notre étude, nous n'avions pas une puissance suffisante pour l'évaluer. Nous pouvons simplement relever que deux patients ont nécessité plus de deux tentatives d'intubation en laryngoscopie directe. Dans ces deux cas, la sonde d'intubation était trop grosse pour la glotte de l'enfant et l'absence de visualisation de la glotte par l'anesthésiste sénior n'a peut-être pas permis l'adaptation plus rapide de la taille de la sonde. Ce point se doit d'être examiné pour toute étude comparant des dispositifs d'intubation puisque plus de deux tentatives sont associées à un taux plus élevé de complications chez l'adulte comme chez l'enfant (38,39).

L'allongement du TI avec le McGrath® MAC est consistant avec la méta-analyse de Sun et al. qui mettait en évidence une différence moyenne pondérée de 4,9 secondes pour différents vidéo-laryngoscopes pédiatriques en comparaison avec la laryngoscopie directe (31). Néanmoins, nous pouvons noter que cette différence n'était pas retrouvée dans l'analyse en sous-groupe de l'Aitraq, et qu'au moment de sa publication aucune étude sur le McGrath® MAC n'était disponible en pédiatrie. Une seule étude chez l'adulte a comparé la laryngoscopie directe avec le McGrath® MAC et n'a retrouvé aucune différence pour le TI ou pour l'incidence d'événements indésirables (29).

Utilisation, coordination et force de traction

Comme cela a été mis en évidence par Sun et al. dans leur méta-analyse, notre étude met également en évidence un Temps de Passage de Sonde (TPS) statistiquement prolongé lors de l'utilisation du McGrath® MAC, avec un temps médian de 35 secondes (30-45 secondes) contre 29 secondes (25-35 secondes) pour la laryngoscopie directe. A contrario, le Temps de Meilleure Exposition (TME) était similaire entre les deux groupes. Leur hypothèse était que lors de la réalisation d'une intubation avec vision indirecte, une

coordination était nécessaire entre les mains et les yeux afin de manipuler la sonde d'intubation et de la faire passer entre les cordes vocales avec succès. Dans notre étude, nous n'avons pas anticipé l'évaluation de la dextérité pour des novices en intubation pédiatrique. Néanmoins, dans leur étude visant à comparer le laryngoscope de Macintosh avec le McGrath® MAC pour la facilité d'intubation, Wallace et al. n'ont pas mis en évidence de différence entre les scores subjectifs ou objectifs qui évaluaient l'intubation trachéale par ces deux dispositifs (29).

Il existe une corrélation entre les forces appliquées par traction lors d'une laryngoscopie et l'incidence d'événements indésirables tels que les douleurs pharyngées (40). Une étude réalisée sur des mannequins met alors en évidence une pression appliquée sur la langue significativement inférieure lors de l'utilisation de vidéo-laryngoscopes (41). Nous avons cherché à évaluer la réponse hémodynamique lors de la réalisation d'une intubation, et contrairement aux résultats d'une étude rétrospective récente sur des adultes, nous n'avons retrouvé aucune différence sur les valeurs de pression artérielle moyenne après intubation entre nos deux groupes (42). Il y a évidemment plusieurs limites à notre résultat. Nous avons relevé uniquement la pression artérielle qui est moins sujet aux variations liées à la douleur, ensuite nous avons seulement inclus des enfants sans critère d'intubation difficile, permettant une exposition glottique plus aisée et donc probablement une moindre pression appliquée par les dispositifs d'intubation.

Une place différente dans nos algorithmes ?

L'American Society of Anesthesiologists place les vidéo-laryngoscopes comme une approche alternative à la laryngoscopie directe en cas d'échec d'intubation lorsque la ventilation est adéquate chez l'adulte (43). La place des vidéo-laryngoscopes comme dispositif d'intubation de première intention reste toujours un sujet de débat, et des études supplémentaires sont probablement encore nécessaires. Néanmoins, notre étude réalisée dans le contexte de l'anesthésie pédiatrique par des novices pour une chirurgie programmée ne nous permet pas de recommander l'utilisation du McGrath® MAC en première intention, et ainsi ne permet également pas de le recommander en recours pour des non experts en anesthésie pédiatrique pour la sécurisation des voies aériennes.

