



## Gestion des voies aériennes de l'enfant<sup>☆,☆☆</sup>

Christophe Dadure<sup>1</sup>, Nada Sabourdin<sup>2</sup>, Francis Veyckemans<sup>3</sup>, Florence Babre<sup>4</sup>, Nathalie Bourdaud<sup>5</sup>, Souhayl Dahmani<sup>6</sup>, Mathilde De Queiroz<sup>5</sup>, Jean-Michel Devys<sup>7</sup>, Marie-Claude Dubois<sup>7</sup>, Delphine Kern<sup>8</sup>, Anne Laffargue<sup>3</sup>, Marc Laffon<sup>9</sup>, Corinne Lejus-Bourdeau<sup>10</sup>, Karine Nouette-Gaulain<sup>11</sup>, Gilles Orliaguet<sup>12</sup>, Etienne Gayat<sup>13</sup>, Lionel Velly<sup>14</sup>, Nadège Salvi<sup>15</sup>, Chrystelle Sola<sup>1</sup>

Disponible sur internet le :  
 4 mai 2019

1. CHU Lapéyronie, institut de génomique fonctionnelle, UMR 5203 CNRS-U 1191 Inserm, université de Montpellier, département d'anesthésiologie réanimation femme-mère-enfant, 34285 Montpellier, France
2. AP-HP, hôpital Armand-Trousseau, département d'anesthésiologie-réanimation, 26, avenue du Dr-Arnold-Netter, 75012 Paris, France
3. CHU de Lille, hôpital Jeanne-de-Flandre, département d'anesthésie pédiatrique, 59037 Lille, France
4. Institut Bergonié, département d'anesthésie, 33000 Bordeaux, France
5. Hôpital femme-mère-enfant, département d'anesthésiologie réanimation pédiatrique, 69500 Bron, France
6. Assistance publique-Hôpitaux de Paris, CHU Robert-Debré, université Paris Diderot (Paris VII), Paris Sorbonne Cité, DHU PROTECT, Inserm U1141, département d'anesthésie-réanimation, Paris, France
7. Service d'anesthésie-réanimation, fondation ophtalmologique Adolphe-de-Rothschild, 25, rue Manin, 75019 Paris, France
8. CHU de Toulouse, département d'anesthésie-réanimation, place du Dr-Baylac, TSA 40031, 31059 Toulouse cedex 9, France
9. CHU, faculté de médecine François-Rabelais, département d'anesthésie-réanimation, Tours, France
10. CHU de Nantes, Hôtel-Dieu, hôpital Mère-Enfant, service d'anesthésie-réanimation chirurgicale, 44093 Nantes cedex, France
11. CHU de Bordeaux, hôpital Pellegrin, université de Bordeaux, Inserm U12-11, laboratoire de maladies rares : génétique et métabolisme (MRGM), service d'anesthésie réanimation Pellegrin, place Amélie-Raba-Léon, 176, rue Léo-Saignat, 33000 Bordeaux, France
12. Assistance publique-Hôpitaux de Paris, hôpital Necker-Enfants-Malades, université Paris Descartes (Paris V), PRES Paris Sorbonne Cité, département d'anesthésie-réanimation, EA08 pharmacologie et évaluation des thérapeutiques chez l'enfant et la femme enceinte, 75015 Paris, France
13. CHU de Saint-Louis-Lariboisière, université Paris Diderot (Paris VII) Paris, BioCANVAS, UMR-S 942, Inserm, département d'anesthésiologie-réanimation, 75010 Paris, France
14. CHU Timone-Adultes, MeCA, institut de neurosciences de la Timone, UMR 7289, Aix-Marseille université, service d'anesthésie-réanimation, 264, rue St-Pierre, 13005 Marseille, France
15. Assistance publique-Hôpitaux de Paris, hôpital Necker-Enfants-Malades, département d'anesthésie-réanimation, 75010 Paris, France

### Correspondance :

Christophe Dadure, Département d'anesthésiologie Réanimation Femme-Mère-Enfant, UMR 5203 CNRS-U 1191 Inserm, CHU Lapéyronie, institut de génomique fonctionnelle, université de Montpellier, 34285 Montpellier, France.  
[c-dadure@chu-montpellier.fr](mailto:c-dadure@chu-montpellier.fr)

\* Texte validé par le Conseil d'administration de la SFAR (21/06/2018) et de l'ADARPEF (24/05/2018).

\*\* RFE communes SFAR-ADARPEF. Société française d'anesthésie et de réanimation. Association des anesthésistes réanimateurs pédiatriques d'expression française.

**Mots clés**

Voies aériennes  
Gestion  
Recommandations  
Enfants

**Résumé**

À ce jour, plus de 50 % des événements critiques périopératoires de l'enfant sont d'origine respiratoire. La bonne gestion des voies aériennes de l'enfant lors d'une anesthésie générale fait partie des préoccupations majeures des anesthésistes-réanimateurs. Les objectifs de ces recommandations formalisées d'experts étaient d'apporter une modification ou amélioration des pratiques cliniques répondant aux évolutions techniques dans la gestion des voies aériennes supérieures de tout enfant, mais également de valider au niveau national des connaissances reconnues dans la littérature ou auprès de sociétés savantes internationales. Par ailleurs, un point particulier a abordé la gestion des VAS de l'enfant enrhumé, potentiel facteur de risque en anesthésie pédiatrique. Parmi les recommandations, les experts recommandent l'utilisation préférentielle des dispositifs supraglottiques lors des interventions superficielles de courte durée avec monitorage de la pression du coussinet si possible. L'utilisation de sonde à ballonnet est préférable lors de l'intubation trachéale avec monitorage de la pression du ballonnet. L'intubation doit être systématique pour une chirurgie d'amygdalectomie chez l'enfant. La place des vidéolaryngoscopes est précisée lors de l'intubation difficile. L'utilisation des curares est redéfinie que ce soit durant l'induction à séquence rapide ou lors d'une anesthésie classique avec intubation orotrachéale. Pour l'enfant enrhumé, les experts recommandent l'utilisation préférentielle, si possible, du masque facial comparé à la sonde d'intubation ou dispositif supraglottique et, pour l'enfant de moins de 6 ans, la nébulisation de salbutamol avant l'anesthésie générale. Le but final de ces recommandations est d'envisager une diminution de la morbi-mortalité respiratoire de l'anesthésie des enfants par une amélioration des pratiques cliniques quotidiennes.

**Keywords**

Airway  
Management  
Children  
Guidelines

**Summary****Management of the child's airways**

*Objective > To provide French guidelines about "Airway management during paediatric anaesthesia".*

*Design > A consensus committee of 17 experts from the French Society of Anaesthesia and Intensive Care Medicine (Société française d'anesthésie-réanimation, SFAR) and the Association of French speaking paediatric anaesthesiologists and intensivists (Association des anesthésistes réanimateurs pédiatriques d'expression francophone, ADARPEF) was convened. The entire process was conducted independently of any industry funding. The authors followed the principles of the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE®) system to assess the quality of evidence. The potential drawbacks of making strong recommendations in the presence of low-quality evidence were emphasised. Few recommendations were not graded.*

*Methods > The panel focused on 7 questions: (1) Supraglottic Airway devices; (2) Cuffed endotracheal tubes; (3) Videolaryngoscopes; (4) Neuromuscular blocking agents; (5) Rapid sequence induction; (6) Airway device removal; (7) Airway management in the child with recent or ongoing upper respiratory tract infection. Population, intervention, comparison, and outcomes (PICO) questions were reviewed and updated as needed, and evidence profiles were generated. The analysis of the literature and the redaction of the recommendations were then conducted according to the GRADE® methodology.*

*Results > The SFAR Guideline panel provides 17 statements on "airway management during paediatric anaesthesia". After two rounds of discussion and various amendments, a strong agreement was reached for 100% of the recommendations. Of these recommendations, 6 have a high level of evidence (Grade 1±), 6 have a low level of evidence (Grade 2±) and 5 are experts' opinions. No recommendation could be provided for 3 questions.*

*Conclusions > Substantial agreement exists among experts regarding many strong recommendations for paediatric airway management.*

**DCI**

Jean-Mychel Devys : MSD.

Corinne Lejus : MSD, ABVUE, LFB, Teleflex, Intersurgical, Vigon, Cook, MAQUET SIMU Nantes, Laboratoire expérimental de médecine intensive.

**Coordonnateurs d'experts**

SFAR : Christophe Dadure.

ADARPEF : Nada Sabourdin, Francis Veyckemans.

**Organisateurs**

SFAR : Étienne Gayat, Lionel Velly.

ADARPEF : Anne Laffargue.

Groupe d'experts de la SFAR (ordre alphabétique) : Nathalie Bourdaud (Lyon), Christophe Dadure (Montpellier), Souhayl Dahmani (Paris), Jean-Michel Devys (Paris), Marc Laffon (Tours), Corinne Lejus (Nantes), Karine Nouette-Gaulain (Bordeaux), Gilles Orliaguet (Paris).

Groupe d'experts de l'ADARPEF (ordre alphabétique) : Florence Babre (Bordeaux), Mathilde De Queiroz (Lyon), Marie-Claude Dubois (Paris), Delphine Kern (Toulouse), Anne Laffargue (Lille), Nada Sabourdin (Paris), Nadège Salvi (Paris), Chrystelle Sola (Montpellier), Francis Veyckemans (Lille).

Groupe de Lecture : Maryline Bordes (Bordeaux), Frédéric Duflo (Lyon), Jean-Claude Granry (Angers), Fabrice Michel (Marseille). Comité des Référentiels Cliniques de la SFAR : Lionel Velly (Président), Marc Garnier (Secrétaire), Julien Amour, Alice Blet, Gérald Chanques, Vincent Compère, Philippe Cuvillon, Fabien Espitalier, Etienne Gayat, Hervé Quintard, Bertrand Rozec, Emmanuel Weiss.

Conseil d'Administration de la SFAR : Xavier Capdevila, Hervé Bouaziz, Laurent Delaunay, Pierre Albaladejo, Jean-Michel Constantin, Francis Bonnet, Marie-Laure Cittanova, Marc Léone, Bassam Al Nasser, Valérie Billard, Francis Bonnet, Julien Cabaton, Marie-Paule Chariot, Isabelle Constant, Alain Delbos, Claude Ecoffey, Jean-Pierre Estebe, Marc Gentili, Olivier Langeron, Pierre Lanot, Luc Mercadal, Karine Nouette-Gaulain, Jean-Christian Sleth, Éric Viel, Paul Zetlaoui.

**Introduction****Contexte**

Les enfants sont anesthésiés dans tous les types de structures hospitalières par des médecins anesthésistes-réanimateurs dont l'expérience en anesthésie pédiatrique est variable [1]. La gestion des voies aériennes (VAS) de l'enfant lors d'une anesthésie générale fait partie des prises en charge majeures de la pratique clinique en anesthésie-réanimation. Les données européennes récentes de l'étude APRICOT ont confirmé qu'à l'heure actuelle, plus de 50 % des événements critiques périopératoires de l'enfant sont encore d'origine respiratoire [2]. Une amélioration de la prise en charge des voies aériennes devrait diminuer la morbidité/mortalité en anesthésie pédiatrique.

La Société française d'anesthésie réanimation (SFAR) a diffusé en 2005 un texte de conférence d'experts, concernant la prise en charge anesthésique pour l'amygdalectomie chez l'enfant [3]. Un autre texte de recommandations cliniques professionnelles a également été diffusé en 2000 pour les structures et le matériel d'anesthésie pédiatrique [4]. Aucun texte concernant la gestion des VAS chez l'enfant n'a été diffusé à ce jour.

Depuis lors, de nouvelles techniques et connaissances sont apparues dans ce domaine de l'anesthésie-réanimation, qui sont de nature à modifier significativement les pratiques : émergence de nouveaux équipements (sonde à ballonnet basse pression, dispositifs supraglottiques), les nouveaux concepts d'induction à séquence rapide, l'utilisation ou non de curare lors de l'intubation.

Ainsi, la rédaction d'un texte faisant le point sur ces nouvelles données, plus de 10 ans après les dernières recommandations ou conférences d'experts, est apparue nécessaire afin de d'aider le clinicien dans sa pratique quotidienne.

**Objectif**

Les objectifs de ces recommandations formalisées d'experts sont de recommander une modification ou amélioration des pratiques répondant aux évolutions techniques dans la gestion des voies aériennes supérieures de tout enfant, mais également de valider au niveau national des connaissances reconnues dans la littérature ou auprès de sociétés savantes internationales. Par ailleurs, un point particulier a été abordé concernant la gestion des VAS de l'enfant enrhumé, potentiel facteur de risque en anesthésie pédiatrique. Le but final est d'envisager une diminution de la morbi-mortalité respiratoire de l'anesthésie des enfants.

