

Recommandations Formalisées d'Experts

INTUBATION ET EXTUBATION DU PATIENT DE REANIMATION

RFE commune SFAR- SRLF

Société Française d'Anesthésie et de Réanimation
Société de Réanimation de Langue Française

En collaboration avec les Sociétés SFMU, GFRUP, ADARPEF, SKR

Société Française de Médecine d'Urgence, Groupe Francophone de Réanimation et Urgences Pédiatrique, Association Des Anesthésistes-Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Française, Société Kinesithérapeutes de Réanimation

INTUBATION AND EXTUBATION OF THE ICU PATIENT

H. Quintard, E. l'Her, J. Pottecher, F. Adnet, JM Constantin, A. Dejong, P. Diemunsch, R. Fesseau, A. Freynet, C. Girault, C. Guillon, Y. Hamonic, E. Maury, A. Mekontso-Dessap, F. Michel, P. Nolent, S. Perbet, G. Prat, A. Roquilly, K. Tazarourte, N. Terzi, A. Thille, M. Alves, E. Gayat, L. Donetti.

Coordonateurs d'experts SFAR :

Hervé Quintard, Hôpital Universitaire Nice (CHU), Réanimation médico chirurgicale – Site Pasteur 2, 30 avenue de la voie romaine, 06000 Nice, France
Mail : quintard.h@chu-nice.fr

Julien Pottecher, Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, Hôpital de Hautepierre, Service d'Anesthésie-Réanimation Chirurgicale - 1 Avenue Molière, 67098 Strasbourg, France
Mail : julien.pottecher@chru-strasbourg.fr

Coordonateur d'experts SRLF :

Laurence Donetti, Hôpital de Forcilles, Service USIR-SRPR - 77150 Férolles-Atilly
Mail : laurdonetti@gmail.com

Erwan L'Her, Centre Hospitalier Universitaire de Brest – La Cavale Blanche, Réanimation médicale – 2 avenue FochBvd Tanguy-Prigent, 29609 Brest Cedex
Mail : erwan.lher@chu-brest.fr

Organisateurs

SFAR : Etienne Gayat, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Lariboisiere, 75010 Paris, France

Mail : etienne.gayat@9online.fr

SRLF :

Mikael Alves Centre Hospitalier Intercommunal Poissy Saint-Germain-en-Laye, Réanimation médico-chirurgicale - 10, Rue du Champ Gaillard, 78300 Poissy, France

Mail : mikael.alves@ymail.com

Laurence Donetti, Hôpital de Forcilles, Service USIR-SRPR - 77150 Férolles-Ailly

Mail : laurdonetti@gmail.com

Comité expert de validation pédiatrique

Lebel S. (Marseille), Javouhay E. (Lyon), Orliaguet G. (Paris), Leteurtre S. (Lille), Laudenbach V. (Rouen), Brissaud O. (Bordeaux)

Texte validé par le Conseil d'Administration de la SRLF (19/09/2016) et de la SFAR (17/06/2016)

Introduction

L'intubation et l'extubation font partie des gestes les plus fréquemment réalisés chez les patients de réanimation. Bien que courantes, ces procédures sont associées à une morbi-mortalité importante.

L'intubation trachéale du patient de réanimation s'effectue le plus souvent en urgence, chez un patient fréquemment hypoxémique et avec une hémodynamique précaire (1–3). Il s'agit donc d'une procédure à haut risque, associée à une incidence élevée de complications (20 à 50%) pouvant menacer le pronostic vital (collapsus, hypoxémie, troubles du rythme, intubation oesophagienne, régurgitation...) (2). Différentes procédures ont été proposées pour limiter les désordres hémodynamiques et respiratoires induits par l'intubation. Les complications peuvent également provenir des difficultés techniques rencontrées lors de la réalisation du geste lui-même. Selon les sociétés savantes, on parle d'intubation difficile après échec de 3 (4) ou de 2 tentatives de laryngoscopie directe (Recommandations 2006 de la Société Française d'Anesthésie Réanimation, SFAR 2006). Cette situation concerne 10 à 20% des intubations chez les patients de réanimation, et, lorsqu'elle est rencontrée, elle est associée à une augmentation de la morbidité (2). Dans le contexte de l'intubation difficile, nous disposons de matériels de plus en plus innovants (vidéolaryngoscopes, dispositifs supra-glottiques, bronchoscopes réutilisables et à usage unique...) dont la place respective dans la procédure n'est cependant pas bien codifiée. Alors que des algorithmes et des recommandations ont été établis et régulièrement mis à jour pour l'intubation du patient au bloc opératoire, nous ne disposons pas à ce jour de conduite à tenir pour l'intubation du patient de réanimation.

Le deuxième temps à risque de la gestion des voies aériennes du patient de réanimation se situe au moment de l'extubation. En effet l'échec d'extubation est fréquent, de l'ordre de 10% (5,6), il aggrave le pronostic des patients et rend nécessaire une optimisation des conditions dans lesquelles l'extubation est réalisée. L'extubation est définie par le retrait de la sonde d'intubation, mais elle doit être clairement distinguée de la phase de sevrage ou "déventilation" qui consiste à séparer le patient de son respirateur pour qu'il devienne indépendant de la ventilation mécanique (VM) invasive (7–9). Bien qu'étroitement liées chronologiquement pour juger du succès/échec du processus de sevrage/extubation, ces deux phases successives ("déventilation" et extubation) doivent être appréhendées distinctement par le clinicien pour identifier au mieux leurs mécanismes et facteurs de risques respectifs d'échec. En effet, un patient peut s'avérer "déventilable" mais non "extuable" et inversement. L'échec de l'extubation est ainsi classiquement défini comme la nécessité d'une réintubation précoce dans les 48 à 72 heures suivant une extubation programmée (7,10). Cette définition doit cependant actuellement tenir compte du développement de la ventilation non invasive (VNI), appliquée au décours de l'extubation. En effet, la VNI peut soit être intégrée délibérément dans une stratégie de sevrage (extubation programmée précoce

relayée par VNI systématique), soit être utilisée de façon préventive ou curative pour respectivement prévenir ou traiter la survenue d'une insuffisance respiratoire aiguë (IRA) post-extubation (11,12). La dernière conférence de consensus internationale sur le sevrage de la VM définit ainsi le succès du sevrage comme l'absence de recours à toute forme d'assistance ventilatoire (réintubation, VNI) dans les 48 heures suivant une extubation programmée. De fait, l'échec d'extubation doit alors être considéré comme 1) la nécessité d'une réintubation, 2) la nécessité de recourir à la VNI curative pour survenue d'une IRA post-extubation ou 3) la survenue du décès dans les 48 heures suivant l'extubation. Néanmoins, comme l'application de la VNI à la période post-extubation (VNI de sevrage, VNI préventive, VNI curative) peut retarder le délai de réintubation, une durée de 48 heures pourrait s'avérer insuffisante dans ces conditions pour juger objectivement de l'échec de l'extubation. Ainsi, un délai pouvant s'étendre jusqu'à 7 jours a pu être suggéré en cas d'application de la VNI à la période post-extubation (12). Afin de se mettre dans les meilleures conditions pour réaliser l'extubation du patient de réanimation, il est nécessaire de pouvoir en identifier les facteurs de risque d'échec (œdème laryngé, sécrétions abondantes...). Un « screening » plus précis des patients est alors nécessaire afin d'identifier ceux chez lesquels des complications de l'extubation pourraient survenir afin de les anticiper et d'en prévenir les conséquences.

La littérature relative à l'intubation et à l'extubation du patient de réanimation s'est considérablement enrichie au cours des dernières années mais nous ne disposons pas, à l'heure actuelle, de recommandations formelles pour une standardisation de ces deux pratiques. Dans ce contexte, il est apparu utile de procéder à une évaluation des données récentes disponibles, permettant d'élaborer des recommandations et des conduites à tenir à l'intention des praticiens.

Méthode

Ces recommandations sont le résultat du travail d'un groupe d'experts réunis par la Société Française d'Anesthésie Réanimation (SFAR) et la Société de Réanimation de Langue Française (SRLF). Dans un premier temps, le comité d'organisation a défini les questions à traiter avec les coordonnateurs. Il a ensuite désigné les experts en charge de chacune d'entre elles. Les questions ont été formulées selon un format PICO (*Patients Intervention Comparison Outcome*). L'analyse de la littérature et la formulation des recommandations ont ensuite été conduites selon la méthodologie GRADE (*Grade of Recommendation Assessment, Development and Evaluation*). Un niveau de preuve devait être défini pour chacune des références bibliographiques citées en fonction du type de l'étude. Ce niveau de preuve pouvait être réévalué (décote/surcote) en tenant compte de la qualité méthodologique de l'étude. Les références bibliographiques communes à chaque critère de jugement étaient

alors regroupées. Un niveau global de preuve était déterminé pour chaque critère de jugement en tenant compte des niveaux de preuve de chacune des références bibliographiques, de la cohérence des résultats entre les différentes études, du caractère direct ou non des preuves, de l'analyse de coût... Un niveau global de preuve « fort » permettait de formuler une recommandation « forte » (il faut faire, ne pas faire... GRADE 1+ ou 1-). Un niveau global de preuve modéré, faible ou très faible aboutissait à l'écriture d'une recommandation « optionnelle » (il faut probablement faire ou probablement ne pas faire... GRADE 2+ ou 2-). Lorsque la littérature était inexistante, la question pouvait faire l'objet d'une recommandation sous la forme d'un avis d'expert. Les propositions de recommandations étaient présentées et discutées une à une. Le but n'était pas d'aboutir obligatoirement à un avis unique et convergent des experts sur l'ensemble des propositions, mais de dégager les points de concordance et les points de divergence ou d'indécision. Chaque recommandation était alors évaluée par chacun des experts et soumise à leurs cotations individuelles à l'aide d'une échelle allant de 1 (désaccord complet) à 9 (accord complet). La cotation collective était établie selon une méthodologie *GRADE grid*. Pour délivrer une recommandation sur un critère, au moins 50% des experts devaient exprimer une opinion qui allait globalement dans la même direction, tandis que moins de 20% d'entre eux exprimaient une opinion contraire. Pour qu'une recommandation soit forte, au moins 70% des participants devaient avoir une opinion qui allait globalement dans la même direction. En l'absence d'accord fort, les recommandations étaient reformulées et, de nouveau, soumises à cotation dans l'objectif d'aboutir à un consensus.

Champs des recommandations – Synthèse des résultats

Du fait de la spécificité de la médecine pré hospitalière dans le domaine de la gestion des voies aériennes supérieures, nous n'avons inclus ce champ ni dans notre analyse de la littérature, ni dans les recommandations formulées.

L'intubation et l'extubation du patient de réanimation ont été explorées séparément. En ce qui concerne l'intubation, 4 champs ont été explorés : l'intubation compliquée en réanimation, le matériel de l'intubation, les agents d'induction anesthésique, les « *bundles* » ou protocoles (ensemble des mesures préventives et curatives devant être appliquées conjointement) de l'intubation en réanimation. L'extubation a été abordée en 3 champs : les pré-requis à l'extubation, les échecs de l'extubation, la gestion pratique de l'extubation.

Une recherche bibliographique extensive sur les 10 dernières années a été réalisée à partir des bases de données PubMed et Cochrane. Pour être retenues dans l'analyse, les publications devaient être postérieures à 2005 et rédigées en langue anglaise ou française.

Une analyse spécifique de la littérature pédiatrique a été réalisée et les recommandations pédiatriques ont été réalisées à partir des recommandations adultes afin de définir les spécificités. Celles-ci ont été soumises à un comité d'experts indépendant dont les membres ont accepté de voter chaque recommandation pédiatrique.