S'il ne permet pas d'améliorer la prise en charge des voies aériennes de l'enfant, le McGrath® MAC pourrait trouver sa place dans l'apprentissage de l'intubation en pédiatrie. Plusieurs études ont mis en évidence un rôle possible des vidéo-laryngoscopes dans

l'enseignement par le biais de leur écran qui permet à l'encadrant d'observer simultanément ce que l'étudiant visualise (44,45). Leur utilisation permettrait même d'améliorer les compétences en laryngoscopie directe (46). Dans notre expérience clinique, l'utilisation du McGrath® MAC supervisée par l'anesthésiste sénior a permis ponctuellement à l'étudiant d'améliorer sa technique. Il est donc envisageable que les vidéo-laryngoscopes trouvent un jour leur place dans l'enseignement de l'intubation en anesthésie pédiatrique (47).

Limites de cette étude

Notre étude présente néanmoins plusieurs limites. Tout d'abord, l'aveugle n'était pas assuré pour l'interne qui réalisait le geste d'intubation car il n'était évidemment pas possible de dissimuler la nature du dispositif utilisé. De plus, la réalisation d'une étude évaluant le temps d'intubation impacte de facto la réalisation du geste, qui a donc pu être réalisé de manière plus rapide. Nous estimons néanmoins que cette influence était homogène sur les deux groupes, et donc n'a probablement influencé le résultat final que de manière très limitée.

Ensuite, le protocole ne définissait pas le moment exact pour relever les paramètres hémodynamiques, avant et après l'intubation. Il y a donc pu y avoir une hétérogénéité dans les délais avant/après intubation, et donc une minimisation des amplitudes maximales de variation de ces paramètres. Néanmoins, les résultats obtenus dans notre étude pour ces critères secondaires sont en accord avec les résultats obtenus pour notre critère principal. Les variations d'etCO_2 suivent les différences obtenues avec les temps d'intubation pour les deux groupes.

Egalement, nous avons choisi une population d'enfants sans signes prédictifs d'intubation difficile. Ainsi, l'utilisation des scores de POGO et de Cormack & Lehane n'était probablement pas suffisamment sensible pour faire ressortir une différence dans la qualité d'exposition de la glotte entre ces deux dispositifs. Ces deux scores ont été créés afin d'évaluer une vision directe de la glotte, ce qui n'est plus le cas pour les vidéo-laryngoscopes qui fonctionnent par le biais d'une visualisation indirecte. La création d'un score hybride pouvant prendre notamment en compte la force de traction ou le nombre total de manipulations nécessaires pour obtenir une exposition optimale pourrait alors être une solution plus performante pour l'évaluation des vidéo-laryngoscopes.

Conclusion

Notre étude a permis de mettre en évidence que le temps d'intubation pour un novice en laryngoscopie en anesthésie pédiatrique était plus long avec le vidéo-laryngoscope McGrath® MAC qu'avec la laryngoscopie directe Macintosh, sans augmentation de l'incidence des événements indésirables.

Le McGrath® MAC ne peut donc pas être envisagé comme dispositif de première intention pour la réalisation d'une intubation endo-trachéale chez les enfants sans critère d'intubation difficile.

Néanmoins, il pourrait trouver sa place dans l'enseignement de l'intubation chez l'enfant et cette utilisation devrait être évaluée dans de futures études.

Annexe 1 : Feuille de recueil de données

Intubation en Pédiatrie : Mac Intosh vs Mc Grath (10-20kg)

Date: ___/___/_____
Type intervention: _____
Poids: _____kg Age : _____
ASA :_____ Taille :_____cm

étiquette

Numéro randomisation……

Technique d'intubation : **Lame Mac Intosch** ☐ **Mc Grath** ☐

- Le chronomètre temps ne démarre qu'à partir du moment où l'opérateur introduit la lame en bouche et arrêt après 3 cycles de CO2.
- Intubation orotrachéale uniquement.