**Méthodologie****Recherche bibliographique et critères de sélection**

Les données de la littérature ont été sélectionnées sur les 15 années précédentes. Pour chaque question retenue, si au moins une méta-analyse était disponible, la recherche bibliographique était effectuée, à partir de la méta-analyse, sur les publications postérieures à celle-ci. Dans tous les cas, seuls les essais randomisés contrôlés permettaient de formuler une recommandation forte (niveau G1, voir ci-dessous). Comme cela est prévu dans la méthodologie GRADE, pour des questions ayant des implications majeures chez les patients (risque vital par exemple), une recommandation peut être formulée sur des données ne pouvant, pour des raisons éthiques, être validées par une méthodologie de type allocation randomisée.

**Thèmes abordés**

Sept groupes de travail ont été constitués afin d'aborder les sujets suivants :

- dispositifs supraglottiques : leur place dans la chirurgie élective, dans l'amygdalectomie ou adénoïdectomie, pour la

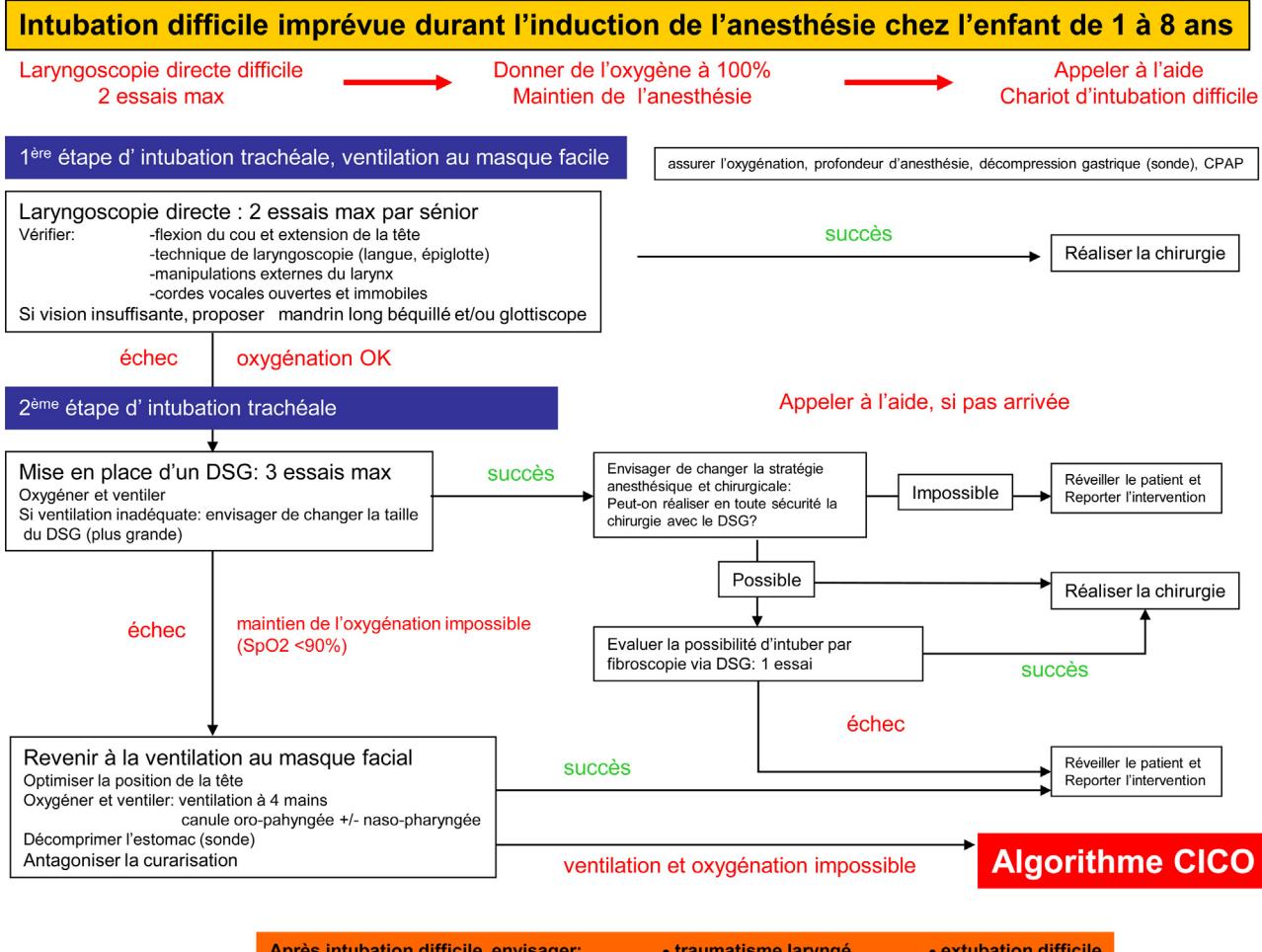


FIGURE 1

Algorithme pour une intubation difficile inattendue durant une induction anesthésique d'un enfant de 1 à 8 ans (adapté de Black AE et al. Development of a guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice. Pediatr Anesth 2015;25:346-62)

- ventilation et/ou l'intubation difficile, les techniques de pose et de retrait, la comparaison entre les dispositifs de 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> génération ;
- sondes à ballonnet dans l'intubation de l'enfant : avantages, choix de la taille, mesure de pression du ballonnet ;
  - vidéolaryngoscopes : place dans l'intubation simple et dans l'intubation difficile ;
  - place des curares pour intuber un enfant : avantages et inconvénients pour l'intubation normale et difficile ;
  - intubation à séquence rapide chez l'enfant : nécessité de la pression cricoïdienne, curare, ventilation ;
  - extubation de l'enfant : vigile ou sous anesthésie, extubation après intubation difficile ;
  - gestion des VAS chez l'enfant enrhumé : intubation orotrachéale, dispositifs supraglottiques ou masque facial.

#### Critère de jugement

Pour chaque question, des critères de jugement ont été définis a priori auxquelles s'associent 5 avis d'experts et 3 algorithmes (figures 1-3).

#### Méthode GRADE

En accord avec les recommandations de la SFAR, la méthode GRADE<sup>®</sup> a été utilisée pour l'élaboration des recommandations [5]. Cette méthode permet, après une analyse quantitative de la littérature, de déterminer séparément la qualité des preuves, et donc de donner une estimation de la confiance que l'on peut avoir de l'analyse quantitative et un niveau de recommandation. La qualité des preuves est répartie en quatre catégories :

- haute : les recherches futures ne changeront très probablement pas la confiance dans l'estimation de l'effet ;

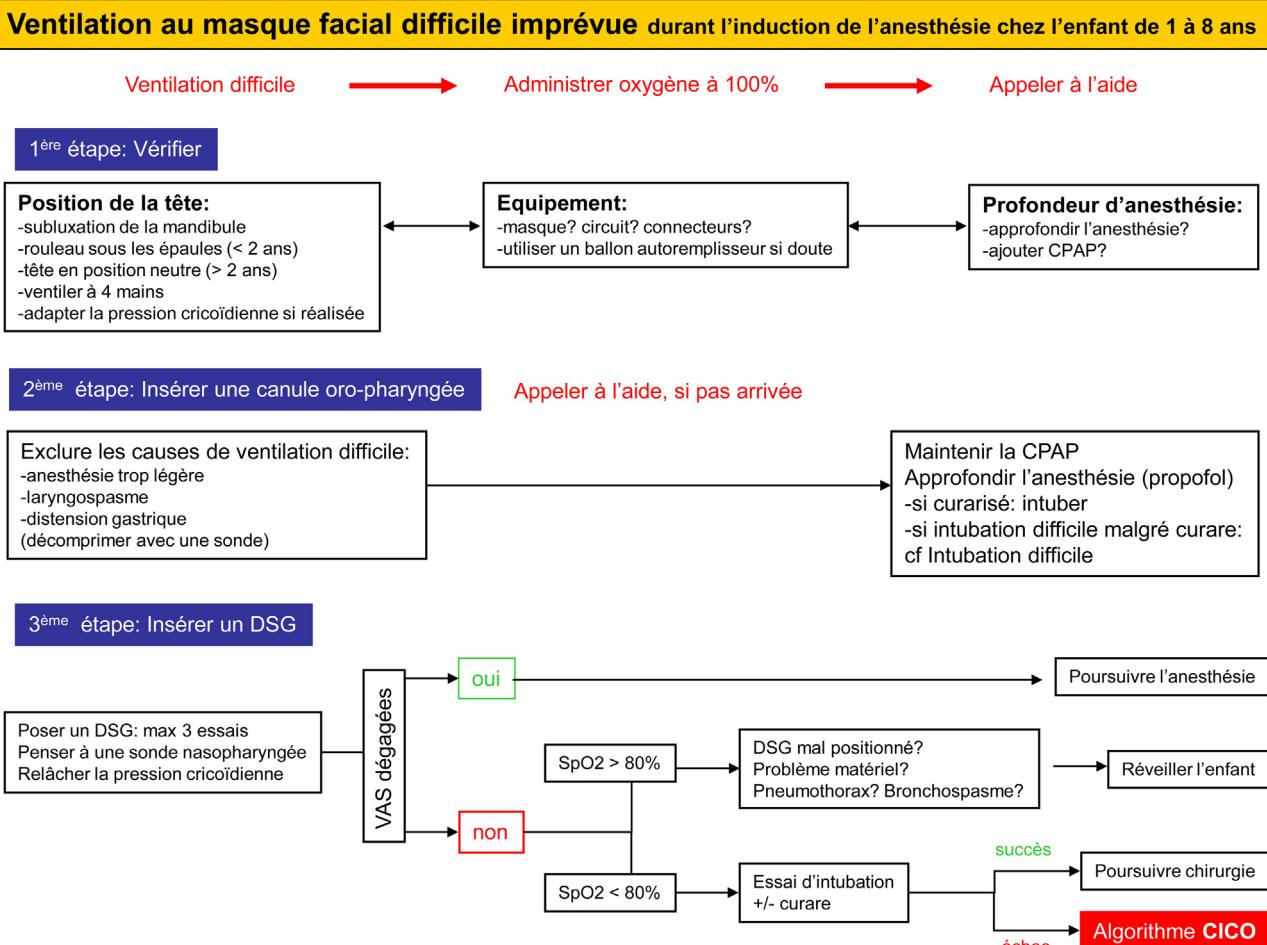


FIGURE 2

Algorithme pour une ventilation difficile inattendue au masque facial durant une induction anesthésique d'un enfant de 1 à 8 ans (adapté de Black AE et al. Development of a guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice. Pediatr Anesth 2015;25:346-62)

- modérée : les recherches futures changeront probablement la confiance dans l'estimation de l'effet et pourraient modifier l'estimation de l'effet lui-même ;
  - basse : les recherches futures auront très probablement un impact sur la confiance dans l'estimation de l'effet et modifieront probablement l'estimation de l'effet lui-même ;
  - très basse : l'estimation de l'effet est très incertaine.
- L'analyse de la qualité des preuves est réalisée pour chaque critère de jugement, puis un niveau global de preuve est défini à partir de la qualité des preuves des critères cruciaux.
- La formulation finale des recommandations est toujours binaire, soit positive soit négative, et soit forte soit faible :
- forte : il est recommandé de faire ou ne pas faire (GRADE 1+ ou 1-) ;
  - faible : il est probablement recommandé de faire ou de ne pas faire (GRADE 2+ ou 2-).

La force de la recommandation est déterminée en fonction de quatre facteurs clés et validée par les experts après un vote, en utilisant la méthode GRADE Grid :

- estimation de l'effet ;
- le niveau global de preuve : plus il est élevé, plus la recommandation sera forte ;
- la balance entre effets désirables et indésirables : plus celle-ci est favorable, plus la recommandation sera forte ;
- les valeurs et les préférences : en cas d'incertitudes ou de grande variabilité, plus la recommandation sera faible ; ces valeurs et préférences doivent être obtenues au mieux directement auprès des personnes concernées (patient, médecin, décisionnaire).

En cas d'absence d'évaluation quantifiée de l'effet, il a été proposé un avis d'expert dont la formulation est identique à celles proposées dans la méthode GRADE®.