Après synthèse du travail des experts et application de la méthode GRADE, 32 recommandations adultes ont été formalisées ainsi que 2 algorithmes de synthèse. Parmi les recommandations formulées, 12 ont un niveau de preuve élevé (Grade 1 +/-), 19 un niveau de preuve faible (Grade 2 +/-) et, pour 1 recommandation, la méthode GRADE® ne pouvait pas s'appliquer, aboutissant à un avis d'experts.

En ce qui concerne les recommandations pédiatriques, 15 recommandations ont été formalisées, 5 ont un niveau de preuve élevé (Grade 1+), 9 un niveau de preuve faible (Grade 2+) et pour l'une d'elles, un avis d'expert a été émis.

La totalité des recommandations a été soumise au groupe d'experts pour une cotation avec la méthode *GRADE grid*. Après 2 tours de cotations et divers amendements, un accord fort a été obtenu pour 31 (97%) des recommandations adultes et 15 (100%) des recommandations pédiatriques.

1. Intubation compliquée en réanimation

R1.1 - Il faut considérer tous les patients de réanimation à risque d'intubation compliquée.

(Grade 1+) Accord FORT

R1.2 - Afin d'en réduire l'incidence, il faut que les complications respiratoires et hémodynamiques de l'intubation soient anticipées et prévenues grâce à une préparation soigneuse de la procédure, intégrant le maintien de l'oxygénation et de l'hémodynamique systémiques tout au long de la procédure.

(Grade 1+) Accord FORT

R1.3 - Il faut différencier les facteurs prédictifs d'intubation compliquée des facteurs prédictifs d'intubation difficile.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

L'intubation est l'une des procédures les plus fréquemment réalisées en réanimation.

L'intubation peut être compliquée pour 2 raisons principalement : 1°) les complications péri-procédurales d'une part et 2°) la difficulté du geste d'autre part.

Les principales complications de l'intubation identifiées dans la littérature incluent des complications sévères et modérées. Celles-ci sont répertoriées dans le tableau 1.

Contrairement à l'intubation endotrachéale programmée réalisée au bloc opératoire, l'intubation en réanimation s'effectue le plus souvent en urgence, chez un patient fréquemment hypoxémique et hypoxique avec une hémodynamique précaire (1–3). Il s'agit donc d'une procédure à haut risque, associée à un taux élevé de *complications* (20 à 50 %) pouvant menacer le pronostic vital (collapsus, hypoxémie, troubles du rythme, intubation oesophagienne, régurgitation...) (2). Les complications (présentées dans le tableau 1) sont d'autant plus fréquentes que l'état précédant la procédure est précaire (cas des patients hypoxémiques, en état de choc) ou lorsque la procédure d'intubation s'avère difficile. Des conditions physiopathologiques particulières exposent à un risque élevé d'hypoxémie, c'est le cas de l'obésité et la grossesse au cours desquelles la capacité résiduelle fonctionnelle est diminuée et le risque d'atélectasie est augmenté (13). De plus, de nombreuses pathologies rencontrées en réanimation ne permettent pas de tolérer un certain degré d'hypoxémie (épilepsie, maladie cérébro-vasculaire, insuffisance coronarienne, etc.) (4). Les moyens évalués dans la littérature, à mettre en œuvre pour limiter les complications passent par l'anticipation et l'optimisation de l'oxygénation et de l'hémodynamique tout au long de la procédure (1).

L'intubation difficile (2) est quant à elle une complication du geste et répond à une définition précise : nécessité de deux tentatives d'intubation ou plus (4). Elle est par ailleurs associée à un taux de complications immédiates plus important. L'incidence de l'intubation difficile est augmentée en réanimation, avec des taux variant de 8 à 23% selon la littérature (14–17). Outre la nécessaire anticipation du contexte, une étude récente a évalué les facteurs de risque d'intubation difficile en réanimation (2). Un score prédictif d'intubation difficile, le MACOCHA score, a ainsi été développé puis validé de façon externe. Les principaux prédicteurs d'intubation difficile en réanimation étaient liés au patient (Mallampati III ou IV, syndrome d'Apnées du sommeil, raideur Cervicale, limitation de l'Ouverture de bouche), liés à la pathologie (présence d'un Coma ou d'une Hypoxémie) et à l'opérateur (expérience de moins de deux ans au bloc opératoire ou non Anesthésiste). En optimisant le seuil, la capacité discriminante du score est élevée. Pour rejeter l'intubation difficile avec certitude, un seuil de 3 ou plus semble approprié, permettant une valeur prédictive négative optimale (respectivement 97% et 98% dans les cohortes originales et de validation) et bonne une sensibilité (respectivement 76% et 73% dans les cohortes originales et de validation). L'échelle d'intubation difficile (Intubation Difficulty Scale (IDS)) est quand à elle une échelle quantitative de la difficulté de l'intubation qui est très utile pour comparer de façon objective la complexité de l'intubation endotrachéale, mais *a posteriori* et pas *a priori* (18).

En conséquence, pour améliorer la qualité des soins délivrés en réanimation, les réanimateurs se doivent de disposer de connaissances et compétences optimales sur la procédure d'intubation. Il

apparaît donc légitime d'aider les médecins réanimateurs à améliorer leurs connaissances et compétences en matière d'intubation. A ce titre, la formation par simulation haute fidélité semble être un excellent outil. Elle permet l'application des connaissances théoriques acquises, en toute sécurité, tout en s'approchant du vécu réel de la situation (19–21). Par ailleurs, il est important que « la procédure d'intubation » en situation critique soit standardisée au sein d'une unité de réanimation, avec une adhésion maximale de toute l'équipe, afin d'éviter des pratiques hétérogènes (choix des agents anesthésiques, technique de pré oxygénation, formation des opérateurs, etc.) (1). La mise en place d'algorithmes d'intubation est ainsi essentielle, comportant une évaluation des facteurs de risque d'intubation difficile (2) et une définition des différentes stratégies selon le niveau de risque de l'intubation difficile.

Tableau 1: Principales complications associées à l'intubation

Sévères

- Hypoxémie sévère
- Collapsus cardio-vasculaire sévère
- Arrêt cardiaque
- Décès

Modérées

- Intubation difficile
- Troubles du rythme
- Intubation œsophagienne
- Inhalation
- Agitation
- Bris dentaires

Tableau 2: Calcul du score de MACOCHA

- M. Mallampati score III ou IV (5)
 - A. Apnées du sommeil (2)
 - C. Cervicale (mobilité rachidienne réduite) (1)
 - O. Ouverture de bouche < 3 cm (1)
 - C. Coma (1)
 - H. Hypoxémie (1)
 - A. non-Anesthésiste ou Anesthésiste non entraîné (1)
- Codé de 0 à 12

R1.1 (pédiatrie) - Il faut considérer tous patients de réanimation pédiatrique à risque d'intubation compliquée.

(Grade 1+) Accord FORT

R1.2 (pédiatrie) - Afin d'en réduire l'incidence, il faut que les complications respiratoires et hémodynamiques de l'intubation en réanimation pédiatrique soient anticipées et prévenues grâce à une préparation soigneuse de la procédure, intégrant le maintien de l'oxygénation et de l'hémodynamique systémiques tout au long de la procédure.

(Grade 1+) Accord FORT

R1.3 (pédiatrie) - En pédiatrie, il faut différencier les facteurs prédictifs d'intubation compliquée des facteurs prédictifs d'intubation difficile.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

L'intubation en réanimation pédiatrique est un geste fréquemment réalisé et dans plus de 90% des cas pour une cause respiratoire (22). Ce geste est fréquemment lié à des complications : dans environ 20% des cas non sévères, et dans 3 à 6% sévères (arrêt cardiorespiratoire, intubation œsophagienne diagnostiquée tardivement, inhalation massive, hypotension sévère nécessitant remplissage et/ou amines vasopressives, laryngospasme, hyperthermie maligne, pneumothorax ou pneumomédiastin, lésion directe des voies aériennes) (22,23). Il semble donc nécessaire de prévenir au mieux ces complications en optimisant la prise en charge entourant

l'intubation en réanimation. Peu d'études se sont intéressées aux facteurs de risque d'intubation difficile et/ou compliquée en réanimation pédiatrique. Un registre américain (NEAR4KIDS) incluant les données de 15 PICU (pediatric intensive care unit) a récemment permis d'obtenir des données plus précises sur ce thème (22,24). Il existait une association entre les complications sévères liées à l'intubation (115 sur 1715 intubations, 6,3%) d'une part et l'instabilité hémodynamique et/ou la défaillance respiratoire d'autre part (22). Il existait une association entre les complications peu sévères liées à l'intubation et les antécédents d'intubation difficile, l'instabilité hémodynamique et le degré d'expérience de l'opérateur. Chez les patients de ce même registre, le taux d'intubation difficile était de 9% sur 1516 patients. Les facteurs de risque d'intubation difficile en analyse univariée (pas d'ajustement en fonction de l'expérience de l'opérateur) étaient les suivants : âge plus jeune, faible poids, indications d'intubation sur défaillance ventilatoire, défaut de sédation ou de curarisation, signes d'obstruction des voies aériennes supérieures. Les antécédents d'intubation difficile, la limitation de l'ouverture de bouche, la limitation de la mobilité cervicale, la faible distance thyro-mentonnière, l'hypoplasie mandibulaire étaient associés à une intubation difficile mais seule la valeur prédictive négative était bonne. En ajustant ces critères aux opérateurs expérimentés pour l'intubation, seuls 2 facteurs de risque d'intubation difficile étaient identifiés : antécédent d'intubation difficile (OR 1.83 IC95%(1.02-3.29) ; p=0.04), et la présence de signes d'obstruction des voies aériennes supérieures (OR 1.91 IC 95%(1.09-3.35) ; p=0.02). Le score de MACOCHA n'a pas été validé en pédiatrie.

2. Matériel intubation

R2.1 - Il faut mettre en oeuvre un contrôle capnographique de l'intubation en réanimation pour confirmer la bonne position de la sonde d'intubation, du dispositif supra-glottique ou de l'abord trachéal direct.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

Les conditions matérielles de l'intubation en réanimation (IR) méritent une attention d'autant plus grande que les patients sont instables, intolérants à l'apnée, difficiles à préoxygéner et que l'opérateur est souvent moins entraîné qu'en salle d'opération (25). L'intérêt du contrôle capnographique de l'IR est souligné par l'incidence élevée des intubations œsophagiennes en réanimation, (pouvant atteindre 51%, en cas d'IR difficile (IRD) (26)) et le caractère particulièrement faillible des autres moyens qui ont pu être utilisés par le passé. Selon l'étude NAP4, la non-utilisation ou l'interprétation erronée de la capnographie a contribué à 74% des cas de décès ou de dommages cérébraux irréversibles survenus au décours d'une intubation en réanimation ou aux urgences (27). Ce contrôle capnographique ne se limite pas à celui de la bonne position de la sonde d'intubation en fin de geste. Il trouve également sa place au cours des étapes de l'algorithme de gestion des IRD, en particulier pour confirmer la bonne place d'un dispositif supra-glottique (DSG) ou d'un abord trachéal direct lorsque leur insertion s'est avérée nécessaire. Une enquête anglaise de 2010 (28) souligne l'importante marge de progression dans ce domaine ; en effet seules 32% des réanimations contrôlaient les intubations par capnométrie. A notre connaissance il n'existe pas d'études évaluant la capnographie comme outil d'aide à l'intubation en réanimation pédiatrique.

R2.2 - Il faut disposer d'un chariot d'intubation difficile et d'un bronchoscope (usuel ou à usage unique) en réanimation afin de pouvoir faire face immédiatement aux situations d'intubation difficile.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

Le NAP4 (Fourth National Audit Project of The Royal College of Anaesthetists and The Difficult Airway Society) recommande qu'un chariot d'intubation difficile et un bronchoscope soient immédiatement disponibles en réanimation (27). Ce matériel doit être régulièrement contrôlé (présence et bon fonctionnement ; contrôle quotidien, trace archivée). En plus des masques, sondes et canules orales et nasales, le chariot d'intubation difficile devrait rassembler selon un consensus adopté localement par l'équipe de réanimation : des laryngoscopes à manche usuel et court, des lames métalliques de différentes tailles, un vidéolaryngoscope, des dispositifs supraglottiques (DSG), et le matériel d'abord cricothyroïdien.