Caractéristiques de l'intubation

Durée pour exposition optimale :
(de l'introduction du laryngoscope jusqu'à obtention de la meilleure exposition avant tentative d'intubation)
……..sec

Durée pour intubation :
(selon méthode décrite plus haut)
……..sec

Score POGO :
……..% de visualisation de la glotte (0-20-40-60-80-100)

Grade Cormack :
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Changement de dispositif :
☐ oui ☐ non
Si oui => ☐ Métal > Mc Grath
☐ Mc Grath > Métal

Taille de la lame (définitive) :
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3

Changement taille de lame :
☐ oui ☐ non
Si oui => ☐ 2 > 3 ☐ 1 > 2
☐ 3 > 2 ☐ 2 > 1
☐ lame Miller
☐ autre : _____

Changement d'opérateur :
☐ oui ☐ non

Nombre de tentatives d'exposition (pour

Complications per-procédure d'intubation

Intubation œsophagienne	☐ oui	☐ non
Intubation sélective	☐ oui	☐ non
Laryngospasme	☐ oui	☐ non
Bronchospasme	☐ oui	☐ non
Désaturation <95%	☐ oui	☐ non
Hoquet	☐ oui	☐ non
Toux	☐ oui	☐ non
Inhalation	☐ oui	☐ non
Aspiration avec traces de sang	☐ oui	☐ non
Trace de sang sur lame	☐ oui	☐ non
Bris dentaires	☐ oui	☐ non
Insufflation gastrique	☐ oui	☐ non

Paramètres cliniques :
Tachycardie (> 50% FC avant induction)
☐ oui ☐ non
Bradycardie (avec injection atropine)
☐ oui ☐ non

Avant Intubation :
Et CO2 avant de l'intubation .....mmHg
Fréq Card avant de l'intubation .....bpm
PAM avant de l'intubation .....mmHg

Après Intubation :
Et CO2 à la fin de l'intubation .....mmHg
Fréq Card à la fin de l'intubation .....bpm
PAM à la fin de l'intubation .....mmH

Schéma du Score POGO :

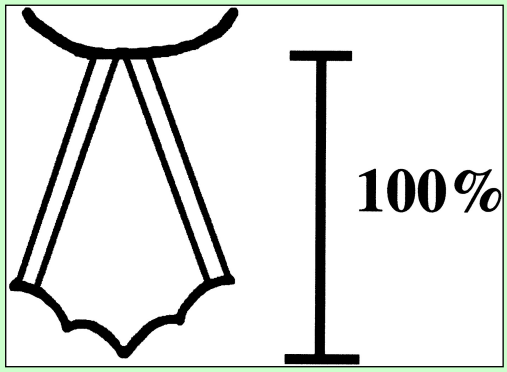
succès):
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐4 ☐+
si >1 pourquoi :
☐ désaturation ☐ changement de lame
☐ lame trop grande ☐ lame trop petite
☐ lame trop souple
☐ autre : _____

Nombre de tentatives d'intubation (pour succès):
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐+
si >1 pourquoi :
☐ désaturation ☐ glotte fermée
☐ sonde trop large ☐ sonde trop petite
☐ autre : _____

Besoin d'Aide :
☐ non ☐ oui, avec
☐ « BURP » ☐ mandrin
☐ bougie ☐ fibroscope
☐ autre : _____

Si BURP, nombre de repositionnement de l'appui par l'aide :
☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ +

Auscultation symétrique après intubation et avant fixation :
☐ oui ☐ non



<u>Examen clinique (critère d'intubation facile) :</u>
Ouverture de bouche (mm) : _____
≥ 3 travers de doigts de l'enfant : ☐ oui ☐ non
Malformation mandibulaire : ☐ non ☐ micrognatie ☐ rétrognatie
☐ autre _____
Malformation faciale isolée : ☐ non ☐ oui =>laquelle : _____
Syndrome polymalformatif : ☐ non ☐ oui =>lequel : _____
Antécédents Intubation trachéale difficile : ☐ non ☐ oui
Distance thyro-mentonnière (cm) : _____
Distance sterno-mentonnière (cm) : _____

<u>Formule pour le calcul de la taille de la sonde d'intubation :</u>
Avec ballonnet > Age/4 + 3 **Sonde utilisée :** _____
ou
Sans ballonnet > Age/4 + 4

<u>Protocole anesthésique</u> :
☐ Sevorane Fet 4%, FIO2 100%, AI PEP Curare ☐ oui ☐ non
☐ Sufentanil 0,3-4 µg/kg => _____
☐ Propofol 2-3 mg/kg
☐ Alfentanil 10-20 µg/kg

<u>Evénement indésirable(s)</u> :
☐ non ☐ oui => le(s)quel(s) : _____

Annexe 2 : Demande d'avis consultatif auprès du CPP

COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES
SUD-OUEST ET OUTRE MER III

Président : Professeur Emmanuel CUNY

ARRIVEE
15 OCT. 2013
Pr NOUETTE-GAULAIN - SAR3
Groupe hospitalier Pellegrin

Professeur Karine NOUETTE-GAULAIN
Service d'anesthésie-réanimation 3
Hôpital Pellegrin
Place Amélie Raba Léon
33076 Bordeaux cedex

Bordeaux, le 7 octobre 2013.