CICO

**Intubation et ventilation impossibles chez un enfant curarisé de 1 à 8 ans**

Echec d'intubation  
Ventilation inadéquate → Administrer oxygène à 100% → Appeler à l'aide

**1<sup>ère</sup> étape:** Continuer d'essayer d'oxygéner et de ventiler

FIO2 100%  
Optimiser la position de la tête et la subluxation de la mandibule  
Insérer une canule oro-pharyngée ou un DSG  
Ventiler à 4 mains  
Décomprimer l'estomac avec une sonde NG

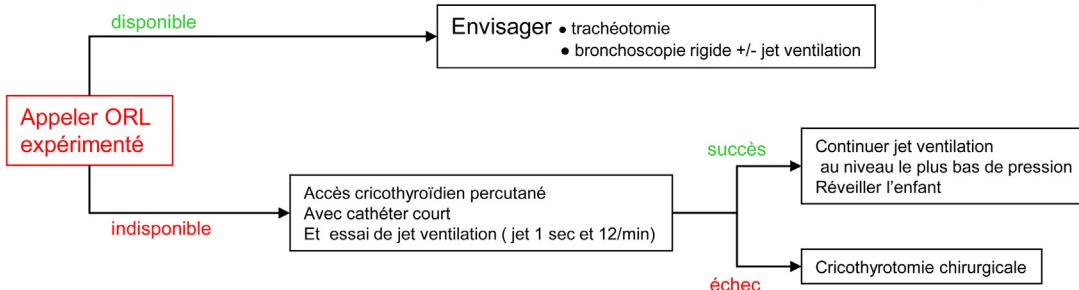
**2<sup>ème</sup> étape:** Essayer de réveiller l'enfant si SpO<sub>2</sub> > 80%

Si rocuronium ou vécuronium, envisager sugammadex (16 mg/kg)

Se préparer à utiliser une technique de sauvetage,  
si l'état de l'enfant se détériore

**3<sup>ème</sup> étape:** Technique de sauvetage si SpO<sub>2</sub> < 80% et/ou chute de la FC

Appeler à l'aide si pas arrivée  
Appeler ORL expérimenté



**ATTENTION les abords par voie cricothyroïdienne sont grevés d'un taux important d'échec et de complications.  
Chez l'enfant de moins de 8 ans, l'abord avec un cathéter n'est plus recommandé.**

FIGURE 3

Algorithme pour une ventilation et une intubation impossible durant une induction anesthésique d'un enfant curarisé de 1 à 8 ans  
(adapté de Black AE et al. Development of a guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice. Pediatr Anesth 2015;25:346-62)

La particularité de l'anesthésie pédiatrique, par la grande variation de poids et d'âge des enfants, engendre que la force des recommandations émises peut varier en fonction de ces critères. La population néonatale et de l'enfant prématuré a ses propres particularités différentes de l'enfant plus grand. Les présentes recommandations ne s'appliqueront donc pas à cette population spécifique.

Après synthèse du travail des experts et application de la méthode GRADE, 12 recommandations et 5 avis d'experts ont été formalisés par le comité d'experts désignés. La totalité des recommandations a été soumise au groupe d'experts. Après trois tours de cotations et divers amendements, un accord fort a été obtenu pour 100 % des recommandations.

Parmi ces recommandations, 6 ont un niveau de preuve élevé (Grade 1±), 6 ont un niveau de preuve faible (Grade 2±) auxquelles s'associent 5 avis d'experts et 3 algorithmes (figures 1-3).

Ces RFE se substituent aux recommandations précédentes émanant de la SFAR, sur un même champ d'application. La SFAR incite tous les anesthésistes-réanimateurs à se conformer à ces RFE pour assurer une qualité des soins dispensés aux patients. Cependant, dans l'application de ces recommandations, chaque praticien doit exercer son jugement, prenant en compte son expertise et les spécificités de son établissement, pour déterminer la méthode d'intervention la mieux adaptée à l'état du patient dont il a la charge.

## CHAMP 1 : quelle est la place des dispositifs supraglottiques et sonde d'intubation en anesthésie pédiatrique ?

R1 – Il est probablement recommandé d'utiliser un dispositif supraglottique plutôt qu'une sonde d'intubation en cas de chirurgie superficielle programmée de courte durée afin de diminuer l'incidence des laryngospasmes et des hypoxémies lors du retrait du dispositif.

(GRADE 2+) ACCORD FORT

### Argumentaire

En chirurgie programmée, deux méta-analyses ont étudiées la littérature des années 1990 à 2013 comparant sonde d'intubation versus dispositif supraglottique [6,7]. Leurs conclusions sont différentes concernant le laryngospasme et l'hypoxémie. Luce [6] retrouve une différence significative dans l'incidence de ces 2 complications en faveur de l'utilisation des DSG, ce que ne retrouve pas Patki [7]. Ces complications surviennent uniquement lors du réveil de l'anesthésie. Aucune différence n'est retrouvée lors de l'insertion du dispositif. Les deux méta-analyses retrouvent une incidence de toux postopératoire significativement plus faible avec un DSG. Plus récemment, Acquaviva et al. n'ont pas retrouvé de différence en termes de complications respiratoires entre la gestion par sonde d'intubation ou dispositif supraglottique chez une population de 84 enfants âgés de 3 à 17 ans et bénéficiant d'une fibroscopie œso-gastro-duodénale [8]. Dernièrement, Drake-Brockman et al. ont réalisé une étude randomisée contrôlée comparant la sonde d'intubation et le masque laryngé chez 181 nourrissons (âgés de 2 à 12 mois) bénéficiant d'une chirurgie mineure [9]. Les auteurs ont montré une diminution significative du nombre d'effets indésirables respiratoires périopératoires dans le groupe « masque laryngé ». Le risque relatif de ces effets indésirables était multiplié par 2,94 dans le groupe « sonde d'intubation ». Le risque relatif de laryngospasme et bronchospasme était quant à lui multiplié par 5 dans ce même groupe.

Pas de recommandation : Il n'y a pas d'argument en faveur du retrait du dispositif supraglottique chez l'enfant sous anesthésie profonde ou totalement réveillé.

### Argumentaire

Lors de l'utilisation d'un masque laryngé pour assurer la protection des voies aériennes, comme pour l'intubation, la période

d'ablation du dispositif est une période à risque de complications respiratoires. La question de la période optimale d'ablation du dispositif, sous AG profonde ou totalement réveillé, a fait l'objet de plusieurs études randomisées. Toutes concernent des enfants ASA I ou II, la plupart pour des procédures en chirurgie ambulatoire. Une méta-analyse [10] comprenant 11 études avec des groupes d'enfants (analysés séparément) ou exclusivement pédiatriques n'a pas retrouvé de différence entre les deux techniques en ce qui concerne le risque de laryngospasme ou de désaturation, mais retrouve un risque supérieur d'obstruction des voies aériennes lorsque le masque laryngé est enlevé sous AG. Mais les études retrouvant ce risque ne rapportent pas d'évènements graves, l'obstruction étant rapidement levée par des manœuvres simples comme la luxation de la mâchoire ou la pose d'une canule de Guedel. Parmi les complications respiratoires relevées figurait la toux, dont le risque était supérieur lorsque le masque était enlevé réveillé. Les auteurs concluent qu'une technique ne peut être considérée comme supérieure à l'autre en ce qui concerne les complications « graves ». Cependant, en raison du risque plus important d'obstruction des VAS lorsque le masque laryngé est enlevé sous AG, ils préconisent une anticipation de ce risque. Récemment, Thomas-Kattappurathu et al. ont étudié, en plus du niveau de conscience, la position idéale (décubitus latéral ou dorsal) pour l'ablation du masque laryngé [11]. Les auteurs retrouvent un risque plus important de désaturations lorsque le masque laryngé était enlevé en décubitus dorsal (dont 1 épisode à 66 % avec stridor dans le groupe AG/décubitus dorsal). Le risque d'obstruction des VAS était également plus important dans le groupe AG/décubitus dorsal, mais sans conséquence grave. Ils ont également dans l'étude attribué un « score de gravité » aux évènements respiratoires, (considérant que tous les évènements recueillis ne représentaient pas le même risque pour le patient) et concluent que le risque de complications les plus graves survient en décubitus dorsal, que ce soit sous AG ou réveillé. Ils concluent que le décubitus latéral est préférable au décubitus dorsal, que l'on retire le masque laryngé sous AG ou réveillé. Enfin, dans une étude concernant la chirurgie dentaire [12], les auteurs recommandent l'ablation du masque laryngé réveillé, en raison d'une SpO<sub>2</sub> moyenne moins élevée dans le groupe AG ( $p = 0,04$ ) et d'un plus grand nombre de patients avec une SpO<sub>2</sub> < 95 % ( $p = 0,003$ ). C'est la seule étude qui concerne une chirurgie en bouche, « à risque » compte tenu de la présence potentielle de sang.

R2 – Lors d'une intervention pour amygdalectomie, il est recommandé de protéger les voies aériennes supérieures à l'aide d'une sonde d'intubation à ballonnet.

(GRADE 1+) ACCORD FORT

## Argumentaire

L'analyse de la littérature n'identifie pas de publications récentes justifiant une modification de cette recommandation. Les recommandations antérieures préconisent le contrôle des voies aériennes à l'aide d'une sonde d'intubation à ballonnet [13].

**R3 – En cas d'intubation et de ventilation difficiles non prévues, il est recommandé d'utiliser un dispositif supraglottique pour tenter d'assurer l'oxygénation de l'enfant.**

(GRADE 1+) ACCORD FORT

## Argumentaire

Chez l'enfant, les délais d'apparition d'une saturation en oxygène < 94 %, sont d'autant plus courts que l'enfant est jeune. La ventilation devient rapidement une urgence. De nombreux articles démontrent l'intérêt des dispositifs supraglottiques en cas de ventilation au masque facial impossible [14-16]. Les hypoxémies peuvent être ainsi prévenues ou corrigées rapidement [17]. Le dispositif supraglottique fait désormais partie des recommandations en cas d'intubation difficile ou de ventilation difficile au masque facial, par les différentes sociétés savantes internationales, chez l'enfant et chez l'adulte [18-21]. Le risque de malposition du dispositif supraglottique, de traumatisme local et de taille incorrecte est à évaluer. Le nombre d'essais d'insertion d'un dispositif supraglottique doit être limité à 2 ou 3. En cas d'échec, une méthode d'oxygénation alternative doit être choisie. Chez l'enfant, en cas d'échec de la laryngoscopie directe ou indirecte après 3 à 4 essais, le dispositif supraglottique permet d'oxygénérer l'enfant mais peut également être utilisé comme conduit pour faciliter l'intubation de la trachée. Une intubation avec fibroscopie peut être réalisée à travers le dispositif supraglottique par des praticiens entraînés [22,23]. Dans ces conditions, la durée de l'intubation est inférieure à une minute et le taux de succès est élevé.

**R4 – Il est recommandé d'utiliser un manomètre pour monitorer la pression dans le coussinet d'un dispositif supraglottique gonflable et de limiter celle-ci à 40 cmH<sub>2</sub>O.**

(GRADE 1+) ACCORD FORT

## Argumentaire

L'analyse de la littérature ne permet pas de déterminer quelle pression dans le coussinet il faut choisir, mais plutôt quelle pression il ne faut pas dépasser pour assurer une ventilation sans fuite et sans risque de complication. Une pression dans le coussinet < 40 cmH<sub>2</sub>O apparaît comme étant celle où les

pressions de fuite sont les moins importantes, les volumes de fuite les moins importants et où les douleurs oropharyngées postopératoires sont les moins importantes [24-27]. L'augmentation de la pression dans le coussinet au-delà de 40 cm d'H<sub>2</sub>O s'accompagne généralement d'une augmentation des fuites [26,28]. Le contrôle de la pression dans le coussinet avec un manomètre est recommandé comme un « standard », les pressions à l'insertion pouvant être trop importantes si le coussinet est gonflé selon des critères « cliniques » [26,28,29]. La mesure de la pression doit être répétée en cas d'utilisation de protoxyde d'azote.

## CHAMP 2. Sondes à ballonnet dans l'intubation de l'enfant

**R5 – Pour l'intubation trachéale, il est recommandé d'utiliser des sondes à ballonnet plutôt que des sondes sans ballonnet, et de monitorer la pression du ballonnet (sans dépasser 20 cmH<sub>2</sub>O).**

(GRADE 1+) ACCORD FORT

## Argumentaire

Les résultats de plusieurs études prospectives (2 études randomisées et contrôlées au bloc opératoire, et 2 études cas-témoins en réanimation) [30-33], et d'une méta-analyse [34] concordent et suggèrent que l'utilisation des sondes à ballonnet chez l'enfant, plutôt que des sondes sans ballonnet, permet de réduire le taux de remplacement des sondes pour fuite excessive, sans augmenter l'incidence des complications respiratoires ou laryngées post-extubation (stridor, durée d'intubation trachéale, nécessité de réintubation après extubation programmée). De plus, l'utilisation des sondes à ballonnet favorise la ventilation en bas débit de gaz frais et réduit la pollution du bloc opératoire. Cependant, le Groupe Européen d'études sur l'intubation endotrachéale pédiatrique recommande de ne pas utiliser de sonde à ballonnet chez les enfants d'un poids inférieur à 3 kg [33,35].