Le mandrin d'intubation (mandrin malléable destiné à préformer la courbure de la sonde d'intubation) est recommandé d'emblée en cas d'IRD prévue ou secondairement en cas d'IRD imprévue. Ce dispositif est celui utilisé en anesthésie. Par ailleurs l'utilisation de GlideScope* impose, selon le fabricant, l'utilisation d'un mandrin rigide spécifique.

Les mandrins longs creux (Cook*, Frova*) ou pleins peuvent être utiles dans le contexte de l'IRD. Ils sont droits ou béquillés et sont identiques à ceux utilisés en anesthésie. Leur rôle dans l'algorithme de l'IR est également à envisager.

Les bronchoscopes se sont largement diversifiés et les fibroscopes classiques ont été rejoints par plusieurs types de bronchoscopes à usage partiellement ou totalement unique. Ces dispositifs, dont le mieux validé est l'aScope*, ont des caractères spécifiques qui les rendent particulièrement adaptés pour les gestes endobronchiques en réanimation (comme par exemple l'endoscopie diagnostique, la réalisation d'un lavage bronchoalvéolaire, le contrôle d'un abord trachéal percutané, la levée d'une atelectasie).

Pour l'IR, les fibroscopes et les bronchoscopes à usage unique sont recommandés dans le cadre de l'abord multimodal des voies aériennes, particulièrement pour les intubations à travers les DSG, tandis que la combinaison VL-Bronchoscope qui impose un temps d'apnée plus long, a été surtout décrite en anesthésie (29,30).

Le comité des recommandations relatives aux technologies médicales du National Institute for Health and Clinical Excellence anglais (NICE) a émis en 2013 des recommandations concernant l'aScope et l'aScope2, qui résument les avantages de ce dispositif en 4 points essentiels, indépendamment de l'éviction du risque de transmission croisée d'infection par les fibroscopes à usage multiple. Ces 4 points sont 1) de bonnes performances cliniques, 2) de moindres dépenses de santé, 3) une amélioration de la sécurité des patients du fait d'un meilleur niveau de réactivité, 4) dispositifs particulièrement recommandés dans la gestion des difficultés imprévues de contrôle des voies aériennes (31)

Une enquête anglaise de 2010 (28) souligne l'importante marge de progression dans ce domaine car seules 10% des réanimations possédaient dans leur chariot d'intubation difficile tout le matériel souhaitable. En revanche, 94% des réanimations anglaises ont un accès immédiat à un bronchoscope. Des données américaines allant dans le même sens (quoique numériquement différentes) ont été publiées la même année (32).

Le meilleur matériel et la conduite à tenir la mieux validée n'ont de sens que mis en œuvre dans le cadre de connaissances théoriques et pratiques bien acquises et bien entretenues.

R2.3 - Il faut employer des lames métalliques pour les laryngoscopies directes en réanimation afin d'en améliorer les chances de succès.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

Le laryngoscope de McIntosh reste le dispositif le plus utilisé en première intention. L'emploi d'une lame à usage unique en métal semble généralisé en France. Conformément aux recommandations de la SFAR, les lames à usage unique en matière plastique ne sont pas recommandées pour les situations dans lesquelles l'intubation présente un potentiel de difficulté établi(33), ce qui est le cas pour toutes les IR. Dans ce contexte, la lame, à usage unique ou réutilisable, doit être en métal.

La mise en évidence de transmissions d'infections létales par le manche réutilisable des laryngoscopes souligne le soin à porter à leur décontamination (34–36). Des laryngoscopes à usage unique et des coques monobloc jetables (Laryngobloc*) sont disponibles mais leur intérêt reste à valider, notamment en réanimation.

R2.4 - Pour limiter les échecs d'intubation, il faut probablement utiliser les vidéolaryngoscopes (VL) pour l'intubation en réanimation, soit d'emblée soit après échec de la laryngoscopie directe.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

Plusieurs vidéolaryngoscopes ont fait l'objet d'une évaluation dans le cadre des IR. Cependant aucune comparaison frontale entre les VLs disponibles n'est suffisamment puissante et définitive pour imposer tel ou tel dispositif plutôt qu'un autre.

Les VLs optimisent la vue laryngoscopique et ont leur place, d'emblée ou après échec de la laryngoscopie directe, dans tous les algorithmes d'IRD récents. Cependant si le VL n'a pas été utilisé d'emblée, son utilisation secondaire reste optionnelle et ne constitue pas un prérequis au recours à un dispositif supraglottique (4). L'identification d'une difficulté prévisible de l'IR (score MACOCHA \geq 3), lorsqu'elle est possible, pourrait constituer une indication à utiliser préférentiellement un VL en première intention, plutôt qu'un laryngoscope simple (37).

De nombreux dispositifs existent dans cette catégorie et il est usuel de les classer (38) en 1) stylets (ex : Bonfils*, Sensascope*, RIFL*); 2) VL à lame munie d'un canal guide pour la sonde d'intubation (ex : Pentax AW Scope*, Airtraq*, KingVision*); et 3) VL permettant une vue directe et son optimisation par la vue endoscopique (ex : Mc Grath Mac*, C-Mac*, Kaplan-Berci DCI* GlideScope*). Plusieurs dispositifs sont compatibles avec des lames simples et des lames munies de canal guide. Certains sont destinés à un usage systématique et peuvent être munis de lames spécialement dédiées à l'ID par leur courbure et/ou leur épaisseur. D'autres sont munis de lames

réutilisables. On peut également distinguer les VLs compacts munis de leur écran monté sur le manche, des dispositifs reliés à un système vidéo et à un écran déportés. Les dispositifs utiles pour l'IR sont décrits en détail dans plusieurs revues récentes (39).

Parmi les VL ayant été évalués pour l'IRD, le C-Mac* (n=117) a permis des améliorations significatives par rapport au MacIntosh (n=113), en augmentant significativement le taux de réussite à la première tentative de 55% à 79%, et en diminuant l'incidence des grades III et IV de Cormack & Lehane de 20% à 7%. Ces résultats ont été discutés en raison d'aspects méthodologiques mais leur validité demeure (40).

Le McGrath Mac* semble le VL le mieux validé pour l'IR (n=70) dans la mesure où sa supériorité par rapport au MacIntosh (n=140) a été montrée non seulement en termes : 1) de qualité de laryngoscopie, 2) de succès de l'intubation, mais également en termes 3) de succès dans la population particulière des sujets MACOCHA ≥ 3 (41). Cependant, le MacGrath Mac ne réduit pas l'incidence des complications potentiellement létales de l'IR.

Une méta-analyse de 9 études comparant la vidéolaryngoscopie à la laryngoscopie directe pour la réalisation de l'IR confirme l'intérêt des VLs dans ce contexte (42). Parmi ces 9 études, 3 sont des essais contrôlés randomisés dans lesquels le VL est le GlideScope*, et 6 sont des études observationnelles dans lesquelles le VL est le MacGrath Mac* 1 fois, le GlideScope* 4 fois et le C-Mac*1 fois. Un essai concerne à la fois le GlideScope* et le C-Mac*. Les bras VL regroupent 1066 patients et les bras laryngoscopie directe 1067. Les VL augmentent le taux de réussite de l'IR dès la première tentative [OR 2,07 (IC 95 % 1,35–3,16 ; p < 0,001)], diminuent l'incidence des IRD définies par la nécessité de plus de 2 tentatives [OR 0,29 (IC 95% 0,20–0,44 ; p < 0,001)], des laryngoscopies de grade 3 ou 4 de Cormack et Lehane [OR 0,26 (IC 95 % 0,17–0,41 ; p<0,001)], et des intubations oesophagiennes [OR 0,14 (IC 95 % 0,02–0,81 ; p = 0,03)]. Compte tenu de la morbi-mortalité potentielle imputable à l'intubation oesophagienne en réanimation, ce dernier résultat semble particulièrement important à souligner même si la faible puissance de la méta-analyse ne permet pas de mettre en évidence de gain en termes de survie ou d'éviction de complications graves. La méta-analyse ne révèle pas de bénéfice des VLs pour ce qui concerne les autres complications de l'IR. Elle ne permet pas de dégager des éléments de supériorité de l'un des VLs étudiés par rapport aux autres.

R2.5 - Il faut utiliser les dispositifs supra-glottiques (DSG) dans la gestion des intubations difficiles en réanimation, pour oxygéner le patient puis favoriser l'intubation sous contrôle bronchoscopique.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

Les dispositifs supra-glottiques (DSG) font partie des dispositifs dont la disponibilité est indispensable pour l'IR. Leur rôle est double : 1) oxygéner le patient en cas d'échec de la ventilation au masque ou au cours des abords chirurgicaux de la trachée ; et 2) servir de guide pour le bronchoscope d'intubation en cas d'IRD. Le choix du dispositif est avant tout fonction de l'expérience de l'opérateur et de la disponibilité du matériel. Le dispositif ProSeal* et les DSG analogues, à pression de fuite élevée, pourraient avoir l'avantage de mieux permettre la CPAP mais ces éléments ne sont pas étayés par des essais menés en réanimation (43,44). Le Fastrach* et autres DSG particulièrement dédiés à l'intubation, semblent un choix logique dans le contexte, sans avoir été spécifiquement validés.

Il semble ainsi que pour l'indication d'aide à l'IR, le DSG idéal ne soit pas clairement identifié. Le choix parmi les nombreux dispositifs existants reste donc ouvert et largement question de préférence personnelle.

R2.6 - Les connaissances théoriques et pratiques en matière d'intubation doivent être acquises et régulièrement entretenues

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

En Grande-Bretagne, le défaut de formation et de jugement sont respectivement les deuxième et troisième cause d'accident grave compliquant l'abord des voies aériennes en réanimation et aux urgences (27). La plupart des sociétés savantes s'accordent pour recommander un programme de formation associant une formation théorique initiale, un entraînement sur mannequins, des séances de simulation haute fidélité, le compagnonnage clinique et l'entretien des compétences au cours du cursus. Parmi les différentes modalités, la simulation (haute ou basse fidélité) procure un bénéfice pédagogique certain par rapport aux autres méthodes. Une méta-analyse récente de Kennedy et al. a en effet permis la comparaison de plusieurs méthodes pédagogiques (21). Comparé à l'absence d'intervention, l'enseignement par simulation s'accompagne d'une amélioration significative des connaissances, de la durée de réalisation de la procédure et des aptitudes techniques. Comparé à une méthode n'intégrant pas la simulation, l'enseignement par simulation s'accompagne d'une amélioration significative de la satisfaction des apprenants, de leurs aptitudes techniques et de leur efficacité en situation clinique (cf Tableau Grade). La détermination du nombre minimal de procédures à réaliser par les médecins en formation au cours de leur cursus ne peut s'appuyer que sur des études de faibles effectifs, dont certaines ont été réalisées sur mannequin. On peut néanmoins raisonnablement proposer les chiffres suivants : 50 à 70 laryngoscopies directes(45,46) (dont 20 réalisées préalablement sur mannequin), 20 poses de DSG (47,48) (dont 10 réalisées sur mannequin), 30 à 60 intubations aidées par la fibroscopie (49,50) (dont 20 réalisées sur mannequin), 5 crico-thyroïdotomies (51,52) (toutes réalisées sur mannequin (53)) et 20 utilisations de vidéolaryngoscopes (54) (dont 10 sur mannequins). Chez les médecins en exercice, les 6 techniques (d'intubation et d'oxygénation) devant être maîtrisées par tous les praticiens et régulièrement ré-évaluées sont la ventilation au masque facial, la laryngoscopie directe, l'utilisation du mandrin long béquillé, les DSG (10 poses par an sur mannequin), l'oxygénation trans-trachéale (5 procédures par an sur mannequin et l'intubation facilitée par la fibroscopie (10 procédures par an sur mannequin)