Réf. CPP : DC 2013/88
Vos réf. : demande d'avis consultatif étude PEDINGRATH

En date du 25 SEPTEMBRE 2013, conformément aux dispositions du Code de la Santé Publique, le CPP Sud-Ouest et Outre Mer III a examiné **la demande de conseil quant au cadre réglementaire** d'un projet de recherche intitulé :

"EVALUATION DU DISPOSITIF DE VIDEOLARYNGOSCOPIE MCGRATH® MAC LORS D'UNE INTUBATION ORO-TRACHEALE CHEZ LES ENFANTS DE 10 A 20 KG EN CHIRURGIE PROGRAMMEE."

L'évaluation du dispositif médical de vidéo laryngoscopie McGrath® MAC lors d'une intubation orotrachéale chez les enfants de 10 à 20 kg en chirurgie programmée où chaque praticien à la compétence des deux techniques est une recherche observationnelle pilote pour laquelle la randomisation concerne le praticien et non la maladie dont la prise en charge n'est pas modifiée.

Cette recherche est hors du champ des dispositions régissant la recherche biomédicale et les soins courants.

Pour le Comité et le Président
Le Secrétaire général

Dr Roland-Igor GALPERINE

1/2

Service de Pharmacologie clinique – Groupe Hospitalier Pellegrin – Bât. 1A
Place Amélie Raba Léon – 33076 BORDEAUX CEDEX
TÉL/FAX : 33-(0)5.57.81.76.07 – E-mail : cpp.soom3@u-bordeaux2.fr

Références

1. Christian E, Hervé M, Eric W. Rappels anatomiques. In: Intubation : De l'oxygénation à l'intubation difficile. Arnette. Wolters Kluwer France; 2011:1–10.

2. Fayoux P. Anatomie fonctionnelle des voies aériennes de l'enfant : implications pour l'anesthésiste. Anesth Reanim. 2015;1:471–2.

3. Wilton N, Lee C, Doyle E. Developmental anatomy of the airway. Anaesth Intensive Care Med. 2015;16:611–5.

4. Baujard C, Staiti G. Gestion des voies aériennes chez le nourrisson et l'enfant. Prat Anesth Reanim. 2013;17:187–93.

5. Reyt E. Particularités anatomiques et physiologiques des voies aériennes supérieures de l'enfant. Ann Fr Anesth Reanim. 2003;22:886–9.

6. Murat I, Constant I, Maud'huy H. Perioperative anaesthetic morbidity in children: a database of 24,165 anaesthetics over a 30-month period. Paediatr Anaesth. 2004;14:158–66.

7. 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.

8. Walker RWM. Pulmonary aspiration in pediatric anesthetic practice in the UK: a prospective survey of specialist pediatric centers over a one-year period. Paediatr Anaesth. 2013;23:702–11.

9. Patel R, Lenczyk M, Hannallah RS, McGill WA. Age and the onset of desaturation in apnoeic children. Can J Anaesth. 1994;41:771–4.

10. Bordet F, Allaouchiche B, Lansiaux S, Combet S, Pouyau A, Taylor P, et al. Risk factors for airway complications during general anaesthesia in paediatric patients. Paediatr Anaesth. 2002;12:762–9.

11. Bhananker SM, Ramamoorthy C, Geiduschek JM, Posner KL, Domino KB, Haberkern CM, et al. Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest Registry. Anesth Analg. 2007;105:344–50.

12. von Ungern-Sternberg BS, Boda K, Chambers NA, Rebmann C, Johnson C, Sly PD, et al. Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study. Lancet. 2010;376:773–83.

13. Alalami AA, Ayoub CM, Baraka AS. Laryngospasm: review of different prevention and treatment modalities. Paediatr Anaesth. 2008;18:281–8.