## CHAMP 3. Quelle est la place des vidéolaryngoscopes en anesthésie pédiatrique ?

### Prérequis

Un vidéolaryngoscope ne doit pas être utilisé si un des cas suivants est rencontré :

- une ouverture de bouche du patient ne permettant pas l'introduction du dispositif ;
- un rachis cervical fixé en flexion ;

• un obstacle des voies aériennes supérieures avec stridor.  
Il est nécessaire de s'assurer de la possibilité d'introduire un vidéolaryngoscope dans la bouche avant d'induire une apnée chez l'enfant.  
Une désaturation < 95 % impose l'arrêt des manœuvres d'intubation au profit de celles permettant une oxygénation. En cas de risque avéré d'hypoxémie, le vidéolaryngoscope ne peut pas se substituer à un dispositif supra glottique.

R6 – Il est probablement recommandé d'utiliser un vidéolaryngoscope en première intention chez les patients avec intubation difficile prévue et ventilation au masque possible ou après échec de la laryngoscopie directe afin d'augmenter les chances de succès de l'intubation.

(GRADE 2+) ACCORD FORT

#### CHAMP 4. Faut-il utiliser un curare pour intuber un enfant ?

R7 – Hors situations relevant d'une indication à une induction à séquence rapide et à l'utilisation d'un curare dépolarisant, il est probablement recommandé d'utiliser un curare non dépolarisant pour améliorer les conditions d'intubation au cours de l'anesthésie générale par induction intraveineuse chez l'enfant.

(GRADE 2+) ACCORD FORT

#### Argumentaire

La conférence de consensus de la SFAR rédigée en 1999 ne recommandait pas l'utilisation de curare chez l'enfant, que l'induction soit inhalatoire ou intraveineuse. De fait, l'absence d'utilisation de curare chez l'enfant est une pratique courante en France [47], et de nombreuses combinaisons hypnotique/morphinique ont été rapportées [48].

Cependant, dans le cadre de l'induction intraveineuse, une méta-analyse des études randomisées chez l'enfant rapporte une amélioration des conditions d'intubation quand un curare est utilisé [49–56]. De plus, les doses de morphinique ou d'hypnotique permettant l'intubation sans curare sont élevées et ont des effets hémodynamiques à ne pas négliger [52,54,57]. Ces résultats confortent celui d'une étude de cohorte française [58]. En référence à l'alerte de l'ANSM du 15/12/2017 (ansm.sante.fr) sur le suxaméthonium, un curare dépolarisant ne doit pas être utilisé pour l'induction intraveineuse ne relevant pas d'une induction en séquence rapide.

Lors de l'induction inhalatoire, la non-utilisation du curare chez l'enfant est très majoritaire en France (92 %) [47]. Dans ce cadre, la durée d'exposition au sévoflurane, sa concentration, le ou les agents associés au sévoflurane (à type de morphinique ± propofol) modifient la qualité des conditions d'intubation mais peuvent aussi retentir sur les paramètres hémodynamiques [48,59–61]. Dans tous les cas, une profondeur d'anesthésie suffisante et l'obtention d'une apnée sont les conditions de la réussite de cette technique [62]. Cependant, l'utilisation d'un curare lors d'une induction inhalatoire est envisageable, notamment chez le nourrisson, pour lequel une étude prospective randomisée ainsi qu'une étude d'assurance qualité de grande ampleur retrouvent un bénéfice à ajouter un curare sur les conditions d'intubation et les évènements respiratoires [63,64]. Ces données autorisent l'utilisation de curare lors de l'induction inhalatoire chez l'enfant et plaident pour la réalisation d'études évaluant les circonstances pour lesquelles l'utilisation des curares pourrait être bénéfique. Ces bénéfices doivent être considérés à l'aune d'un risque allergique faible et méconnu [65,66] et de la maîtrise, par l'anesthésiste, de la curarisation et de la décurarisation chez l'enfant.

## CHAMP 5. Induction en séquence rapide chez l'enfant

R8 – Dans l'induction en séquence rapide classique, il est recommandé d'utiliser un curare d'action rapide.

(GRADE 1+) ACCORD FORT

R9 – Dans l'induction en séquence rapide classique, il est probablement recommandé d'utiliser chez l'enfant la succinylcholine en première intention pour l'induction en séquence rapide. En cas de contre-indication à la succinylcholine, il est probablement recommandé d'utiliser du rocuronium.

(GRADE 2+) ACCORD FORT

### Argumentaire

Comme chez l'adulte, il est recommandé de limiter le temps entre la perte de conscience et la protection des voies aériennes supérieures par l'intubation [67,68]. Ce temps doit être court car la durée d'apnée sans hypoxémie est d'autant plus réduite que l'enfant est jeune [69]. L'utilisation de curare améliorant les conditions d'intubation, la technique d'intubation sans curare ou la technique d'induction inhalée ne sont pas recommandées. Concernant le choix du curare d'action rapide, la succinylcholine garde la préférence des experts. On rappelle les doses de succinylcholine en fonction de l'âge (< 1 mois : 1,8 mg/kg, 1 mois << 1 an : 2 mg/kg, 1 an << 10 ans : 1,2 mg/kg, > 10 ans : 1 mg/kg). Le rocuronium à une dose supérieure à 0,9 mg/kg [70], peut être une alternative à la succinylcholine, cependant il faut rappeler que le sugammadex n'a pas l'autorisation de mise sur le marché en pédiatrie en 2018. Ainsi, le choix entre succinylcholine et rocuronium reposera sur la durée de curarisation souhaitée, les difficultés prévisibles d'intubation et la présence et/ou le risque de méconnaître une myopathie sous-jacente.

Le curare le plus souvent comparé à la succinylcholine dans la littérature est le rocuronium du fait de son pic d'action rapide et des conditions d'intubation qu'il procure [71,72]. La posologie est de 0,6 à 0,9 mg/kg [72]. Une étude rétrospective de cohorte n'a pas mis en évidence de différence pour l'incidence des complications entre la succinylcholine et les curares non dépolarisants en termes de risque respiratoire et de difficultés d'intubation [73]. Dans la dernière revue de la Cochrane qui évalue les conditions d'intubation du rocuronium et de la succinylcholine, la succinylcholine procure des conditions d'intubation équivalentes voire supérieures à celles obtenues avec le rocuronium

malgré de nombreux biais dans les études [74]. Cette revue conclut donc à la poursuite de l'utilisation de la succinylcholine (d'autant plus que sa durée d'action est plus courte) et à l'utilisation du rocuronium seulement dans les cas de contre-indications à la succinylcholine [74,75]. Les contre-indications à la succinylcholine sont le risque d'hyperthermie maligne, les pathologies musculaires à risque de rhabdomyolyse, l'hyperkaliémie, l'allergie et les situations à risque d'hyperkaliémie [72]. Le sugammadex a montré son intérêt pour inverser les effets du rocuronium [76,77]. En effet, Won a montré, dans une méta-analyse récente que le sugammadex permettait de raccourcir le temps moyen pour obtenir un ratio train-de-quatre  $\geq 0,9$  et un temps d'extubation comparé à la néostigmine ou au placebo [76]. Les conclusions des études quant au risque d'anaphylaxie sont contradictoires. L'étude de Reddy et al. montre que le risque d'anaphylaxie est semblable entre la succinylcholine et le rocuronium [78]. Celle de Reitter et al. retrouve un risque supérieur avec la succinylcholine dans les résultats annexes de l'étude [79]. Ce risque serait peut-être moindre avec l'atracurium et le cisatracurium, mais existe [78,80]. Par ailleurs, le risque anaphylactique avec le sugammadex ne semble pas négligeable [81,82].

## CHAMP 6. Extubation de l'enfant

Pas de recommandation : Chez un enfant intubé sans difficulté et sans facteur de risque d'inhalation, les données actuelles de la littérature ne permettent pas de trancher entre une extubation sous anesthésie générale profonde et une extubation chez un patient totalement réveillé.

### Argumentaire

Concernant l'extubation à l'éveil complet, les critères conventionnels d'extubation (respiration spontanée, régulière, pas de tirage, volume courant  $\geq 5-8$  mL/kg, fréquence respiratoire 12-25 c/min, décurarisation complète,  $\text{SpO}_2 \geq 95\%$  avec  $\text{FiO}_2 \leq 50\%$ ,  $\text{PEP} \leq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ ,  $\text{PaO}_2 > 60 \text{ mmHg}$ ,  $\text{PaCO}_2 < 50 \text{ mmHg}$ , obtention d'une réponse verbale et motrice aux ordres simples, réflexe de déglutition récupéré) peuvent être adaptés chez l'enfant, mais souvent le jeune âge des patients ne permet pas d'obtenir une réponse motrice aux ordres simples [83]. Quelques études pédiatriques décrivent précisément les critères recherchés avant extubation : un volume courant et une fréquence respiratoire satisfaisants pour l'âge, une grimace, une toux avec la bouche ouverte ou l'ouverture des yeux, des mouvements adaptés [84,85]. Cette technique assure une protection contre une éventuelle inhalation et l'obstruction des voies aériennes supérieures avec la récupération des réflexes laryngés, mais peut être associée

à une toux et une agitation, pouvant augmenter le risque de saignement postopératoire, de réouverture de la plaie chirurgicale ou de désaturation et d'hypoxémie. Concernant l'extubation en anesthésie profonde, les seuls critères retrouvés dans la quasi-totalité des articles sont une ventilation spontanée efficace (basée sur une évaluation clinique de la ventilation ou un volume courant d'au moins 5 mL/kg et une fréquence respiratoire considérée normale pour l'âge), avec éventuellement un examen des yeux qui montrent des pupilles centrées et serrées [84]. Certains auteurs envisagent même une extubation, en décubitus latéral, après reprise spontanée de la ventilation et ouverture des yeux, sans stimulation, dans le but de diminuer les laryngospasmes, désaturations et épisodes de toux [86]. De plus, dans le cadre d'une extubation « endormi », tous les patients reçoivent encore un hypnotique. Certains auteurs se basent sur la fraction expirée en gaz halogéné, d'autres sur la fraction inspirée, mais tous préconisent au minimum 1 MAC d'halogéné lors de l'extubation du patient [87-89]. L'administration du gaz halogéné est arrêtée une fois le patient extubé. La littérature sur le sujet est relativement pauvre, et il est difficile de trancher pour une méthode ou l'autre à la lecture des divers articles. Toutes les études retenues pour cette question de cette RFE concernent uniquement l'extubation « facile », c'est-à-dire après intubation facile, et en aucun cas l'extubation après intubation difficile. Les complications retrouvées lors de l'extubation « éveillé » ou dans la phase post-extubation précoce sont assez classiques : laryngospasme, bronchospasme, hypoxémie ou désaturation périphérique, toux. Cependant, aucune des études retrouvées ne permet de conclure à un avantage d'une technique par rapport à l'autre. Il est important de connaître les risques de chaque technique pour essayer d'anticiper d'éventuelles complications, l'extubation « endormi » exposant au risque d'apnées postopératoires principalement obstructives alors que l'extubation « éveillé » expose davantage au risque de toux et douleurs laryngées postopératoires [84,85,89-94].

## CHAMP 7. Contrôle des voies aériennes chez l'enfant enrhumé

### Préquis

Le rhume ou rhinopharyngite est une infection des voies aériennes supérieures. C'est la pathologie pédiatrique la plus commune et la plus fréquente. La majorité des études retiennent comme diagnostic positif la présence d'au moins deux des symptômes suivants : hyperthermie inférieure à 38,5 °C, asthénie, maux de gorge (pharyngite), rhinorrhée antérieure ou postérieure, éternuements, toux non productive et laryngite. La physiopathologie des infections des voies aériennes supérieures conduit globalement à une hyperréactivité bronchique dont le mécanisme est plurifactoriel. La présence de ce type

d'infection majeure de façon significative le risque de complications respiratoires susceptibles d'émailler les différentes étapes de l'anesthésie d'un enfant. L'hyperréactivité bronchique interagit avec l'anesthésie en provoquant la sensibilisation des voies aériennes supérieures aux gaz halogénés et aux stimulations de l'oropharynx. Leur évolution est habituellement favorable, cependant elles peuvent mettre le pronostic vital en danger. Les complications respiratoires rencontrées sont essentiellement le bronchospasme et le laryngospasme.

**R10 – Chez l'enfant enrhumé, il est recommandé d'utiliser le masque facial si le degré d'urgence, le type et la durée de la chirurgie le permettent.**

(GRADE 1+) ACCORD FORT

### Argumentaire

Le choix du dispositif de contrôle des voies aériennes dépend de multiples facteurs (urgence ou non, type et durée de la chirurgie) chez l'enfant sain comme chez l'enfant enrhumé. Toutes les études, prospectives descriptives chez l'enfant sain et enrhumé confondus [95-97], prospectives descriptives chez l'enfant enrhumé [98,99] ou rétrospectives [100], s'accordent sur l'effet protecteur du masque facial contre les complications respiratoires comme dispositif de contrôle des voies aériennes chez l'enfant enrhumé.

Pas de recommandation : Chez l'enfant enrhumé, dans les situations où le masque facial n'est pas utilisable, il n'est pas possible de formuler de recommandation quant à l'usage préférentiel du masque laryngé ou de la sonde d'intubation.