R2.1 (pédiatrie) - Pour l'intubation de l'enfant en réanimation, il faut probablement utiliser une lame de laryngoscopie adaptée en fonction des habitudes des praticiens (lame droite de Miller ou courbe de Macintosh) et changer de type de lame en cas d'échec d'exposition avec la première lame.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

Le choix du type de lame de laryngoscopie directe en pédiatrie est une question fréquemment abordée dans les services de réanimation et d'urgence, notamment chez l'enfant de moins de 2 ans. La technique décrite pour l'intubation avec la lame droite de Miller consiste à charger l'épiglotte pour visualiser la glotte, contrairement à la technique utilisant la lame incurvée de Macintosh où seule la base de langue est chargée pour visualiser l'épiglotte et la glotte (55). Deux études récentes ont comparé ces 2 types de lames de laryngoscopie directe en pédiatrie (55,56). La première (55) comparait le POGO score (score de visualisation d'ouverture de la glotte) entre les 2 types de lames chez 50 enfants de moins de 2 ans, randomisés en 2 groupes de 25. Les scores de visualisation de l'épiglotte étaient similaires entre les 2 groupes. La deuxième étude (56) était une étude randomisée en cross-over chez 120 patients, comparant les lames de Miller et de Macintosh (une exposition avec chaque lame chez chaque patient puis intubation après la deuxième exposition). Les auteurs ne trouvaient pas de différence d'exposition ou de succès d'intubation entre les 2 groupes mais proposaient de changer de lame de laryngoscopie en cas de visualisation restreinte de la glotte avec la première lame utilisée. Ces 2 études sont de faible niveau de preuve (effectifs restreints et objectifs faibles car limités à la visualisation glottique et non au succès d'intubation ou aux complications liées à l'intubation) et n'ont pas été réalisées dans le cadre des soins intensifs.

R2.2 (pédiatrie) - Pour limiter les échecs d'intubation chez l'enfant en réanimation, il faut probablement utiliser les vidéolaryngoscopes (VL) soit d'emblée soit après échec de la laryngoscopie directe.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

Les travaux pédiatriques étudiant l'utilisation des vidéolaryngoscopes pour l'intubation ont été réalisés en anesthésie (57) hors contexte d'urgence. Quelques études sur mannequin ont été

réalisées avec des scénarios d'urgence (58,59) sans retrouver d'amélioration des conditions d'intubation ou du succès d'intubation avec l'utilisation d'un vidéolaryngoscope. Une méta-analyse récente (57) inclut 14 études randomisées contrôlées en pédiatrie. L'objectif principal de l'étude était la réduction du temps d'intubation, les objectifs secondaires étaient la visualisation de la glotte, le succès d'intubation au premier essai, les complications. Les travaux inclus dans la méta-analyse étaient hétérogènes (I^2 à 90% pour le critère temps d'intubation et à 67% pour le critère succès d'intubation) : vidéolaryngoscopes utilisés et âges des enfants différents. Seule une étude s'intéressait à l'intubation difficile en simulant une raideur cervicale, les autres patients étant considérés comme ayant des conditions d'intubation normales. La visualisation de la glotte était supérieure avec les vidéolaryngoscopes par rapport à la laryngoscopie directe (analyse en sous groupes). Le succès d'intubation (10 études, 718 patients) n'était pas différent entre les groupes (RR 0.96; 95%CI(0.92–1.00); $I^2 = 67%$). Le temps d'intubation (14 études, 980 patients) était allongé dans le groupe vidéolaryngoscope (WMD: 4.9s; 95%CI(2.6–7.1); $I^2 = 90%$), seul le sous-groupe utilisant l'Airtraq* ne retrouvait pas d'allongement du temps d'intubation (WMD 0.6s; 95%CI(7.7– 8.9); $I^2 = 94%$). Le taux global de complications n'était pas différent entre les groupes (RR 1.11; 95%CI(0.39–3.16); $I^2 = 0%$). Cette méta-analyse ne permet donc pas de favoriser l'utilisation des vidéolaryngoscopes, d'autant plus que les limites de ce travail sont nombreuses et qu'aucun travail n'a été réalisé dans le cadre de la réanimation pédiatrique. Par ailleurs, une étude multicentrique prospective observationnelle incluant 1053 intubations sur 10 ans dans 13 centres (Australie, USA et Canada) retrouve un taux de succès d'intubation au premier essai lors d'induction séquence rapide plus élevé avec les vidéolaryngoscopes (sur 51 intubations avec vidéolaryngoscopes). Cette étude a de nombreuses limites dont un biais de recueil important (self report), la modification des prises en charges pendant le durée de l'étude, et son caractère non randomisé (60).

R2.3 (pédiatrie) - Il faut probablement préférer l'intubation par voie orale chez l'enfant en réanimation.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

Les études publiées comparant les complications des intubations orales versus nasales en réanimation pédiatrique s'intéressent plus spécifiquement à la population néonatale. Dans une revue Cochrane publiée en 2000 (61) concernant la population néonatale, il est retrouvé que l'intubation par voie nasale est plus difficile et que l'intubation par voie orale doit être préférée pour les opérateurs inexpérimentés. L'incidence des atelectasies post extubation semble être plus fréquente lors d'une intubation par voie nasale mais essentiellement chez les enfants prématurés de très petit poids de naissance. Il n'y a pas de différence retrouvée entre les voies d'intubation orale et nasale concernant une mauvaise position du tube, l'incidence d'extubation accidentelle, les obstructions du tube, la nécessité de réintubation après extubation, les infections et les traumatismes locaux. Ces conclusions concernant la population néonatale peuvent très vraisemblablement être étendues à la population des nourrissons mais pas à l'ensemble de la population pédiatrique. Un seul article publié par Moore et al. (62) compare l'incidence des sinusites en réanimation pédiatrique en fonction du type d'intubation et ne retrouve pas de différence significative entre les 2 groupes (analyse de sous-groupe).

R2.4 (pédiatrie) - Il faut probablement utiliser des sondes à ballonnet pour l'intubation de l'enfant en réanimation afin de limiter le nombre de réintubations pour fuites.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

Depuis les travaux de Eckenhoff sur l'anatomie laryngée de l'enfant, de nombreux manuels ont recommandé l'utilisation de sondes sans ballonnet pour les enfants de moins de 7-8 ans. Pour autant, ce dogme a été largement rediscuté dans la littérature depuis. Dans le cas d'une sonde sans ballonnet, même lorsqu'elle est de taille adaptée, la pression de fuite n'est pas prévisible. En effet, si une fuite minimale est volontairement recherchée et que celle-ci devient trop importante et compromet la ventilation, le patient devra être réintubé avec une sonde de taille supérieure. Le nombre de réintubations pour fuites est limité par l'utilisation d'une sonde avec

ballonnet (63). La principale complication redoutée lors de l'utilisation de sonde avec ballonnet en réanimation pédiatrique chez l'enfant de moins de 8 ans est le risque de lésions muqueuses induisant des complications respiratoires à l'extubation. Plusieurs études ont été publiées en réanimation pédiatrique à ce sujet. Il n'y a pas d'arguments en faveur d'une imputabilité du ballonnet dans l'incidence de stridor post extubation ni de lésions sous-glottiques lorsque le monitoring de la pression du ballonnet est rigoureux. Deakers et al. ont publié en 1994 une série non randomisée de 282 intubations avec ou sans ballonnet (64). Aucune différence dans l'incidence de stridor post extubation n'a été retrouvée. Une deuxième étude non randomisée rapporte une série de 860 cas (65). L'usage d'aérosols d'adrénaline pour œdème laryngé sous-glottique dans le groupe avec ballonnet n'était pas plus fréquent que dans le groupe sans. Enfin une méta-analyse incluant des études faites au bloc opératoire et en réanimation ne retrouve pas d'augmentation du risque de stridor post extubation dans le groupe avec ballonnet (66). Dans cette méta analyse, le groupe avec ballonnet est hétérogène et regroupe des études testant des ballonnets de forme et de textures variables (PVC ou Polyurethane, microcuff®). La supériorité/infériorité des sondes avec ballonnet en polyuréthane fin et de forme modifiée (type microcuff®) n'ont pas fait l'objet d'études spécifiques dans une population de réanimation pédiatrique. D'autres bénéfices à l'utilisation des sondes avec ballonnet sont rapportés dans la littérature : une analyse de sous-groupe montre une tendance à la diminution de l'incidence des microinhalations dans le groupe sonde avec ballonnet vs. sans (67).

3. Drogues de l'intubation

R3.1 - Il faut probablement choisir un hypnotique (Etomidate, Kétamine, Propofol) permettant l'induction en séquence rapide (ISR) en fonction du terrain et de la situation clinique du patient.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

La revue de la littérature ne retrouve que peu d'études faisant état des agents anesthésiques utilisées lors de l'intubation en réanimation ou en salle d'urgence pour le patient en état critique (68,69). On ne retrouve que 2 études randomisées contrôlées comparant 2 types de produits anesthésiques en réanimation ou dans un service d'urgence (70,71) dont une seule de niveau élevée. Il serait donc utile de réaliser des études sur le sujet en réanimation ou en salle d'urgence, situations dans lesquelles le contexte et le déroulement de l'intubation ne sont pas strictement identiques à ceux de l'intubation en milieu pré-hospitalier (69).

Du fait de la rareté des études portant sur le sujet, une grande majorité des recommandations ne peut se fonder que sur les propriétés pharmacologiques des produits anesthésiques et sur les avis des experts (69,70).

Aucun produit hypnotique ne semble recouvrir toutes les caractéristiques idéales pour être recommandé comme l'agent exclusif à utiliser lors de l'intubation.

Trois produits semblent néanmoins remplir les critères pour l'intubation en séquence rapide du patient en état critique :

- L'étomidate même en injection unique pour l'ISR est responsable d'une augmentation de l'insuffisance surrénale relative. En revanche, le niveau de preuve est plus faible quant à un éventuel lien de causalité entre une injection unique d'étomidate et une surmortalité. Ceci amène toutefois à faire preuve de prudence quand à l'utilisation de l'étomidate chez le patient septique (70).
- La kétamine qui a des propriétés stimulantes sur le système sympathique, semble être une alternative valable à l'étomidate (70).
- Le propofol peut être utilisé pour l'intubation chez le patient critique mais peut entraîner comme effet secondaire une instabilité hémodynamique qui peut être prévenue par le recours précoce ou préventif aux amines vasopressives (72). Les études de pratique semblent faire apparaître une utilisation fréquente du propofol dans les pays anglo-saxons (71-76).

R3.2 - Chez le patient de réanimation, il faut probablement utiliser la succinylcholine comme curare de première intention lors de l'ISR afin de réduire la durée de la procédure et le risque d'inhalation.