14. Nouette-Gaulain K, Lenfant F, Jacquet-Francillon D, Belbachir A, Bournigault-Nuquet A, Choquet O, et al. French clinical guidelines for prevention of perianaesthetic dental injuries: Long text. Ann Fr Anesth Reanim. 2012;31:213–23.

15. Laffon M, Thévenin A, Mille Zemmoura B. Glottiscopes and videolaryngoscopes: a rational choice?. Ann Fr Anesth Reanim. 2013;32:e211–5.

16. Ali QE, Amir SH, Firdaus U, Siddiqui OA, Azhar AZ. A comparative study of the efficacy of Pediatric Airtraq with conventional laryngoscope in children. Minerva Anestesiol. 2013;79:1366–1370

17. Fiadjoe JE, Gurnaney H, Dalesio N, Sussman E, Zhao H, Zhang X, et al. A prospective randomized equivalence trial of the GlideScope Cobalt video laryngoscope to traditional direct laryngoscopy in neonates and infants. Anesthesiology. 2012;116:622– 628.

18. Fonte M, Oulego-Erroz I, Nadkarni L, Sánchez-Santos L, Iglesias-Vásquez A, Rodríguez-Núñez A. A randomized comparison of the GlideScope videolaryngoscope to the standard laryngoscopy for intubation by pediatric residents in simulated easy and difficult infant airway scenarios. Pediatr Emerg Care. 2011;27:398-402

19. Hippard HK, Kalyani G, Olutoye OA, Mann DG, Watcha MF. A comparison of the Truview PCD and the GlideScope Cobalt AVL video-laryngoscopes to the Miller blade for successfully intubating manikins simulating normal and difficult pediatric airways. Paediatr Anaesth. 2016;26:613-20

20. Kim JT, Na HS, Bae JY, Kim DW, Kim HS, Kim CS, et al. GlideScope video laryngoscope: a randomized clinical trial in 203 paediatric patients. Br J Anaesth. 2008;101:531–534.

21. Redel A, Karademir F, Schlitterlau A, Frommer M, Scholtz LU, Kranke P, et al. Validation of the GlideScope video laryngoscope in pediatric patients. Paediatr Anaesth. 2009;19:667–671.

22. Riad W, Moussa A, Wong DT. Airtraq™ versus Macintoch laryngoscope in intubation performance in the pediatric population. Saudi J Anaesth. 2012;6:332–335.

23. Riveros R, Sung W, Sessler DI, Sanchez IP, Mendoza ML, Mascha EJ, et al. Comparison of the Truview PCD™ and the GlideScope video laryngoscopes with direct laryngoscopy in pediatric patients: a randomized trial. Can J Anaesth. 2013;60:450–457.

24. Rodriguez-Nunez A et al. Comparison of the Glidescope videoloaryngoscope to the standard Macintosh for intubation by pediatric residents in simulated child airway scenarios. Pediatr Emerg Care. 2010;26:726-9.

25. Vlatten A, Fielding A, Bernard A, Litz S, MacManus B, Soder C. Comparison of the airtraq laryngoscope to the direct laryngoscopy in the pediatric airway. J Pediatr Intensive Care. 2012;2:71–76.

26. White MC, Marsh CJ, Beringer RM, Nolan JA, Choi AY, Medlock KE, et al. A randomised, controlled trial comparing the Airtraq™ optical laryngoscope with conventional laryngoscopy in infants and children. Anaesthesia. 2012;67:226–231.

27. Niforopoulou P, Pantazopoulos I, Demestiha T, Koudouna E, Xanthos T. Video-laryngoscopes in the adult airway management: a topical review of the literature. Acta Anaesthesiol Scand. 2010;54:1050–61.

28. Su Y-C, Chen C-C, Lee Y-K, Lee J-Y, Lin KJ. Comparison of video laryngoscopes with direct laryngoscopy for tracheal intubation: a meta-analysis of randomised trials. Eur J Anaesthesiol. 2011;28:788–95.

29. Wallace CD, Foulds LT, McLeod GA, Younger RA, McGuire BE. A comparison of the ease of tracheal intubation using a McGrath MAC(®) laryngoscope and a standard Macintosh laryngoscope. Anaesthesia. 2015;70:1281–5.