### Argumentaire

Si le masque facial ne peut être utilisé, les arguments pour choisir entre le masque laryngé et la sonde d'intubation ne permettent pas d'établir de recommandation chez l'enfant enrhumé. En effet, si le masque laryngé semble être moins pourvoyeur de désaturation, sa supériorité par rapport à l'intubation n'est pas démontrée pour le risque de laryngospasme et apparaît discutée pour le risque de bronchospasme [101,98]. Même si le masque laryngé est largement utilisé chez l'enfant enrhumé [102], le risque de déplacement [7] et de non protection des voies aériennes en cas de stimulation chirurgicale

à un niveau d'anesthésie inapproprié [103] doit être pris en considération.

**R11 – Chez l'enfant enrhumé, avant l'âge de 6 ans, il est probablement recommandé de réaliser une nébulisation de salbutamol avant l'anesthésie générale.**

(GRADE 2+) ACCORD FORT

### Argumentaire

Cette recommandation s'appuie principalement sur une étude prospective [104] incluant 400 enfants enrhumés et dont plus de 70 % ont été anesthésiés avec un masque laryngé : 200 ont reçu un aérosol de salbutamol et 200 aucun aérosol dans les 30 minutes précédant l'induction. Le groupe salbutamol présentait une incidence diminuée d'environ 50 % de toux et bronchospasmes peranesthésiques, avec également une tendance en faveur de la diminution de l'incidence de laryngospasme. Une étude similaire [105], avec un effectif similaire mais dans laquelle les enfants étaient âgés de plus de 6 ans et chez qui un masque laryngé a été utilisé, n'a pas retrouvé ce bénéfice de la prémédication au salbutamol. Il faut noter que dans cette étude, seul un quart des enfants avait présenté une infection des voies aériennes supérieures dans les deux semaines précédant le geste, et que le masque laryngé était retiré à l'éveil complet de l'enfant, ce qui augmente le risque de toux.

Par ailleurs, la nébulisation de salbutamol est une thérapeutique non invasive, non douloureuse, et peu coûteuse, qui n'est pas associée à la survenue d'effets secondaires délétères. D'autres études viennent appuyer cette recommandation : le salbutamol a permis de minimiser l'augmentation des résistances des voies respiratoires après intubation chez des enfants porteurs d'un asthme modéré comparé à un placebo [106]. Une étude chez des adultes présentant une hyperréactivité bronchique (pathologie obstructive type asthme), a montré une amélioration des EFR dès le premier jour de traitement par salbutamol, prescrit en préparation d'une anesthésie générale [107]. Deux revues de la littérature pédiatrique portant sur l'enfant enrhumé concluent également à l'intérêt des nébulisations de salbutamol dans ce contexte [108,109]. La dose recommandée de salbutamol est de 2,5 mg pour les enfants dont le poids est inférieur à 20 kg, et de 5 mg pour les enfants dont le poids est supérieur à 20 kg.

**R12 – Chez l'enfant enrhumé, il n'est probablement pas recommandé d'administrer à l'induction de la lidocaïne (IV ou locale) pour diminuer l'incidence des complications respiratoires.**

(GRADE 2-) ACCORD FORT

### Argumentaire

L'efficacité de la lidocaïne en application locale (en spray) au moment de l'induction est en effet controversée. Les méta-analyses incluant des études anciennes sont en faveur de son utilisation chez l'enfant sain [110,111] alors que deux études descriptives prospectives la décrivent comme un facteur de risque de désaturation [112], de laryngospasme et de bronchospasme [96], mais sans proposer d'analyse en sous-groupe chez l'enfant enrhumé. La qualité des essais randomisés contrôlés réalisés chez l'enfant enrhumé [113,114] apparaît trop faible pour permettre d'établir des recommandations dans cette population. On ne retrouve en revanche pas d'étude négative pour la lidocaïne par voie intraveineuse. Son intérêt a été démontré chez l'enfant sain pour prévenir la survenue d'un laryngospasme expérimental sur masque laryngé [115]. Son intérêt dans la prévention du laryngospasme à l'extubation a été confirmé dans 2 méta-analyses [110,111] chez l'enfant sain ou à risque de complications respiratoires périopératoires [116,117]. Toutefois, l'effet de la lidocaïne IV chez l'enfant enrhumé n'a pas fait l'objet d'études randomisées contre placebo. La seule étude réalisée chez l'enfant enrhumé comparait la lidocaïne IV vs. locale sous forme de gel appliquée sur le masque laryngé avant sa pose et ne montrait pas de différence significative [113]. En l'absence d'étude négative, l'utilisation de la lidocaïne à la dose de 1 à 1,5 mg/kg en IV chez l'enfant enrhumé ne peut donc être proposée que par extrapolation à son effet protecteur chez l'enfant sain. Son effet de courte durée suggère une utilisation dans les 5 minutes avant l'extubation [111,115]. Les doses d'anesthésiques locaux injectés pour la réalisation d'anesthésies locorégionales ou pour réduire la douleur lors de l'injection du propofol doivent être prises en compte, afin de ne pas conduire à un surdosage en anesthésiques locaux. Des études complémentaires chez l'enfant enrhumé sont nécessaires pour préciser la place de la lidocaïne.

### Avis d'experts

Les experts en charge des recommandations ont émis cinq avis d'experts avec leurs argumentaires.

1 – Lors d'une intervention pour adénoïdectomie, les experts suggèrent de protéger les voies aériennes avec une sonde d'intubation à ballonnet.

AVIS D'EXPERTS

### Argumentaire

Il n'y a pas de recommandation antérieure sur les modalités de gestions des voies aériennes dans l'adénoïdectomie. Une enquête de pratique publiée en 2012 décrit l'utilisation du masque laryngé et de l'intubation trachéale dans respectivement 7 et 26 % des cas

[1]. La littérature évaluant le masque laryngé vs. l'intubation trachéale, de qualité médiocre, comporte 4 études observationnelles non comparatives de cohortes [118-121] et deux études prospectives randomisées. Celle de Serpina [122] inclut amygdalectomie et adénoïdectomie avec une analyse en sous-groupe en fonction de la chirurgie, avec un petit nombre de patients (23 dans le groupe intubation trachéale avec ou sans ballonnet et 31 dans le groupe masque laryngé). L'incidence de l'hypoxémie et des complications respiratoires est comparable, mais celle de la toux est supérieure avec l'intubation trachéale (48 % vs. 3 %). De multiples biais la rendent peu contributive (analyse en sous-groupe incomplète, pas de randomisation de la présence ou non du ballonnet, pas de calcul du nombre minimal de patients, mode ventilatoire peropératoire variable, pas d'information sur les modalités de retrait). L'étude d'Aziz et Bashir [123] retrouve une incidence plus faible de toux, de stridor et de laryngospasme, mais n'inclut pas d'enfants de moins de 10 ans. La pratique de l'adénoïdectomie au masque facial est une technique spécifiquement française, qui était utilisée par 67 % des anesthésistes en 2010 et majoritairement en secteur libéral. Elle est probablement actuellement appliquée à une proportion élevée d'adénoïdectomie. S'agissant d'une particularité française, il n'y a aucune étude comparant masque facial vs. anesthésie avec contrôle des voies aériennes par masque laryngé ou intubation trachéale.

2 – Les experts suggèrent de ne pas pratiquer de pression cricoïdienne lors de l'induction à séquence rapide chez l'enfant pour diminuer l'incidence des complications respiratoires.

AVIS D'EXPERTS

## Argumentaire

La pression cricoïdienne appelée manœuvre de Sellick a été décrite par Sellick en 1961 chez l'adulte pour la technique d'induction à séquence rapide pour éviter une inhalation. En pédiatrie, les études sur l'incidence des inhalations peranesthésiques rapportent des inhalations malgré la réalisation d'une pression cricoïdienne [124]. Différentes enquêtes montrent que la pression cricoïdienne est peu pratiquée par les anesthésistes pédiatriques [125] et une méconnaissance de la technique. Peu d'études ont été réalisées chez l'enfant sur la pression cricoïdienne, avec des objectifs principaux différents. Une seule a évalué son efficacité sur le reflux d'une solution saline de l'œsophage vers le pharynx lors d'une pression de 100 cmH<sub>2</sub>O sur 8 cadavres et 6 enfants sous anesthésie générale [126]. La principale limite de cette étude est le faible effectif. Moynihan a montré que l'application d'une pression cricoïdienne permettait une ventilation jusqu'à 40 cmH<sub>2</sub>O sans insufflation gastrique (évaluée par auscultation gastrique) chez 59 enfants [127].

Les conséquences sur les voies aériennes de l'application d'une pression cricoïdienne ont été étudiées par Walker [128]. La force moyenne entraînant une distorsion de la trachée était < 10 newton chez les moins de 8 ans et < 15 pour les plus de 8 ans. Cependant, cette étude a été réalisée chez un faible effectif, et n'évaluait pas les conséquences sur les conditions de la laryngoscopie. Une revue de la littérature chez l'adulte a montré l'absence de preuve scientifique de l'efficacité de la pression cricoïdienne [129]. Les études d'imagerie montrent que la pression cricoïdienne entraîne un déplacement paramédian de l'œsophage par rapport à la trachée dans une proportion non négligeable d'enfants, et qu'en réalité c'est l'hypopharynx qui est partiellement comprimé [130]. La pression cricoïdienne ne comprime que l'hypopharynx et ne protège donc pas les voies aériennes d'une inhalation du contenu gastrique. Cependant, elle permet de ventiler au masque facial en diminuant le risque d'inflation gastrique. En cas de situation à risque d'inhalation (« estomac plein »), il est recommandé de décomprimer l'estomac avec une sonde gastrique avant une induction en séquence rapide. Aucune recommandation ne peut être faite pour ce qui concerne le fait de laisser ou non la sonde gastrique en place lors de l'induction en séquence rapide. Le praticien doit garder à l'esprit que — la présence d'une sonde gastrique ne diminue pas l'efficacité de la pression cricoïdienne [127] — si la sonde gastrique est laissée en place, il faut en laisser l'extrémité distale ouverte à l'atmosphère afin qu'elle puisse servir de soupape de décharge en cas d'insufflation gastrique. De plus, la présence d'une sonde gastrique diminue l'étanchéité du masque facial sur le visage et peut gêner l'intubation. En Allemagne, la pression cricoïdienne ne fait plus partie des recommandations sur l'induction de l'anesthésie des enfants à risque d'inhalation [131].

3 – Lors d'une induction en séquence rapide, les experts suggèrent de ventiler l'enfant au masque avec une FiO<sub>2</sub> ≥ 0,8 et de faibles niveaux de pression de ventilation (juste suffisants pour soulever le thorax et éviter une insufflation gastrique, idéalement < 15 cmH<sub>2</sub>O) dès que la SpO<sub>2</sub> est inférieure à 95 %, afin de diminuer le risque d'hypoxémie durant l'intubation et immédiatement après.

AVIS D'EXPERTS

## Argumentaire

La tendance actuelle est de proposer une « séquence d'induction rapide contrôlée », « adaptée à la pédiatrie » ou « modifiée » pour diminuer les risques d'hypoxémie, de complications hémodynamiques et d'intubation difficile. En raison notamment de la difficulté à effectuer une préoxygénéation efficace, du ratio ventilation alvéolaire/CRF plus élevé chez les enfants comparé à l'adulte, et de la consommation d'oxygène plus importante du petit enfant,

l'hypoxémie intervient souvent avant que le bloc neuromusculaire soit complet dans la séquence d'induction rapide classique [71,132,133]. Cette séquence d'induction rapide contrôlée utilise une préoxygénation, une anesthésie profonde avec un morphinique, un agent hypnotique, un des curares non dépolarisants classiquement utilisés en pédiatrie et une ventilation avec un faible niveau de pression avant la laryngoscopie [132,134]. Des études rétrospectives de cohorte ont montré une moindre incidence des épisodes d'hypoxémie et des complications hémodynamiques associées ainsi que des difficultés d'intubation (par obtention d'une curarisation complète au moment de la laryngoscopie). Elles n'ont pas mis en évidence d'épisodes d'inhalation pulmonaire [132]. Par conséquent, pour certains auteurs, le débat entre succinylcholine et rocuronium est devenu obsolète, puisque la séquence d'induction rapide classique doit être abandonnée au profit de cette séquence modifiée, excepté peut-être dans la chirurgie pour saignement post-amygdalectomie [132,135]. Aucune étude prospective randomisée n'a étudié cette « séquence modifiée », excepté en simulation [136]. Certaines sociétés savantes ont cependant déjà recommandé cette séquence modifiée pour améliorer la sécurité du patient car le risque d'hypoxémie durant l'induction en séquence rapide classique est supérieur au risque d'inhalation pulmonaire durant la séquence d'induction modifiée [132,136].