(Grade 2+) Accord FORT

R3.3 - Il faut utiliser le rocuronium à une dose supérieure à 0,9 mg/kg [1,0-1,2 mg/kg] en cas de contre-indication à la succinylcholine et permettre un accès rapide au Sugammadex en cas d'utilisation de celui-ci.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

L'intubation trachéale chez le patient en détresse vitale est facilitée par la réalisation d'une anesthésie de type Induction en Séquence Rapide (ISR). La technique de référence associe l'utilisation d'un hypnotique et d'un curare. Le curare doit permettre une intubation rapide et posséder une durée d'action courte. La décurarisation spontanée qui permet la reprise d'une ventilation spontanée efficace par le patient constitue une sécurité. La succinylcholine possède ces propriétés mais elle est associée à des effets indésirables majeurs comme l'allergie, l'hyperkaliémie, la survenue d'un trouble de rythme qui peut être fatal, ou l'hyperthermie maligne (77,78). Elle possède des contre-indications fréquemment rencontrées en réanimation : hyperkaliémie, atteinte de la jonction neuro-musculaire, brûlure étendue, rhabdomyolyse, alitement prolongé (78). Le rocuronium a été la seule molécule alternative sérieusement étudiée. Une revue Cochrane récente constituée de 50 essais cliniques a conclu en la supériorité de la succinylcholine sur le rocuronium pour obtenir des conditions d'intubation excellente (OR 0,86 95%CI(0,81-0,92); p<0,001) (79). Lorsqu'une dose de rocuronium supérieure à 0,9 mg/kg était

utilisée, cette différence n'était plus significative. Il n'y avait pas de différence pour les effets indésirables graves qui restaient très faibles. Le problème posé par l'emploi du rocuronium est le délai de la décurarisation qui est de l'ordre d'une heure. Le sugammadex à la dose de 16 mg/kg permet une antagonisation très rapide. Le délai de décurarisation est alors inférieur au délai spontané de décurarisation de la succinylcholine (80). Chez le patient très hypoxémique, certains auteurs proposent une intubation sans curare, mais aucune étude comparative n'a été publiée (81).

R3.1 (pédiatrie) - Pour l'intubation de l'enfant en réanimation, il faut probablement choisir un hypnotique (Etomidate, Kétamine, Propofol) permettant l'induction en séquence rapide (ISR) en fonction du terrain et de la situation clinique du patient.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

En pédiatrie, les RFE publiées en 2012, qui étaient une actualisation de la conférence d'experts de la SFAR de 1999 et qui concernaient la sédation/analgésie pour l'intubation trachéale de l'enfant en structure d'urgence, avaient établi les conclusions suivantes. L'étomidate devrait être utilisé en première intention chez l'enfant de plus de 2 ans sauf en situation de sepsis. Dans les autres situations, la kétamine était l'alternative recommandée (3 à 4 mg/kg avant 18 mois et 2 mg/kg après) (82). Une étude de pratiques récente réalisée dans 19 unités de réanimation pédiatrique Nord-Américaines a montré l'utilisation de midazolam dans 58%, de kétamine dans 27%, de propofol dans 14% et d'étomidate dans 2% des 3366 intubations étudiées. La kétamine était préférentiellement utilisée dans les situations d'instabilité hémodynamique mais n'était pas associée à moins d'épisodes d'hypotension. Le propofol était préférentiellement utilisé lors des intubations effectuées pour réaliser un geste et son utilisation n'était pas associée à l'augmentation de la survenue de nouveaux épisodes d'hypotension (83).

R3.2 (pédiatrie) - Chez l'enfant en réanimation, il faut probablement utiliser la succinylcholine comme curare de première intention lors de l'ISR afin de réduire la durée de la procédure et le risque d'inhalation.

(Grade 2+) Accord FORT

R3.3 (pédiatrie) - Il faut utiliser le rocuronium à une dose supérieure à 0,9 mg/kg [1,0-1,2 mg/kg] en cas de contre-indication à la succinylcholine en pédiatrie et permettre un accès rapide au sugammadex en cas d'utilisation de celui-ci.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

Les RFE de 2012 sur l'intubation en structure d'urgence pour la pédiatrie préconisent l'utilisation de l'induction en séquence rapide (ISR) pour l'intubation dans le cadre de l'urgence en pédiatrie (82). L'utilisation d'un curare fait partie intégrante de l'ISR, que cela soit en structure d'urgence ou en réanimation, afin d'améliorer les conditions d'intubation et les complications liées à l'intubation. Une récente méta-analyse de la Cochrane (79) a inclus 5 études randomisées contrôlées de pédiatrie comparant les conditions d'exposition pour l'intubation lors de l'utilisation de succinylcholine ou de rocuronium. Aucune différence significative entre rocuronium et succinylcholine n'a été mise en évidence pour obtenir d'excellentes conditions d'intubation (RR 0,86, 95%IC (0,7-1,06), mais hétérogénéité élevée avec $I^2 = 0,81$). Parmi les études incluses dans cette méta-analyse, 2 retrouvaient des conditions d'intubation similaires entre succinylcholine (1,5 mg/kg) et rocuronium (0,9 mg/kg) et des conditions d'exposition moins bonnes avec une posologie de rocuronium plus faible (0,6 mg/kg) (84,85). Une étude retrouvait des conditions d'intubation similaires avec 1 mg/kg de succinylcholine et 0,6 mg/kg de rocuronium mais une curarisation incomplète à une minute avec le rocuronium (86). Une étude comparant 1,2 mg/kg de rocuronium à 1,5 mg/kg de succinylcholine retrouvait des conditions d'intubation similaires et excellentes à 60 secondes. Il n'existe donc pas de différence significative entre le rocuronium et la succinylcholine pour obtenir d'excellentes conditions d'intubation, mais la durée d'action prolongée du rocuronium peut être une limite à son utilisation, d'autant plus qu'il n'existe pas de travaux permettant de discuter l'utilisation de l'antagoniste du rocuronium (sugammadex) dans le

cadre de l'ISR en pédiatrie. Par conséquent, le choix de l'un ou l'autre de ces curares doit être orienté en fonction des contre-indications à la succinylcholine et de la durée d'action du curare.

4. Protocoles d'intubation

R4.1 - Il faut probablement utiliser la VNI pour la préoxygénation des patients hypoxémiques en réanimation.

(Grade 2+) Accord FORT

R4.2 - Il est possible d'utiliser l'oxygénothérapie nasale haut débit (ONHD) pour la préoxygénation en réanimation notamment pour les patients non sévèrement hypoxémiques.

(Avis d'expert) Accord FORT

R4.3 - Il faut probablement utiliser un protocole d'intubation incluant un versant ventilatoire au cours de l'intubation en réanimation pour diminuer les complications respiratoires.

(Grade 2+) Accord FORT

R4.4 - Il faut probablement utiliser une manœuvre de recrutement post-intubation chez les patients de réanimation hypoxémiques en l'intégrant dans un protocole ventilatoire.

(Grade 2+) Accord FORT

R4.5 - Il faut probablement appliquer une PEEP d'au moins 5 cmH₂O après intubation des patients hypoxémiques.

(Grade 2+) Accord FORT

R4.6 - Il faut probablement utiliser un protocole hémodynamique, définissant les modalités du remplissage vasculaire et de la mise en place précoce de catécholamines pour diminuer les complications hémodynamiques lors de l'intubation des patients en réanimation.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

Une étude multicentrique avant/après a montré l'intérêt d'un protocole d'intubation (incluant un protocole ventilatoire) associé à une baisse significative des complications sévères (notamment des événements respiratoires) (1).

Protocole ventilatoire :

La ventilation non invasive (VNI) a montré son intérêt au cours de la préoxygénation (87), mais aucune grande étude randomisée n'a confirmé cette hypothèse.

Deux études récentes ont évalué l'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) pour la préoxygénation au cours de l'intubation en réanimation (et l'oxygénation apnéique). Une étude monocentrique avant/après a inclus des patients dont les motifs d'intubation étaient hétérogènes (88). Etaient exclus les patients avec une hypoxémie sévère. Cette étude suggérait que l'ONHD améliorerait fortement l'oxygénation au cours de l'intubation en réanimation. Ces conclusions sont en contradiction avec la première étude randomisée sur ce thème (89). L'étude « Preoxyflow » a en effet évalué l'ONHD pour la préoxygénation de malades sévèrement hypoxémiques. Cet essai concluait que l'ONHD n'était pas supérieure à l'oxygénothérapie conventionnelle par masque facial dans la prévention des désaturations. Enfin, une étude randomisée contrôlée monocentrique n'a pas démontré l'intérêt spécifique de l'ONHD pour l'oxygénation apnéique (90). En ce qui concerne le recrutement après intubation, une étude bicentrique prospective en réanimation, a randomisé 40 patients hypoxémiques bénéficiant d'une intubation trachéale en deux bras, l'un comportant une manœuvre de recrutement (MR+) post intubation immédiate (définie par l'application d'une CPAP de 40 cmH₂O pendant plus de 30 secondes), l'autre sans manœuvre de recrutement (MR-). Le gain d'oxygénation était significativement supérieur dans le groupe MR+ à 2 et 30 minutes (236 +/- 117 vs. 93 +/- 36 mmHg et 180 +/- 79 vs. 110 +/- 39 mmHg respectivement ; p < 0.05). Ce gain étant obtenu sans conséquence hémodynamique ni complication barotraumatique dans le groupe MR+ (91).

A notre connaissance, il n'y a pas de données concernant l'utilisation de la VNI et de l'ONHD pour la préoxygénation en réanimation pédiatrique.

Protocole hémodynamique

L'identification de patients à risque de collapsus a été évaluée dans une analyse multivariée d'une 1^{ère} étude portant sur 885 patients (92).

L'utilisation d'un « bundle hémodynamique » a été évaluée dans une seule étude avant/après réalisée sur 244 patients inclus dans 3 centres, toutes causes d'intubations en réanimation confondues. Par rapport à la période antérieure, l'application systématique du bundle hémodynamique dans la période « après » a permis de réduire de 27 à 15% l'incidence du collapsus post-intubation et des complications majeures (sans effet sur les autres critères de jugement secondaires) (1).

L'effet de l'application d'une pression télé-expiratoire positive (PEP) de 5 cmH₂O a été évalué dans le bundle de la précédente étude et dans une étude randomisée contrôlée menée chez 63 patients hypoxémiques. Aucune de ces études ne rapportait d'effet de ces valeurs de PEP sur la pression artérielle moyenne (93).

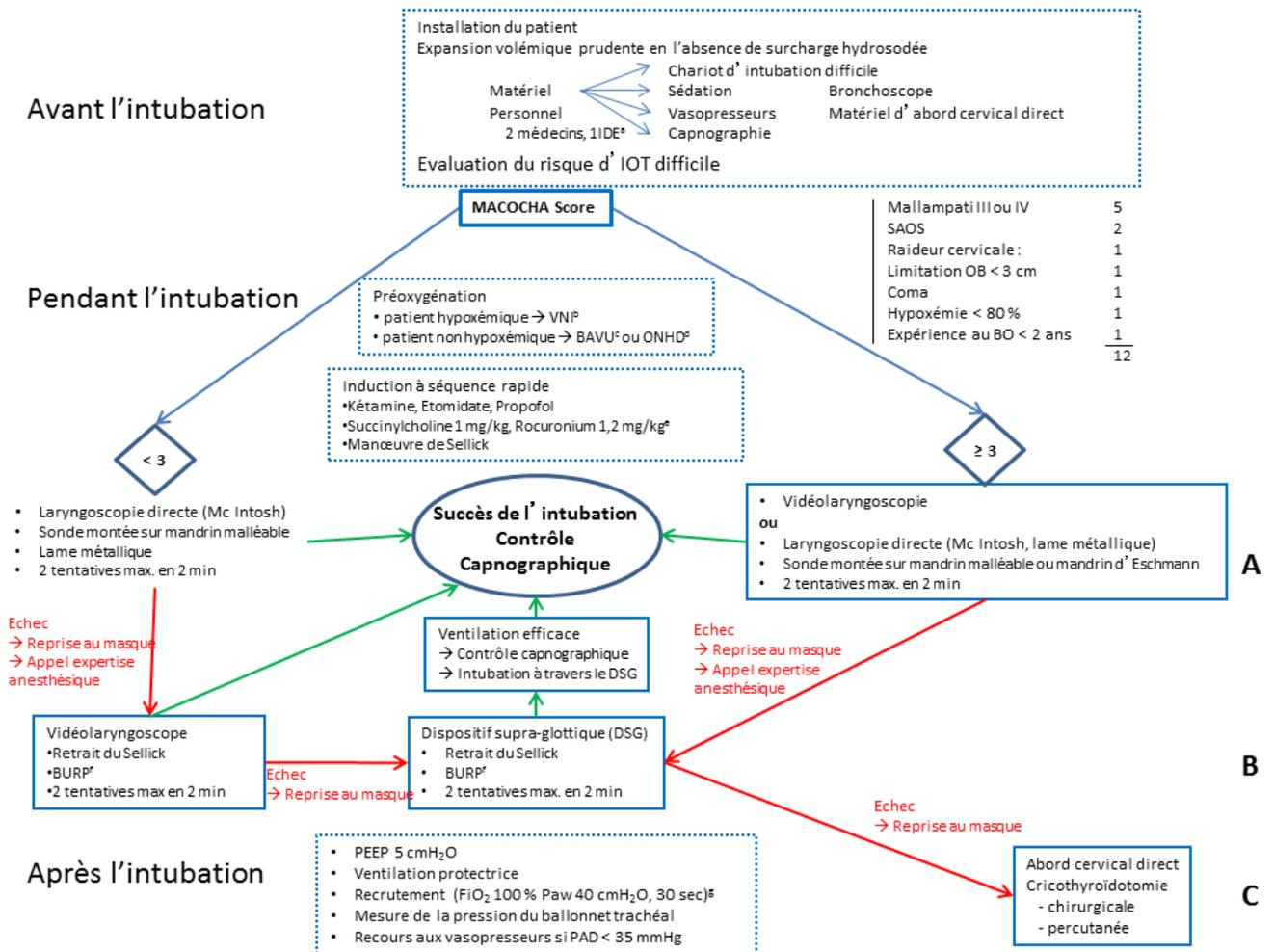
R4.1 (pédiatrie) - Il faut probablement administrer de l'atropine avant l'intubation lors de l'induction en réanimation des enfants âgés de 28 jours à 8 ans pour réduire le risque de bradycardie, notamment dans les situations de choc septique, de choc hypovolémique ou lors de l'utilisation de Suxamethonium.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