30. De Jong A, Clavieras N, Conseil M, Coisel Y, Moury P-H, Pouzeratte Y, et al. Implementation of a combo videolaryngoscope for intubation in critically ill patients: a before-after comparative study. Intensive Care Med. 2013;39:2144–52.

31. Sun Y, Lu Y, Huang Y, Jiang H. Pediatric video laryngoscope versus direct laryngoscope: a meta-analysis of randomized controlled trials. Paediatr Anaesth. 2014;24:1056–65.

32. Saracoglu KT, Eti Z, Kavas AD, Umuroglu T. Straight video blades are advantageous than curved blades in simulated pediatric difficult intubation. Paediatr Anaesth. 2014;24:297–302.

33. Orliaguet GA, Blot R-M, Bourdaud N, Egan M, Dogaru E, Salvi N, et al. Endotracheal intubation with the GlideScope®, the Airtraq®, the McGrath® videolaryngoscope and direct laryngoscopy: a comparative study on an infant manikin. Ann Fr Anesth Reanim. 2013;32:844–9.

34. Monrigal J-P, Colbus L, Boussicault G, Lehousse T, Granry J-C. Le vidéolaryngoscope Mc Grath® MAC en anesthésie pédiatrique. Ann Fr Anesth Reanim. 2013;32:A399–400.

35. Ross M, Baxter A. Use of the new McGrath(®) MAC size-1 paediatric videolaryngoscope. Anaesthesia. 2015;70:1217–8.

36. Kim E-H, Lee J-H, Song I-K, Kim J-T, Kim B-R, Kim H-S. Effect of head position on laryngeal visualisation with the McGrath MAC videolaryngoscope in paediatric patients: A randomised controlled trial. Eur J Anaesthesiol. 2016;33:528–34.

37. Wozniak M, Arnell K, Brown M, Gonzales S, Lazarus D, Rich W, et al. The 30 second rule: the effects of prolonged intubation attempts on oxygen saturation and heart rate in preterm infants in the delivery room. Minerva Pediatr. 2016 [cited 2016 Sept 20]. Available from: http://www.minervamedica.it/en/journals/minerva-pediatrica/article.php?cod=R15Y9999N00A16041502 [Epub ahead of print];

38. Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. Anesth Analg. 2004;99:607–13.

39. Fiadjoe JE, Nishisaki A, Jagannathan N, Hunyady AI, Greenberg RS, Reynolds PI, et al. Airway management complications in children with difficult tracheal intubation from the Pediatric Difficult Intubation (PeDI) registry: a prospective cohort analysis. Lancet Respir Med. 2016;4:37–48.

40. Hashemi S, Soltani H, Saeid R. Forces Applied by The Laryngoscope Blade onto The Base of The Tongue and their relation with Postoperative Sore Throat. Med J Islam World Acad Sci. 2004;16:189–93.

41. Gaszynski TM. Forces applied by the laryngoscope blade onto the tongue during intubation attempts: a comparison between Mackintosh, AirTraq and Pentax AWS in a mannequin study. Eur J Anaesthesiol. 2011;28:463–4.

42. Yokose M, Mihara T, Kuwahara S, Goto T. Effect of the McGRATH MAC® Video Laryngoscope on Hemodynamic Response during Tracheal Intubation: A Retrospective Study. PloS One. 2016;11:e0155566.

43. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Anesthesiology. 2013;118:251–70.

44. Slinn SJ, Froom SR, Stacey MRW, Gildersleve CD. Are new supraglottic airway devices, tracheal tubes and airway viewing devices cost-effective? Paediatr Anaesth. 2015;25:20–6.

45. Weiss M, Schwarz U, Dillier CM, Gerber AC. Teaching and supervising tracheal intubation in paediatric patients using videolaryngoscopy. Paediatr Anaesth. 2001;11:343–8.

46. Herbstreit F, Fassbender P, Haberl H, Kehren C, Peters J. Learning endotracheal intubation using a novel videolaryngoscope improves intubation skills of medical students. Anesth Analg. 2011;113:586–90.

47. Fiadjoe JE, Jagannathan N, Olomu P, Kovatsis P. New pediatric airway devices, friends or foes? Paediatr Anaesth. 2015;25:648–9.

Serment d'Hippocrate

« Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.
Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les moeurs.
Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque. »