4 – Les experts suggèrent d'extuber un enfant difficile à intuber après réveil complet et une ventilation spontanée en O<sub>2</sub> 100 % pendant au moins 3 minutes, sous monitorage complet, en présence d'un aide compétent et d'un chariot de matériel d'intubation difficile. Les experts suggèrent d'extuber sur un guide échangeur creux (GEC) un enfant chez qui on suspecte une extubation à risque.

AVIS D'EXPERTS

## Argumentaire

L'extubation d'un enfant difficile à intuber est un événement rare qui doit être programmé et réalisé dans des conditions optimales de sécurité, en suivant une stratégie d'extubation prédéfinie par l'équipe médicochirurgicale en charge du patient et en anticipant l'éventualité d'une réintubation [137-139]. L'incidence d'une intubation difficile est estimée entre 2 et 5 pour 1000 d'une population pédiatrique lors d'une anesthésie générale [140]. Dans un travail rétrospectif portant sur 99 712 patients anesthésiés, sur un collectif de 137 patients aux voies aériennes difficiles intubés puis extubés moins de 6 heures avant la fin de l'acte chirurgical, Jagannathan et al. notent 95 % de réussite de l'extubation, soit à l'issue d'une « extubation simple », soit après recours à une « technique intermédiaire », ventilation sur un masque laryngé, extubation sur un guide échangeur creux, ventilation non invasive par CPAP,

BiPAP ou canule nasale à haut débit de gaz [141]. Dans cette étude, l'extubation est un échec dans 5 % des cas, nécessitant une réintubation. Deux arrêts cardiaques et une trachéostomie en urgence sont rapportés. Par contre, les dossiers d'enfants trachéotomisés d'emblée ou ventilés plus de 6 heures en postopératoire n'étaient pas analysés.

La réussite de l'extubation peut également être compromise chez un patient initialement facile à intuber, qui, à l'issue d'une chirurgie ORL, maxillo-faciale ou rachidienne, présente des modifications anatomiques, un œdème cervico-facial, une lésion des nerfs laryngés récurrents, une instabilité ou une immobilité du rachis cervical. Dans ce cas, et avant l'extubation, un examen sous anesthésie générale doit éliminer tout élément impactant la liberté des voies aériennes et toute modification des « critères d'intubation » : limitation de l'ouverture buccale, œdème ou hématome lingual, pharyngé ou laryngé, déformation des voies aériennes, présence de caillots sanguins. En fonction de la chirurgie et des possibilités d'ouverture buccale, un simple examen clinique de la cavité buccale et du pharynx, une laryngoscopie directe ou indirecte par vidéolaryngoscopie, une fibroscopie seront réalisés à la recherche de ces éléments [138]. Cette évaluation doit conduire à retarder l'extubation si une régression des signes défavorables est attendue à court terme. La pose d'un guide échangeur creux est envisagée lorsque l'extubation est à risque du fait d'une difficulté d'exposition laryngée connue ou suspectée à l'issue de la chirurgie. L'extubation sur guide échangeur creux 8Fr, 11Fr et 14Fr a été réalisée chez le nourrisson et l'enfant. Ces guides sont bien tolérés et facilitent la réintubation si elle s'avère nécessaire [142]. Chez l'adulte, les complications d'une éventuelle réintubation telles que l'hypoxie et la bradycardie, mais également le recours à des techniques de sauvetage sont moins fréquentes lors de l'utilisation de ce type de guide [143]. La position intratrachéale du guide est vérifiée par le recueil de CO<sub>2</sub> expiré à l'extrême proximale ; la graduation mesurée à la commissure labiale doit être identique à celle de la sonde d'intubation, afin d'éviter une position trop distale du guide et un traumatisme broncho-pulmonaire. L'oxygénation sur le guide par débit continu d'O<sub>2</sub>, comme la ventilation conventionnelle ou la jet-ventilation, a été rapportée, mais doit être limitée à la période de réintubation pour limiter le risque de barotraumatisme [144,145]. La pose d'un masque laryngé est décrite comme une technique intermédiaire d'oxygénéation et de ventilation entre l'extubation et le retour à l'autonomie respiratoire [139,140,146]. La corticothérapie, par administration de doses répétées pré- et post-extubation de dexaméthasone IV, a fait la preuve de son efficacité pour diminuer l'incidence de stridor et de réintubation chez les nouveaux nés à risque d'œdème laryngé, en raison d'une intubation traumatique ou répétée, mais chez l'enfant l'effet n'est pas clairement démontré [147]. Un test de fuite négatif (absence de fuite, ballonnet dégonflé ou fuite < 12 % VE) augmente le risque d'œdème laryngé, de stridor post-extubation, et le risque

de réintubation [137]. Un stridor post-extubation secondaire à un œdème laryngé peut relever d'un traitement par aérosol d'adrénaline (comme recommandé pour le traitement des laryngites de l'enfant). L'efficacité de cet aérosol est rapide (30 minutes) mais transitoire (2 heures), nécessitant une surveillance en SSPI ou USI et une éventuelle réadmission [148]. Si l'extubation est à risque du fait d'une anomalie laryngée (anomalie connue, traumatisme lors de l'intubation, chirurgie laryngée) un avis ORL doit être sollicité, l'extubation ayant lieu en salle d'endoscopie après évaluation des lésions par l'ORL. Si un scénario « CICO » (Cannot Intubate Cannot Oxygenate) ou l'impossibilité de réintuber ou d'oxygénier est redouté au moment de l'extubation [149], la présence d'un chirurgien ORL ou d'un praticien entraîné à la réalisation d'une trachéotomie est justifiée [150-152].

5 – Chez l'enfant enrhumé, les experts suggèrent de ne pas utiliser le desflurane.

AVIS D'EXPERTS

propofol et le sévoflurane. L'une de ces études concerne une population pédiatrique âgée de 1 à 6 ans, porteuse d'une hyperréactivité bronchique (enfants enrhumés et/ou asthmatiques) [153]. Par ailleurs, une autre étude pédiatrique met en évidence une diminution de la réactivité des voies aériennes sous-glottiques, associée à l'usage du sévoflurane comparé au propofol [154].

Il est impossible de formuler de recommandations quant à l'agent d'induction préférentiel, qui doit être choisi au cas par cas. Le propofol a montré sa capacité à diminuer la réactivité laryngée (mais non sous-glottique), comparé au sévoflurane. Propofol et sévoflurane ont donc des propriétés complémentaires, ce qui pourrait suggérer l'intérêt de leur association pour l'induction de l'enfant enrhumé. Différentes revues de la littérature se prononcent toutefois en faveur du sévoflurane dans cette indication [108,155]. Quelle que soit la technique d'induction choisie, il faut rappeler que plus l'enfant présente de facteurs de risque de complications respiratoires, plus il est intéressant de discuter la pose d'une voie veineuse avant l'induction.

## Argumentaire

Cette recommandation est basée sur des études mettant en évidence une augmentation des résistances des voies aériennes associée à l'usage du desflurane, en comparaison avec le

## Références

- [1] Constant I, Louvet N, Guye ML, Sabourdin N. General anaesthesia in children: a French survey of practices. Ann Fr Anesth Reanim 2012;31:709-23 [French].
- [2] Habre W, Disma N, Virag K, Becke K, Hansen TG, Jöhr M, et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. Lancet Respir Med 2017;5:412-25.
- [3] Constant I. Contrôle des voies aériennes lors de l'amygdalectomie. Ann Fr Anesth Reanim 2008;27:e14-6 [French].
- [4] Société française d'anesthésie réanimation. Recommandations pour les structures et le matériel de l'anesthésie pédiatrique; 2000 [French] <http://www.sfar.org/recommandations-pour-les-structures-et-le-materiel-de-l-anesthesie-pediatrique>.
- [5] Balshem H, Helfand M, Schünemann HJ, Oxman AD, Kunz R, Brozek J, et al. GRADE guidelines: rating the quality of evidence. J Clin Epidemiol 2011;64:401-6.
- [6] Luce V, Harkouk H, Brasher C, Michelet D, Hilly J, Maesani M, et al. Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative meta-analysis of respiratory complications. Paediatr Anaesth 2014;24:1088-98.
- [7] Patki A. Laryngeal mask airway vs the endotracheal tube in paediatric airway management: a meta-analysis of prospective randomised controlled trials. Indian J Anaesth 2011;55:537-41.
- [8] Acquaviva MA, Horn ND, Gupta SK. Endotracheal intubation versus laryngeal mask airway for esophagogastroduodenoscopy in children. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2014;59:54-6.
- [9] Drake-Brockman TF, Ramgolam A, Zhang G, Hall GL, von Ungern-Sternberg BS. The effect of endotracheal tubes versus laryngeal mask airways on perioperative respiratory adverse events in infants: a randomised controlled trial. Lancet 2017;389:701-8.
- [10] Mathew PJ, Mathew JL. Early versus late removal of the laryngeal mask airway (LMA) for general anaesthesia. Cochrane Database Syst Rev 2015;8:CD007082.
- [11] Thomas-Kattappurathu G, Kasisomayajula A, Short J. Best position and depth of anaesthesia for laryngeal mask airway removal in children: a randomised controlled trial. Eur J Anaesthesiol 2015;32:624-30.
- [12] Dolling S, Anders NRK, Rolfe SE. A comparison of deep vs awake removal of the laryngeal mask airway in paediatric dental daycase surgery. A randomised controlled trial. Anaesthesia 2003;58:1220-34.
- [13] Constant I. Contrôle des voies aériennes lors de l'amygdalectomie. Ann Fr Anesth Reanim 2008;27:e14-6.
- [14] Priscu V, Priscu L, Soroker D. Laryngeal mask for failed intubation in emergency Caesarean section. Can J Anaesth 1992;39:893.
- [15] Bradley AE, White MC, Engelhardt T, Bayley G, Beringer RM. Current UK practice of pediatric supraglottic airway devices — A survey of members of the Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland. Paediatr Anaesth 2013;23:1006-9.
- [16] Khetpal S, Martin L, Shanks AM, Tremper KK. Prediction and outcomes of impossible mask ventilation: a review of 50,000 anesthetics. Anesthesiology 2009;110:891-7.
- [17] Martin SE, Ochsner MG, Jarman RH, Aguadello WE, Davis FE. Use of the laryngeal mask airway in air transport when intubation fails. J Trauma 1999;47:352-7.
- [18] Black AE, Flynn PE, Smith HL, Thomas ML, Wilkinson KA, Association of Pediatric Anaesthetists of Great B, Ireland. Development of a guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice. Paediatr Anaesth 2015;25:346-62.