Particularité pédiatrique, l'intubation peut entraîner une bradycardie par réaction vagale (liée à l'hypoxie et/ou à la laryngoscopie) ou par effet propre des médicaments utilisés dans ce contexte (Suxaméthonium). Cette bradycardie peut ne pas avoir de conséquences cardiovasculaires notables si elle est accompagnée d'une vasoconstriction (94). En revanche, dans les situations où l'état hémodynamique du patient est précaire (choc septique ou hypovolémique) et dans les situations où il existe un risque de vasodilatation, la bradycardie peut induire une décompensation hémodynamique significative (95). Il a également été rapporté une forte association entre la bradycardie et l'arythmie et/ou les troubles de la conduction durant l'intubation (96). Quelques études récentes ont analysé l'intérêt de l'atropine avant l'intubation de l'enfant en contexte d'urgence. Il s'agit d'études prospectives de cohorte non randomisées où l'utilisation d'atropine avant intubation était laissée à la discrétion de l'opérateur. Ce biais méthodologique a été partiellement corrigé par l'utilisation d'un score de propension. La première étude, menée sur 111 enfants âgés de 29 jours à 8 ans (66 sans atropine et 45 avec), a montré une réduction significative de la mortalité en réanimation chez les enfants qui avaient reçu l'atropine avant l'intubation (97). La seconde étude, menée sur la première intubation de 103 enfants âgés de 29 jours à 8 ans (61 sans atropine et 42 avec), a montré une réduction significative de la prévalence des arythmies durant l'intubation chez les enfants qui avaient reçu de l'atropine avant l'intubation (96). D'autre part, la conférence de consensus de l'American College of Critical Care Medicine de 2009 sur le choc septique en pédiatrie recommande l'utilisation de l'atropine lors de la prémédication pour l'intubation chez l'enfant en situation de choc septique (98).

Algorithme IOT en réanimation (Proposition des experts - Accord Faible)



a : en configuration optimale : 2 opérateurs médecins et une infirmière diplômée d'état (IDE).

b : VNI : ventilation non invasive

c : BAVU : ballon autoremplisseur à valve unidirectionnelle

d : ONHD : oxygénothérapie nasale à haut débit

e : l'utilisation du bromure de rocuronium dans cette indication ne se conçoit qu'en situation de disponibilité immédiate de sugammadex

f : BURP : Backward, Upward and Rightward Pressure : manœuvre laryngée externe d'optimisation de la vue laryngoscopique

g : la manœuvre de recrutement n'est préconisée que chez les patients hémodynamiquement stables et elle doit être immédiatement interrompue lorsqu'elle induit une instabilité

5. Extubation : Pré-requis

R5.1 - Il faut réaliser une épreuve de sevrage en VS avant toute extubation chez le patient de réanimation ventilé depuis plus de 48h afin de réduire le risque d'échec d'extubation.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

La recherche au quotidien de critères simples de sevrabilité et l'évaluation clinique, voire gazométrique, du succès ou de l'échec d'une épreuve de sevrage en ventilation spontanée (VS), représentent le « gold standard » de toute stratégie de sevrage/extubation, laquelle doit être idéalement protocolisée, en intégrant parallèlement la désédation (7–9). Bien que récemment remis en cause pour juger du succès de l'extubation (6), le succès de l'épreuve de VS (fréquence respiratoire 10-30/mn, SpO₂>92%, absence de sueur, d'agitation, d'hypertension, de tachycardie), quelle que soit la technique utilisée (aide inspiratoire (VS-AI) ou pièce en T (VS/T)) reste le meilleur test diagnostique pour déterminer la probabilité de succès de l'extubation (8,99). En effet, 30 à 40% des patients extubés malgré l'échec d'une épreuve de sevrage peuvent nécessiter d'être réintubés (11). De la même façon, près de 40 à 60% des patients extubés de façon non programmée (extubations accidentelles ou volontaires), n'ayant, par définition, pas bénéficié d'une épreuve de sevrage, devront être réintubés (100,101).

R5.2 - L'épreuve de sevrage n'étant pas suffisante pour dépister tous les patients à risque d'échec d'extubation, il faut probablement rechercher les causes et facteurs de risque plus spécifiques d'échec incluant l'inefficacité de la toux, l'abondance des sécrétions bronchiques, l'inefficacité de la déglutition, et les troubles de la conscience.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

L'épreuve de VS ne permet cependant pas de préjuger correctement des conséquences du retrait de la sonde d'intubation, notamment en termes d'obstruction ou d'augmentation éventuelle des résistances des VAS, de défaut de protection des voies aériennes inférieures, d'efficacité de la toux et de drainage des sécrétions trachéo-bronchiques (102–108). Ainsi, malgré le succès de l'épreuve de sevrage, l'échec de l'extubation programmée (réintubation) peut survenir en moyenne dans 10 à 20% des cas selon les travaux les plus récents (107,109–114) avec des extrêmes pouvant largement varier, de 5 à plus de 30%, selon les populations étudiées (BPCO...), la durée préalable de VM, la définition utilisée, les résultats et le type d'études (observationnelles ou interventionnelles) analysés (115). Si un faible taux de réintubation peut certainement traduire une prolongation inutile de la VM mais, qu'à l'inverse, un taux élevé peut sous-entendre un défaut de prise en charge du processus de sevrage/extubation, le clinicien doit cependant tout mettre en œuvre pour minimiser ce taux d'échec, un taux acceptable en réanimation pouvant se situer entre 5 et 10% (115).

L'épreuve de sevrage en VS n'apparaît donc pas suffisante en elle-même pour détecter les patients à risque d'échec d'extubation. Il convient alors de rechercher les causes potentielles et les facteurs de risque spécifiques d'échec de l'extubation.

De nombreux mécanismes, causes ou facteurs de risque d'échec du processus de sevrage/extubation ont été décrits (7,105–108,110,116). Ils peuvent être plus ou moins intriqués chronologiquement dans le temps chez un même patient, et plusieurs de ces mécanismes pourraient être plus spécifiques du risque d'échec de l'extubation. En se focalisant sur ces facteurs spécifiques (obstruction des VAS, inefficacité de la toux, encombrement bronchique, troubles de déglutition, troubles de conscience), les données actuelles de la littérature ne permettent cependant pas d'affirmer que leur recherche systématique permet de limiter à elle seule le risque de réintubation. Néanmoins, ces facteurs de risque méritent probablement d'être appréhendés au mieux avant toute extubation chez un patient « déventilable » (7).

R5.1 (pédiatrie) - Il faut probablement réaliser une épreuve de sevrage en VS avant toute extubation chez l'enfant ventilé de réanimation afin de réduire le risque d'échec d'extubation.

(Grade 2+) Accord FORT

R5.2 (pédiatrie) - L'épreuve de sevrage n'étant pas suffisante pour prédire les patients à risque d'échec d'extubation il faut probablement rechercher les causes et facteurs de risque plus spécifiques d'échec incluant inefficacité de la toux, abondance des sécrétions bronchiques, inefficacité de la déglutition, troubles de la conscience et certains facteurs spécifiques chez l'enfant.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

En pédiatrie, un travail récent montre que l'épreuve de sevrage en VS avec Aide Inspiratoire est très largement utilisée (117). L'utilisation de la pièce en T ou d'un ballon délivrant une PEP ont aussi été étudiés. La répétition quotidienne de l'épreuve en VS permet de diminuer la durée de ventilation (118). L'efficacité de l'épreuve de VS chez l'enfant est similaire à celle de l'adulte avec un taux de réintubation entre 10 et 15% (119–121). L'augmentation des niveaux de pression visant à compenser les résistances des sondes de petit diamètre pourrait majorer le risque de réintubation (122). En pédiatrie, un travail multicentrique incluant 16 PICU et 1459 patients (117) a identifié comme facteur de risque de réintubation : l'âge < 2 ans, les pathologies syndromiques et génétiques, l'insuffisance respiratoire chronique, une atteinte neurologique chronique ou la nécessité de réintubation à l'admission en réanimation.

6. ECHEC EXTUBATION

R6.1 - Il faut probablement effectuer un test de fuite avant l'extubation pour prédire la survenue d'un œdème laryngé.

(Grade 2+) Accord FORT

R6.2 - Il faut réaliser le test de fuite chez les patients de réanimation ayant au moins un facteur de risque de dyspnée laryngée afin de réduire les échecs d'extubation en rapport avec l'œdème laryngé.

(Grade 1+) Accord FORT

Argumentaire :

Les lésions laryngées sont présentes chez plus de trois quarts des patients ventilés (123). Elles comprennent par ordre de fréquence décroissant : l'œdème, l'ulcération muqueuse, la parésie des cordes vocales et les granulomes (123). Ces lésions sont souvent intriquées et peuvent toutes (à l'exception des ulcérations) participer à une dyspnée laryngée (stridor inspiratoire) post extubation. Les données sur les facteurs de risque de dyspnée laryngée sont controversées et parfois contradictoires, mais les principaux critères retrouvés sont : le sexe féminin, l'intubation par voie nasale, l'utilisation d'une sonde d'intubation de gros calibre par rapport à la taille du patient, des pressions de gonflage du ballonnet élevées, l'intubation difficile, traumatique ou prolongée (5,124–126).

L'œdème laryngé est au mieux diagnostiqué par la réalisation d'un test de fuite avant l'extubation des patients ayant passé avec succès l'épreuve de ventilation spontané (127). Le volume de fuites autour de la sonde endotrachéale est habituellement estimé comme suit : i) aspiration trachéale et buccale en position demi-assise et réglage du ventilateur en mode assisté contrôlé ; ii) vérification de l'égalité des volumes inspiré et expiré avant le dégonflage du ballonnet ; iii) estimation du volume expiré après dégonflage du ballonnet (moyenne des trois valeurs les plus faibles parmi les six valeurs relevées après dégonflage) ; le volume absolu des fuites est la différence entre le volume inspiré (avant dégonflage du ballonnet) et le volume expiré (après dégonflage du ballonnet) ; le volume relatif des fuites est le rapport entre le volume absolu des fuites et le volume inspiré. Un volume de fuite bas définit un test de fuite positif. Les seuils les plus fréquemment utilisés sont <110 mL de volume absolu ou <10 % de volume relatif, mais ces seuils et les volumes courants utilisés varient beaucoup d'une étude à l'autre. Cette variabilité des seuils s'explique notamment par l'absence de standardisation des réglages ventilatoires, la contribution des fuites inspiratoire et expiratoire, ainsi que l'influence de la mécanique ventilatoire sur l'importance des fuites (128). Cette quantification est parfois complexe en pratique clinique et peut être remplacée par un test qualitatif (absence d'audition de fuites lors de l'occlusion par le doigt de la sonde trachéale) (129).