- [19] 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.
- [20] Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 2015;115:827–48.
- [21] Langeron O, Bourgoin JL, Francon D, Amour J, Baillard C, Buroche G, et al. Intubation difficile et extubation en anesthésie chez l'adulte. *Anesth Réanim* 2017;3:552–71.
- [22] Kleine-Brueggeney M, Nicolet A, Nabecker S, Seiler S, Stucki F, Greif R, et al. Blind intubation of anaesthetised children with supraglottic airway devices AmbuAura-i and Air-Q cannot be recommended: a randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2015;32:631–9.
- [23] Jagannathan N, Sohn L, Ramsey M, Huang A, Sawardekar A, Sequera-Ramos L, et al. A randomized comparison between the i-gel and the air-Q supraglottic airways when used by anesthesiology trainees as conduits for tracheal intubation in children. *Can J Anaesth* 2015;62:587–94.
- [24] Choi KW, Lee JR, Oh JT, Kim DW, Kim MS. The randomized crossover comparison of airway sealing with the laryngeal mask airway Supreme at three different intracuff pressures in children. *Pediatr Anesth* 2014;24:1080–7.
- [25] Jagannathan N, Sohn L, Sommers K, Belvis D, Shah RD, Sawardekar A, et al. A randomized comparison of the laryngeal mask airway unique in infants and children: does cuff pressure influence leak pressure? *Pediatr Anesth* 2013;23:927–33.
- [26] Hockings L, Heaney M, Chambers N, Erb T, von Ungern-Sternberg B. Reduced air leakage by adjusting the cuff pressure in pediatric laryngeal mask airways during spontaneous ventilation. *Pediatr Anesth* 2010;20:313–7.
- [27] Wong JGL, Heaney M, Chambers N, Erb T, von Ungern-Sternberg B. Impact of laryngeal mask airway cuff pressures on the incidence of sore throat in children. *Pediatr Anesth* 2009;19:464–9.
- [28] Licina A, Chambers N, Hullett B, Erb T, von Ungern-Sternberg B. Lower cuff pressures improve the seal of pediatric laryngeal mask airways. *Pediatr Anesth* 2008;18:952–6.
- [29] Schloss B, Rice J, Tobias J. The laryngeal mask in infants and children: what is the cuff pressure? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2012;76:284–6.
- [30] Deakers TW, Reynolds G, Stretton M, Newth CJ. Cuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. *J Pediatr* 1994;125:57–62.
- [31] Khine HH, Corddry DH, Kettrick RG, Martin TM, McCloskey JJ, Rose JB, et al. Comparison of cuffed and uncuffed endotracheal tubes in young children during general anesthesia. *Anesthesiology* 1997;86:627–31.
- [32] Newth CJL, Rachman B, Patel N, Hammer J. The use of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. *J Pediatr* 2004;144:333–7.
- [33] Weiss M, Dullenkopf A, Fischer JE, Keller C, Gerber AC, European Paediatric Endotracheal Intubation Study Group. Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children. *Br J Anaesth* 2009;103:867–73.
- [34] Shi F, Xiao Y, Xiong W, Zhou Q, Huang X. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in children: a meta-analysis. *J Anesth* 2016;30:3–11.
- [35] Sathyamoorthy M, Lerman J, Asariparampil R, Penman AD, Lakshminrusimba S. Stridor in neonates after using the Microcuff and uncuffed tracheal tubes: a retrospective review. *Anesth Analg* 2015;121:1321.
- [36] Milne AD, Dower AM, Hackmann T. Airway management using the pediatric GlideScope in a child with Goldenhar syndrome and atypical plasma cholinesterase. *Paediatr Anaesth* 2007;17:484–7.
- [37] Hackell RS, Held LD, Stricker PA, Fiadjoe JE. Management of the difficult infant airway with the Storz Video Laryngoscope: a case series. *Anesth Analg* 2009;109:763–6.
- [38] Vlatten A, Aucoin S, Litz S, Macmanus B, Soder C. A comparison of the STORZ video laryngoscope and standard direct laryngoscopy for intubation in the Pediatric airway — A randomized clinical trial. *Paediatr Anaesth* 2009;19:1102–7.
- [39] Vlatten A, Soder C. Airtraq optical laryngoscope intubation in a 5-month-old infant with a difficult airway because of Robin Sequence. *Paediatr Anaesth* 2009;19:699–700.
- [40] Vlatten A, Aucoin S, Gray A, Soder C. Difficult airway management with the STORZ video laryngoscope in a child with Robin Sequence. *Paediatr Anaesth* 2009;19:700–1.
- [41] Park R, Peyton JM, Fiadjoe JE, Hunyady AI, Kimball T, Zurakowski D, et al. The efficacy of GlideScope(R) videolaryngoscopy compared with direct laryngoscopy in children who are difficult to intubate: an analysis from the paediatric difficult intubation registry. *Br J Anaesth* 2017;119:984–92.
- [42] Sola C, Saour AC, Macq C, Bringuer S, Raux O, Dadure C. Children with challenging airways: what about GlideScope® video-laryngoscopy? *Anaesth Crit Care Pain Med* 2017;36:267–71.
- [43] O'Shea JE, Thio M, Kamlin CO, McGrory L, Wong C, John J, et al. Videolaryngoscopy to teach neonatal intubation: a randomized trial. *Pediatrics* 2015;136:912–9.
- [44] Abdelgadir IS, Phillips RS, Singh D, Moncreiff MP, Lumsden JL. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in children (excluding neonates). *Cochrane Database Syst Rev* 2017;5:CD011413.
- [45] 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.
- [46] Giraudon A, Bordes-Demolis M, Blondeau B, Sibai de Panhou N, Ferrand N, Bello M, et al. Comparison of the McGrath® MAC video laryngoscope with direct Macintosh laryngoscopy for novice laryngoscopists in children without difficult intubation: a randomised controlled trial. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2017;36:261–5.
- [47] Constant I, Louvet N, Guye ML, Sabourdin N. Anesthésie générale chez l'enfant: quid des pratiques en 2010. *Ann Fr Anesth Réanim* 2012;31:709–23.
- [48] Aouad MT, Yazbeck-Karam VG, Mallat CE, et al. The effect of adjuvant drugs on the quality of tracheal intubation without muscle relaxant in children: a systematic review of randomized trials. *Pediatr Anesth* 2012;22:616–26.
- [49] Julien-Marsollier F, Michelet D, Bellon M, Horlin AL, Devys JM, Dahmani S. Muscle relaxation for tracheal intubation during paediatric anaesthesia. *Eur J Anesth* 2017;34:1–12.
- [50] Morgan JM, Barker I, Peacock JE, Eissa A. A comparison of intubating conditions in children following induction of anaesthesia with propofol and suxamethonium or propofol and remifentanil. *Anaesthesia* 2007;62:135–9.
- [51] Blair JM, Hill DA, Wilson CM, Fee JP. Assessment of tracheal intubation in children after induction with propofol and different doses of remifentanil. *Anaesthesia* 2004;59:27–33.
- [52] Crawford MW, Hayes J, Tan JM. Dose-response of remifentanil for tracheal intubation in infants. *Anesth Analg* 2005;100:1599–604.
- [53] Steyn MP, Quinn AM, Gillespie JA, Miller DC, Best CJ, Morton NS. Tracheal intubation without neuromuscular block in children. *Br J Anaesth* 1994;72:403–6.
- [54] Klemola UM, Hiller A. Tracheal intubation after induction of anesthesia in children with propofol — remifentanil or propofol-rocuronium. *Can J Anaesth* 2000;47:854–9.
- [55] Annila P, Viitanen H, Reiniäkäinen P, Baer G, Lindgren L. Induction characteristics of thiopentone/suxamethonium, propofol/alfentanil or halothane alone in children aged 1–3 years. *Eur J Anaesthesiol* 1999;16:359–66.
- [56] Gelberg J, Kongstad L, Werner O. Intubation conditions in young infants after propofol and remifentanil induction with and without low-dose rocuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014;58:820–5.
- [57] Batra YK, Al Qattan AR, Ali SS, et al. Assessment of tracheal intubating conditions in children using remifentanil and propofol without muscle relaxant. *Ped Anesth* 2004;14:452–6.
- [58] Simon L, Boucebci KJ, Orliaguet G, Aubineau JV, Devys JM, Dubousset AM. Survey of practice of tracheal intubation without muscle

- relaxant in paediatric patients. *Pediatr Anesth* 2002;12:36-42.
- [59] Lerman J, Houle TT, Matthews BT, et al. Propofol for tracheal intubation in children anesthetized with sevoflurane: a dose-response study. *Pediatr Anesth* 2009;19:218-24.
- [60] Gera S, Dali JS, Sharma KR, Garg R, Arya M. Evaluation of intubating conditions in children after sevoflurane induction using Propofol or rocuronium bromide: a randomised prospective, double blind study. *Acta Anaesth Belg* 2015;66:25-30.
- [61] Politis GD, Stemland CJ, Balireddy RK, et al. Propofol for pediatric tracheal intubation with deep anesthesia during sevoflurane induction: dosing according to elapsed time for two age groups. *J Clin Anesth* 2014;26:25-35.
- [62] Politis GD, Frankland MJ, James RL, et al. Factors associated with successful tracheal intubation in children with sevoflurane and non muscle relaxant. *Anesth Analg* 2002;95:615-20.
- [63] Devys JM, Mourissoux G, Donnette FX, Plat R, Schauvliege F, Le Bigot P, et al. Intubating conditions and adverse events during sevoflurane induction in infants. *Br J Anaesth* 2011;106:225-9.
- [64] Spaeth JP, Kreger R, Varughese AM, Wittkugel E. Interventions designed using quality improvement methods reduce the incidence of serious airway events and airway cardiac arrests during pediatric anesthesia. *Pediatr Anesth* 2016;26:164-72.
- [65] Mertes PM, Alla F, Trechot P, et al. Anaphylaxis during anesthesia in France: an 8-year national survey. *J Allergy Clin Immunol* 2011;128:366-73.
- [66] Dewachter P, Mouton-Faivre C. Risque allergique en anesthésie pédiatrique. *Ann Fr Anesth Reanim* 2010;29:215-26.
- [67] Warner MA, Warner ME, Warner DO, Warner LO, Warner EJ. Perioperative pulmonary aspiration in infants and children. *Anesthesiology* 1999;90:66-71.
- [68] Engelhardt T, Strachan L, Johnston G. Aspiration and regurgitation prophylaxis in paediatric anaesthesia. *Paediatr Anaesth* 2001;11:147-50.
- [69] Hardman JG, Wills JS. The development of hypoxaemia during apnoea in children: a computational modelling investigation. *Br J Anaesth* 2006;97:564-70.
- [70] Cheng CA, Aun CS, Gin T. Comparison of rocuronium and suxamethonium for rapid tracheal intubation in children. *Paediatr Anaesth* 2002;12:140-5.
- [71] Kloučka J, Čtouček P, Čtouček R, Čoukalová M, Harazim H, Kosinová M. Controversies in pediatric perioperative Airways. *Biomed Res Int* 2015;2015:368761.
- [72] Cheng C, Aun CS, Gin T. Comparison of rocuronium and suxamethonium for rapid tracheal intubation in children. *Pediatr Anaesth* 2002;12:140-5.
- [73] Gencorelli FJ, Fields RG, Litman RS. Complications during rapid sequence induction of general anesthesia in children: a benchmark study. *Pediatr Anaesth* 2010;20:421-4.
- [74] Tran DT, Newton EK, Mount VAH, Lee JS, Mansouri C, Wells GA, et al. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation: a cochrane systematic review. *Anaesthesia* 2017;72:765-77.
- [75] Rawicz M, Brandom BW, Wolf A. Pro-con debate, The place of suxamethonium in pediatric anesthesia. *Pediatr Anesth* 2009;19:561-70.
- [76] Won YJ, Lim BG, Lee DK, Kim H, Kong MH, Lee IO. Sugammadex for reversal of rocuronium-induced neuromuscular blockade in pediatric patients: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2016;95:e4678.
- [77] Ammar AS, Mahmoud KM, Kasemy ZA. A comparison of sugammadex and neostigmine for reversal of rocuronium-induced neuromuscular blockade in children. *Acta Anaesthesiol Scand* 2017;61:374-80.
- [78] Reddy JL, Cooke PJ, van Schalkwyk JM, Hannam JA, Fitzharris P, Mitchell SJ. Anaphylaxis is more common with rocuronium and succinylcholine than with atracurium. *Anesthesiology* 2015;122:39-45.
- [79] Reitter M, Petitpain N, Latarche C, Cottin J, Massy N, Demoly P, et al. Fatal anaphylaxis with neuromuscular blocking agents: a risk factor and management analysis. *Allergy* 2014;69:954-9.
- [80] Dewachter P, Mouton-Faivre C. Anaphylaxis incidence with rocuronium, succinylcholine, and atracurium: how risk communication can influence behavior. *Anesthesiology* 2015;123:735-6.
- [81] Mertes PM, Mouton-Faivre C. Anaphylaxis to neuromuscular-blocking drugs. All neuromuscular-blocking drugs are not the same. *Anesthesiology* 2015;122:5-7.
- [82] Takazawa T, Mitsuhashi H, Mertes PM. Sugammadex and rocuronium-induced anaphylaxis. *J Anesth* 2016;30:290-7.
- [83] Francon D, Jaber S, Pean D, Bally B, Marcianni B. [Difficult extubation: extubation criteria and management of risk situations: question 6. Société française d'anesthésie et de réanimation]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2008;27:46-53.
- [84] Von Ungern-Sternberg BS, Davies K, Hegarty M, Erb TO, Habre W. The effect of deep vs. awake extubation on respiratory complications in high-risk children undergoing adenotonsillectomy: a randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2013;30:529-36.
- [85] Patel RI, Hannallah RS, Norden J, Casey WF, Verghese ST. Emergence airway complications in children: a comparison of tracheal extubation in awake and deeply anesthetized patients. *Anesth Analg* 1991;73:266-70.
- [86] Tsui BC, Wagner A, Cave D, Elliott C, El-Hakim H, Malherbe S. The incidence of laryngospasm with a "no touch" extubation technique after tonsillectomy and adenoidectomy. *Anesth Analg* 2004;98:327-9.
- [87] Menda SK, Gregory GA, Feiner JR, Zwass MS, Ferschl MB. The effect of deep and awake tracheal extubation on turnover times and postoperative respiratory complications post adenoid-tonsillectomy. *Can J Anaesth* 2012;59:1158-9.
- [88] Fan Q, Hu C, Ye M, Shen X. Dexmedetomidine for tracheal extubation in deeply anesthetized adult patients after otologic surgery: a comparison with remifentanil. *BMC Anesthesiol* 2015;15:106.
- [89] Valley RD, Freid EB, Bailey AG, Kopp VJ, Georges LS, Fletcher J, et al. Tracheal extubation of deeply anesthetized pediatric patients: a comparison of desflurane and sevoflurane. *Anesth Analg* 2003;96:1320-4.
- [90] 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.
- [91] Pounder DR, Blackstock D, Steward DJ. Tracheal extubation in children: halothane versus isoflurane, anesthetized versus awake. *Anesthesiology* 1991;74:653-5.
- [92] Valley RD, Ramza JT, Calhoun P, Freid EB, Bailey AG, Kopp VJ, et al. Tracheal extubation of deeply anesthetized pediatric patients: a comparison of isoflurane and sevoflurane. *Anesth Analg* 1999;88:742-5.
- [93] Batra YK, Ivanova M, Ali SS, Shamsah M, Al Qattan AR, Belani KG. The efficacy of a subhypnotic dose of propofol in preventing laryngospasm following tonsillectomy and adenoidectomy in children. *Paediatr Anaesth* 2005;15:1094-7.
- [94] Baijal RG, Bidani SA, Minard CG, Watcha MF. Perioperative respiratory complications following awake and deep extubation in children undergoing adenotonsillectomy. *Paediatr Anaesth* 2015;25:392-9.
- [95] Bordet F, Allauchiche 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.
- [96] 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(9743):773-83.
- [97] Rachel Homer J, Elwood T, Peterson D, Rampersad S. Risk factors for adverse events in children with colds emerging from anaesthesia: a logistic regression. *Paediatr Anaesth* 2007;17:154-61.
- [98] Tait AR, Malviya S, Voepel-Lewis T, Munro HM, Seiwert M, Pandit UA. Risk factors for perioperative adverse respiratory events in children with upper respiratory tract infections. *Anesthesiology* 2001;95:299-306.

- [99] Parnis SJ, Barker DS, Van Der Walt JH. Clinical predictors of anaesthetic complications in children with respiratory tract infections. *Paediatr Anaesth* 2001;11:29-40.
- [100] Flick RP, Wilder RT, Pieper SF, Vankoeverden K, Ellison KM, Marienau MES, et al. Risk factors for laryngospasm in children during general anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2008;18 (4):289-96.
- [101] Tait AR, Pandit UA, Voepel-lewis T, Munro HM, Malviya S. Use of the laryngeal mask airway in children with upper respiratory tract infections: a comparison with endotracheal intubation. *Anesth Analg* 1998;86:706-11.
- [102] Patel A, Clark SR, Schiffmiller M, Schoenberg C, Tewfik G. A survey of practice patterns in the use of laryngeal mask by pediatric anesthesiologists. *Paediatr Anaesth* 2015;25:1127-31.
- [103] Oofuvong M, Geater AF, Chongsuvivatwong V, Pattaravit N, Nuanjun K. Risk over time and risk factors of intraoperative respiratory events: a historical cohort study of 14,153 children. *BMC Anesthesiol* 2014;14:13.
- [104] Von Ungern-Sternberg BS, Habre W, Erb TO, Heaney M. Salbutamol premedication in children with a recent respiratory tract infection. *Paediatr Anaesth* 2009;19:1064-9.
- [105] Ramgolam A, Hall GL, Sommerfield D, Slevin L, Drake-Brockman TFE, Zhang G, et al. Premedication with salbutamol prior to surgery does not decrease the risk of perioperative respiratory adverse events in school-aged children. *Br J Anaesth* 2017;119:150-7.
- [106] Scalfaro P, Sly PD, Sims C, Habre W. Salbutamol prevents the increase of respiratory resistance caused by tracheal intubation during sevoflurane anesthesia in asthmatic children. *Anesth Analg* 2001;93:898-902.
- [107] Silvanus MT, Groeben H, Peters J. Corticosteroids and inhaled salbutamol in patients with reversible airway obstruction markedly decrease the incidence of bronchospasm after tracheal intubation. *Anesthesiology* 2004;100:1052-7.
- [108] Tait AR. Upper airway infection and pediatric anesthesia: how is the evidence based? *Curr Opin Anesthesiol* 2002;15:317-22.
- [109] Tait AR, Malviya S. Anesthesia for the child with an upper respiratory tract infection: still a dilemma? *Anesth Analg* 2005;100:59-65.
- [110] Mihara T, Uchimoto K, Morita S, Goto T. The efficacy of lidocaine to prevent laryngospasm in children: a systematic review and meta-analysis. *Anesthesia* 2014;69:1388-96.
- [111] Qi X, Lai Z, Li S, Liu X, Wang Z, Tan W. The efficacy of lidocaine in laryngospasm prevention in pediatric surgery: a network meta-analysis. *Sci Rep* 2016;6:32308.
- [112] Hamilton ND, Hegarty M, Calder A, Erb TO, Von Ungern-Sternberg BS. Does topical lidocaine before tracheal intubation attenuate airway responses in children? An observational audit. *Paediatr Anaesth* 2012;22:345-50.
- [113] Gharaei B, Jafari A, Poor Zamany M, Kamranmanesh M, Aghamohammadi H, Roodneshin F, et al. Topical versus intravenous lidocaine in children with upper respiratory infection undergoing anesthesia: a randomized, double blind, clinical trial. *Anesthesiol Pain Med* 2015;5:e23501.
- [114] Schebesta K, Güloğlu E, Chiari A, Mayer N, Kimberger O. Topical lidocaine reduces the risk of perioperative airway complications in children with upper respiratory tract infections. *Can J Anesth* 2010;57:745-50.
- [115] Erb TO, Von Ungern-Sternberg BS, Keller K, Frei FJ. The effect of intravenous lidocaine on laryngeal and respiratory reflex responses in anaesthetised children. *Anaesthesia* 2013;68:13-20.
- [116] Koc C, Kocaman F, Aygenc E, Ozdem C, Cekic A. The use of preoperative lidocaine to prevent stridor and laryngospasm after tonsillectomy and adenoidectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;118:880-2.
- [117] Sanikop C, Bhat S. Efficacy of intravenous lidocaine in prevention of post extubation laryngospasm in children undergoing cleft palate surgeries. *Indian J Anaesth* 2010;54:132-6.
- [118] Boisson-Bertrand D. Modified laryngeal mask for adenotonsillectomy in children. *Ann Fr Anesth Reanim* 1993;12:82-3 [French].
- [119] Ruby RR, Webster AC, Morley-Forster PK, Dain S. Laryngeal mask airway in paediatric otolaryngologic surgery. *J Otolaryngol* 1995;24:288-91.
- [120] Militana CJ, Ditkoff MK, Mattucci KF. Use of the laryngeal mask airway in preventing airway fires during adenoidectomies in children: a study of 25 patients. *Ear Nose Throat J* 2007;86:621-3.
- [121] Gravningsbräten R, Nicklasson B, Raeder J. Safety of laryngeal mask airway and short-stay practice in office-based adenotonsillectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009;53:218-22.
- [122] Sierpina DL, Chaudhary H, Walner DL, Villines D, Schneider K, Lowenthal M, et al. Laryngeal mask airway versus endotracheal tube in pediatric adenotonsillectomy. *Laryngoscope* 2012;122:429-35.
- [123] Aziz L, Bashir K. Comparison of armoured laryngeal mask airway with endotracheal tube for adenotonsillectomy. *J Coll Physicians Surg Pak* 2006;16:685-8.
- [124] Warner MA, Warner ME, Warner DO, et al. Perioperative pulmonary aspiration in infants and children. *Anesthesiology* 1999;90:66-71.
- [125] Engelhardt T, Strachan L, Johnston G. Aspiration and regurgitation prophylaxis in paediatric anaesthesia. *Paediatr Anaesth* 2001;11:147-50.
- [126] Salem MR, Wong AY, Fizzotti GF. Efficacy of cricothyroid pressure in preventing aspiration of gastric contents in paediatric patients. *Br J Anaesth* 1972;44:401-4.
- [127] Moynihan RJ, Brock-Utne JG, Archer JH, Feld LH, Kreitzman TR. The effect of cricothyroid pressure on preventing gastric insufflation in infants and children. *Anesthesiology* 1993;78:652-6.
- [128] Walker RW, Ravi R, Haylett K. Effect of cricothyroid force on airway calibre in children: a bronchoscopic assessment. *Br J Anaesth* 2010;104:71-4.
- [129] Algie CM, Mahar RK, Tan HB, Wilson G, Mahar PD, Wasik J. Effectiveness and risks of cricothyroid pressure during rapid sequence induction for endotracheal intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;11:CD011656.
- [130] Smith KJ, Dobranowski J, Yip G, Dauphin A, Choi PT. Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 2003;99:60-4.
- [131] Schmidt J, Strauß JM, Becke K, Giest J, Schmitz B. Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter (Recommendation for rapid sequence induction in childhood). *Anäst Intensivmed* 2007;48:588-93.
- [132] Neuhaus D, Schmitz A, Gerber A, Weiss M. Controlled rapid sequence induction and intubation — An analysis of 1001 children. *Pediatr Anesth* 2013;23:734-40.
- [133] Weiss M, Gerber A. Rapid sequence induction in children — It's not a matter of time! *Pediatr Anesth* 2008;18:97-9.
- [134] Kahn D, Veyckemans F. L'induction en séquence rapide chez l'enfant : nouveaux concepts. *Prat Anesth Reanim* 2012;16:122-7.
- [135] Rawicz M, Brandom BW, Wolf A. Pro-con debate, The place of suxamethonium in pediatric anesthesia. *Pediatr Anesth* 2009;19:561-657.
- [136] Eich C, Timmermann A, Russo SG, Cremer S, Nickut A, Strack M, et al. A controlled rapid-sequence induction technique for infants may reduce unsafe actions and stress. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009;53:1167-217.
- [137] Francon D, Jaber S, Pean D, Bally B, Marcianni B. [Difficult extubation: extubation criteria and management of risk situations: question 6. Société française d'anesthésie et de réanimation]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2008;27:46-53 [French].
- [138] Popat M, Mitchell V, Dravid R, Patel A, Swampillai C, Higgs A. Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation. *Anesthesia* 2012;67:318-40.
- [139] Apfelbaum JL, Silverstein JH, Chung FF, Connis RT, Fillmore RB, Hunt SE, 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.
- [140] Fiadroe 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.
- [141] Jagannathan N, Shivazad A, Kolan M. Tracheal extubation in children with difficult airways: a descriptive cohort analysis. *Pediatr Anesth* 2016;26:372–7.
- [142] Wise-Faberowski L, Nargozian C. Utility of airway exchange catheters in pediatric patients with a known difficult airway. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:454–6.
- [143] Mort TC. Continuous airway access for the difficult extubation: the efficacy of the airway exchange catheter. *Anesth Analg* 2007;105:1357–62.
- [144] Fayoux P, Marciniak B, Engelhardt T. Airway exchange catheters use in the airway management of neonates and infants undergoing surgical treatment of laryngeal stenosis. *Pediatr Crit Care Med* 2009;10:558–61.
- [145] Duggan LV, Law JA, Murphy MF. Brief review: supplementing oxygen through an airway exchange catheter: efficacy, complications, and recommendations. *Can J Anesth* 2011;58:560–8.
- [146] Jagannathan N, Sequera-Ramos L, Sohn I, Wallis B, Shertzer A, Schaldenbrand K. Elective use of supraglottic airway devices for primary airway management in children with difficult airways. *Br J Anaesth* 2014;112:742–8.
- [147] Khernani RG, Randolph A, Markovitz B. Corticosteroids for the prevention and treatment of post-extubation stridor in neonates, children and adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;3:CD001000.
- [148] Bjornson C, Russell K, Vandermeer B, Klassen TP, Johnson DW. Nebulized epinephrine for croup in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;10:CD006619.
- [149] Prunty SL, Aranda-Palacios A, Heard AM, Chapman G, Ramgolam A, Hegarty M, et al. The 'Can't intubate can't oxygenate' scenario in pediatric anesthesia: a comparison of the Melker cricothyroidotomy kit with a scalpel bougie technique. *Paediatr Anaesth* 2015;25:400–4.
- [150] Holm-Knudsen RJ, Rasmussen LS, Charabi B, Böttger M, Kristensen MS. Emergency airway access in children — transtracheal cannulas and tracheotomy assessed in a porcine model. *Paediatr Anaesth* 2012;22:1159–65.
- [151] Heymans F, Feigl G, Graber S, Courvoisier DS, Weber KM, Dulguerov P. Emergency cricothyrotomy performed by surgical airway-naïve medical personnel. *Anesthesiology* 2016;125:295–303.
- [152] 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.
- [153] Von Ungern-Sternberg BS, Saudan S, Petak F, Hantos Z, Habre W. Desflurane but not sevoflurane impairs airway and respiratory tissue mechanics in children with susceptible airways. *Anesthesiology* 2008;108:216–24.
- [154] Oberer C, von Ungern-Sternberg BS, Frei FJ, Erb TO. Respiratory reflex responses of the larynx differ between sevoflurane and propofol in pediatric patients. *Anesthesiology* 2005;103:1142–8.
- [155] Tait AR, Malviya S. Anesthesia for the child with an upper respiratory tract infection: still a dilemma? *Anesth Analg* 2005;100:59–65.