Le test de fuite a en général une bonne spécificité et valeur prédictive négative (performant pour l'identification des patients à faible risque) mais une faible sensibilité et valeur prédictive positive (peu performant pour l'identification des patients à haut risque) (130). Il est sans doute nécessaire chez les patients ayant au moins un facteur de risque de dyspnée laryngée postextubation. D'autres approches diagnostiques ont été proposées (comparaison du pourcentage de fuite juste après l'intubation et juste avant l'extubation (131), estimation de la colonne d'air autour de la sonde d'intubation avant et après dégonflage du ballonnet par ultrasons (132–134) qui ne parviennent pas à améliorer significativement la valeur diagnostique du test.

La dyspnée laryngée survient en général rapidement dans les minutes qui suivent l'extubation, chez 1 à 30% des patients selon les séries (123,125). L'existence d'une dyspnée laryngée augmente le risque de réintubation (125). Le taux global de réintubations se situe autour de 15% dans les séries récentes, et 15% environ des réintubations précoces (dans les 48 h suivant l'extubation), sont imputées à une dyspnée laryngée, ce qui représente 1-4% de toutes les extubations (123,125,135).

R6.3 - Il faut probablement mettre en œuvre des mesures limitant les lésions laryngées au cours de la ventilation mécanique.

(Grade 2+) Accord FORT
R6.4 - Si le volume de fuite est faible ou nul, il faut probablement prescrire une corticothérapie pour prévenir les échecs d'extubation en rapport avec l'œdème laryngé.
(Grade 2+) Accord FORT
R6.5 - Lorsqu'elle est décidée, la corticothérapie doit être débutée au moins 6 heures avant l'extubation pour être efficace.
(Grade 1+) Accord FORT
<p>Argumentaire :</p> <p>La prévention des lésions laryngées passe par l'évitement des facteurs de risque : choix d'un diamètre « modéré » pour la sonde d'intubation (en général 8 mm chez les hommes et 7 mm chez les femmes), accélération du sevrage de la ventilation mécanique pour minimiser la durée de ventilation, la surveillance et la régulation de la pression du ballonnet pour prévenir les ulcérations trachéales.</p> <p>Un traitement préventif de la dyspnée laryngée par corticoïdes peut être proposé aux patients avec test de fuite positif avant l'extubation, mais la faible valeur prédictive positive du test expose au traitement par excès de faux positifs (125). L'efficacité de ce traitement (environ 1 mg/kg/j d'équivalent prednisolone) est conditionnée par ses modalités d'administration et nécessite i) l'initiation au moins 6 heures avant l'extubation, possiblement en doses fractionnées ; ii) la sélection de patients à risque (test de fuite positif) (136). Son utilité pour réduire la réintubation n'est pas significative dans toutes les études (137). La mise en place d'un cathéter d'échange lors de l'extubation est théoriquement intéressante pour la réintubation en cas d'œdème laryngé sévère voire la ventilation de secours ; toutefois, l'identification des patients susceptibles de bénéficier de ce dispositif n'est pas aisée.</p> <p>Le traitement curatif de la dyspnée laryngée postextubation est mal codifié; une corticothérapie systémique associée à des aérosols d'adrénaline peut être proposée (125,138). En cas de détresse respiratoire, il convient de ne pas retarder indument la réintubation, et le recours à la ventilation non-invasive (VNI) curative post-extubation pourrait aggraver le pronostic (139). Cependant, certaines séries pédiatriques suggèrent l'intérêt de l'hélium pour réduire les turbulences et les pressions résistives dans ce cadre (140,141).</p>

R6.1 (pédiatrie) - En cas d'utilisation d'une corticothérapie, celle ci doit être débutée au moins 24 heures avant l'extubation pour être efficace.
(Grade 1+) Accord FORT
<p>Argumentaire :</p> <p>Chez l'enfant, les principaux facteurs de stridor après extubation retrouvés dans la littérature sont la durée d'intubation (>72h) (142), l'âge < 2 ans (143) ou 5 ans (144), et un faible niveau de sédation (144). Chez l'enfant, le test de fuite est le plus souvent réalisé par l'audition des fuites lors de l'administration d'une pression de 25 cmH₂O (145). Lorsqu'il est négatif il serait associé à l'existence d'un stridor (144), mais pour certains uniquement chez l'enfant de plus de 7 ans (146). Plusieurs travaux montrent qu'il ne permet pas de prédire l'échec d'extubation. Sa sensibilité pour prédire le succès de l'extubation est variable selon les études.</p> <p>Lorsqu'un traitement par corticoïde (Dexaméthasone) est envisagé, un délai de plus de 24h est préféré (147).</p>

7. Protocole d'extubation

R7.1 - En préventif, il faut probablement utiliser l'oxygénothérapie nasale à haut débit en postopératoire de chirurgie cardio-thoracique.
(Grade 2+) Accord FORT
R7.2 - En préventif, il faut probablement utiliser l'oxygénothérapie nasale à haut débit après extubation programmée en réanimation chez les patients hypoxémiques ou à risque faible de réintubation.
(Grade 2+) Accord FORT
R7.3 - En préventif, il faut probablement utiliser la VNI prophylactique après extubation programmée en réanimation chez les patients à haut risque de réintubation, notamment chez les patients hypercapniques.
(Grade 2+) Accord FORT
R7.4 - En curatif, il faut probablement utiliser la VNI curative en cas d'insuffisance respiratoire aigüe postopératoire, notamment après chirurgie abdominale ou résection pulmonaire.
(Grade 2+) Accord FORT
R 7.5 - En curatif, il ne faut probablement pas utiliser la VNI curative en cas d'insuffisance respiratoire aigüe survenant après extubation programmée en réanimation, excepté chez les patients BPCO ou en cas d'OAP évident.
(Grade 2-) Accord FAIBLE
Argumentaire : En réanimation, l'échec de l'extubation est généralement défini par la nécessité de réintubation dans les 48 ou 72h suivant une extubation programmée (7,10). Ce délai est parfois prolongé jusqu'à 7 jours, notamment en cas d'utilisation de la ventilation noninvasive (VNI) au décours de l'extubation (11,12). Environ 25% des patients réintubés le sont au-delà des 48 premières heures (12). Le taux de réintubation global en réanimation est d'environ 15%, mais s'élève à 20 ou 30% chez les patients les plus à risque. La décision d'extubation en réanimation est difficile pour le clinicien car en cas d'échec, la mortalité est particulièrement élevée et peut atteindre 25 à 50% (10). Au décours de l'extubation, la majorité des patients sont traités par de l'oxygène standard mais l'utilisation de l'oxygène à haut débit ou de la VNI peut être discutée. Il faut distinguer 2 indications très différentes de la VNI en post-extubation : la <i>VNI prophylactique</i> et la <i>VNI curative</i> (la VNI réalisée pour faciliter le sevrage chez des patients difficiles à sevrer n'est pas traitée dans ce chapitre). Dans les 2 cas, le patient est prêt pour l'extubation, c'est à dire qu'il a réussi l'épreuve de sevrage et qu'il réunit tous les critères pour l'extubation selon la conférence de consensus internationale sur le sevrage (7). La <i>VNI prophylactique</i> est alors débutée immédiatement après l'extubation et poursuivie dans les 24-48h suivant l'extubation afin de prévenir la survenue d'une détresse respiratoire. Au contraire, la <i>VNI curative</i> est débutée pour traiter une détresse respiratoire aigüe déjà installée survenant dans les suites de l'extubation. Au plan physiologique, la VNI pourrait présenter de nombreux avantages, notamment une amélioration de la fonction ventriculaire gauche en cas d'insuffisance cardiaque, une réduction de la pression télé-expiratoire positive (PEP) intrinsèque chez les patients BPCO, un recrutement alvéolaire, une amélioration des échanges gazeux mais surtout une réduction importante du travail inspiratoire. Cependant, la VNI pourrait avoir des effets délétères potentiels, notamment le fait de masquer les signes d'insuffisance respiratoire aigüe et de retarder la réintubation. Concernant la <i>VNI préventive</i> , 6 études randomisées contrôlées ont été publiées en réanimation (148–153). Immédiatement après l'extubation, les patients étaient randomisés et recevaient de l'oxygène standard ou de la VNI. La majorité de ces études ont inclus des patients à haut risque de réintubation (148–152). Malgré des critères hétérogènes, les patients à haut risque étaient majoritairement les patients âgés, insuffisants cardiaques, ou ayant une maladie respiratoire chronique sous-jacente. La majorité des études sont en faveur de la VNI avec une diminution du

risque d'insuffisance respiratoire aiguë (148–151). L'effet semblait particulièrement bénéfique chez les patients hypercapniques (148–150). Cependant, seulement 2 études ont retrouvé une diminution significative du taux de réintubation (148,151). Dans la seule étude ayant inclus des patients sans facteurs de risque de réintubation, les résultats n'ont pas montré de bénéfices de la VNI (153). Concernant le niveau d'évidence, certaines études sont multicentriques mais les effectifs sont relativement faibles. En regroupant les 6 études multicentriques publiées sur le sujet, le risque relatif pour l'intubation avec la VNI était réduit de façon non significative avec un OR de 0.80, 95% CI (0.64-1.01) (p=0.06). En ne considérant que les études qui ont inclus des patients à haut risque de réintubation, le risque relatif pour l'intubation était significativement plus faible avec un OR à 0.63, 95% CI (0.45-0.87) (p=0.003).

Concernant la *VNI curative en réanimation*, 2 études multicentriques ont été publiées à ce jour (139,154). Après l'extubation, les patients qui présentaient des signes d'insuffisance respiratoire aiguë étaient randomisés et traités par de la VNI ou de l'oxygène standard. Bien que ces 2 études ont inclus majoritairement des patients intubés pour une raison médicale, respectivement 16% et 27% des patients étaient admis en postopératoire ou pour un polytraumatisme. Le risque relatif pour la mortalité avec la VNI était significativement plus élevé qu'avec le traitement standard avec un OR à 1.36, 95% CI (1.09-1.69) (p=0.01). Dans ces études, les patients BPCO n'avaient pas été inclus dans la première étude (154) et représentaient moins de 10% des patients dans la 2ème étude (139). La VNI curative a déjà été proposée en cas d'insuffisance respiratoire aiguë chez des patients BPCO (11,149,150), avec un taux de réintubation élevé, de l'ordre de 40% à 50%. Alors que l'utilisation de la VNI est clairement démontrée à la prise en charge initiale des patients BPCO avec un taux d'intubation de l'ordre de 15-20%, il est difficile de préciser si la VNI est bénéfique en postextubation chez les patients BPCO. Les patients BPCO devraient donc être exclus de la recommandation générale.

Concernant la *VNI en postopératoire*, une seule étude randomisée a été réalisée après chirurgie cardiaque, et les résultats ne permettent pas de conclure (155). En postopératoire de chirurgie thoracique, une étude randomisée n'a pas montré d'intérêt de la VNI prophylactique (156) tandis qu'une étude avec un faible effectif montre une réduction du taux de réintubation en cas de détresse respiratoire (157). En postopératoire de chirurgie abdominale, une grande étude a récemment montré que la VNI curative permettait de réduire le taux de réintubation en cas de détresse respiratoire (158). Dans cette étude, la grande majorité des patients étaient extubés dans les 6 heures suivant la chirurgie. Ceci pourrait expliquer la différence avec la VNI curative utilisée en réanimation chez des patients intubés de façon plus prolongée, même chez des patients chirurgicaux. En postopératoire de chirurgie abdominale, une autre étude a montré une réduction du taux de réintubation chez les patients hypoxémiques au décours de la chirurgie (159).

Concernant l'utilisation de *l'oxygénothérapie nasale à haut débit*, 3 études randomisées contrôlées ont été récemment publiées (160–162). Dans 2 études, les patients extubés en réanimation étaient traités soit par de l'oxygène standard soit par de l'oxygène haut débit en post-extubation (160,161). Ces 2 études ont montré une réduction du taux de réintubation aussi bien chez les patients hypoxémiques (160) que chez les patients considérés à faible risque de réintubation (161). Une autre étude réalisée a comparé l'oxygène à haut débit versus la VNI utilisée de façon préventive ou curative en postopératoire de chirurgie cardiaque ou thoracique (162). Cette étude a démontré la non-infériorité du traitement par oxygène à haut débit.

R7.1 (pédiatrie) - Il ne faut probablement pas utiliser la VNI prophylactique après extubation programmée en réanimation chez les enfants à faible risque de réintubation.

(Avis d'expert) Accord FORT

Argumentaire :

Chez l'enfant, la VNI a également été utilisée pour prévenir la réintubation, de façon prophylactique ou lors de la survenue d'une détresse respiratoire. Le seul travail randomisé était

une étude pilote qui comparait la VNI aux lunettes d'oxygène simples après extubation dans la population à risque de réintubation des enfants âgés de 29 jours à 3 ans. Les auteurs n'ont pas retrouvé de différence entre les deux groupes (163).

R7.6 - Il faut probablement faire intervenir un kinésithérapeute avant et après l'extubation chez les patients ventilés plus de 48h afin de diminuer la durée de sevrage et limiter le risque de réintubation.

(Grade 2+) Accord FORT

R7.7 - Il faut probablement faire intervenir un kinésithérapeute au cours du geste de l'extubation, afin de limiter les complications immédiates liées au sur-encombrement chez les patients à risque.

(Grade 2+) Accord FORT

Argumentaire :

La kinésithérapie appliquée aux patients intubés et ventilés comprend la kinésithérapie respiratoire et la kinésithérapie mobilisatrice. Les techniques sont variables et nombreuses (164).

La kinésithérapie de *désencombrement* incluant des techniques d'hyperinflation, de modulation du flux expiratoire, et des postures, permettrait de limiter significativement les réintubations (165–167). Les bénéfices de ces techniques ne sont pas démontrés sur la durée de sevrage (168,169), le succès du sevrage (164,168), et la durée de ventilation mécanique (164,165,167,168,170–174). De plus, la kinésithérapie de désencombrement ne paraît pas limiter l'apparition des atélectasies post-extubation. Les résultats des études, essentiellement pédiatriques, sont contradictoires (165–167,170,175). Enfin, l'utilisation de technique instrumentale de désencombrement tel que des insufflations-exsufflations après extubation permettrait de limiter les réintubations (176).

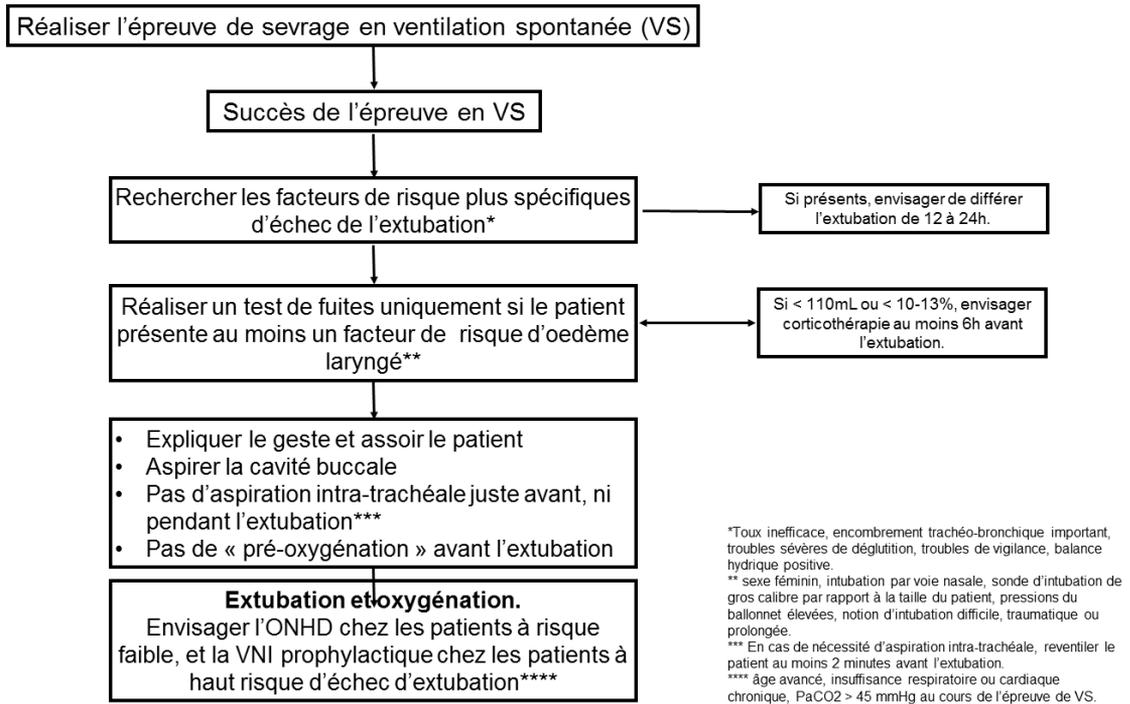
Une autre composante de la kinésithérapie chez le patient intubé est l'entraînement des muscles inspiratoires (*Inspiratory Muscle Training*). Les résultats des études montrent un bénéfice significatif de cette technique dans le succès du sevrage (177–180). Les effets sont non significatifs sur le taux de réintubations (177,178,181), la durée de ventilation mécanique (177,180,182,183) et contradictoires sur la durée de sevrage (177–179,182).

Concernant la *kinésithérapie mobilisatrice*, les résultats montrent des résultats contradictoires sur les effets de cette technique sur la durée de ventilation mécanique. Certaines montrent un effet significatif sur la baisse de la durée de ventilation mécanique (173,184,185), d'autres sont non significatifs (186,187). Aucun effet significatif n'a été retrouvé sur le succès du sevrage (185). Les résultats sont contradictoires quant aux effets de la mobilisation hors ventilation mécanique des patients extubés (187,188) (183,188,189).

La littérature est pauvre concernant la place du kinésithérapeute au décours immédiat de l'extubation, mais les experts mettent en avant la nécessité de la présence d'un kinésithérapeute au cours du geste d'extubation chez les patients à risque important de sur-encombrement, avec une force de toux altérée. Il pourra ainsi avoir recours et mettre en place des techniques adjuvantes notamment instrumentales afin de limiter les réintubations.

Algorithme d'extubation en réanimation (Proposition des experts - Accord fort)

Algorithme d'extubation en Réanimation



Références

1. Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, et al. An intervention to decrease complications related to endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Intensive Care Med.* févr 2010;36(2):248-55.
2. De Jong A, Molinari N, Terzi N, Mongardon N, Arnal J-M, Guitton C, et al. Early identification of patients at risk for difficult intubation in the intensive care unit: development and validation of the MACOCHA score in a multicenter cohort study. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 avr 2013;187(8):832-9.
3. Le Tacon S, Wolter P, Rusterholtz T, Harlay M, Gayol S, Sauder P, et al. [Complications of difficult tracheal intubations in a critical care unit]. *Ann Fr Anesthésie Réanimation.* déc 2000;19(10):719-24.
4. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology.* févr 2013;118(2):251-70.
5. Jaber S, Chanques G, Matecki S, Ramonatxo M, Vergne C, Souche B, et al. Post-extubation stridor in intensive care unit patients. Risk factors evaluation and importance of the cuff-leak test. *Intensive Care Med.* janv 2003;29(1):69-74.
6. Wang J, Ma Y, Fang Q. Extubation with or without spontaneous breathing trial. *Crit Care Nurse.* déc 2013;33(6):50-5.
7. Boles J-M, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* mai 2007;29(5):1033-56.
8. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, Thomason JWW, Schweickert WD, Pun BT, et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet Lond Engl.* 12 janv 2008;371(9607):126-34.
9. Girard TD, Ely EW. Protocol-driven ventilator weaning: reviewing the evidence. *Clin Chest Med.* juin 2008;29(2):241-252, v.
10. Thille AW, Richard J-CM, Brochard L. The decision to extubate in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 juin 2013;187(12):1294-302.
11. Girault C, Bubenheim M, Abroug F, Diehl JL, Elatrous S, Beuret P, et al. Noninvasive ventilation and weaning in patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomized multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 sept 2011;184(6):672-9.
12. Thille AW, Boissier F, Ben-Ghezala H, Razazi K, Mekontso-Dessap A, Brun-Buisson C, et al. Easily identified at-risk patients for extubation failure may benefit from noninvasive ventilation: a prospective before-after study. *Crit Care Lond Engl.* 2016;20(1):48.

13. Duggan M, Kavanagh BP. Atelectasis in the perioperative patient. *Curr Opin Anaesthesiol.* févr 2007;20(1):37-42.
14. Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology.* févr 1995;82(2):367-76.
15. Heuer JF, Barwing TA, Barwing J, Russo SG, Bleckmann E, Quintel M, et al. Incidence of difficult intubation in intensive care patients: analysis of contributing factors. *Anaesth Intensive Care.* janv 2012;40(1):120-7.
16. Griesdale DEG, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med.* oct 2008;34(10):1835-42.
17. Jaber S, Amraoui J, Lefrant J-Y, Arich C, Cohendy R, Landreau L, et al. Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Crit Care Med.* sept 2006;34(9):2355-61.
18. Adnet F, Borron SW, Racine SX, Clemessy JL, Fournier JL, Plaisance P, et al. The intubation difficulty scale (IDS): proposal and evaluation of a new score characterizing the complexity of endotracheal intubation. *Anesthesiology.* déc 1997;87(6):1290-7.
19. Wiel E, Lebuffe G, Erb C, Assez N, Menu H, Facon A, et al. [Mannequin-based simulation to evaluate difficult intubation training for emergency physicians]. *Ann Fr Anesthésie Réanimation.* juin 2009;28(6):542-8.
20. Combes X, Jabre P, Amathieu R, Abdi W, Luis D, Sebbah J-L, et al. [Cricothyrotomy in emergency context: assessment of a cannot intubate cannot ventilate scenario]. *Ann Fr Anesthésie Réanimation.* févr 2011;30(2):113-6.
21. Kennedy CC, Cannon EK, Warner DO, Cook DA. Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* janv 2014;42(1):169-78.
22. Nishisaki A, Turner DA, Brown CA, Walls RM, Nadkarni VM, National Emergency Airway Registry for Children (NEAR4KIDS), et al. A National Emergency Airway Registry for children: landscape of tracheal intubation in 15 PICUs. *Crit Care Med.* mars 2013;41(3):874-85.
23. Nishisaki A, Ferry S, Colborn S, DeFalco C, Dominguez T, Brown CA, et al. Characterization of tracheal intubation process of care and safety outcomes in a tertiary pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* janv 2012;13(1):e5-10.
24. Graciano AL, Tamburro R, Thompson AE, Fiadjoe J, Nadkarni VM, Nishisaki A. Incidence and associated factors of difficult tracheal intubations in pediatric ICUs: a report from National Emergency Airway Registry for Children: NEAR4KIDS. *Intensive Care Med.* nov 2014;40(11):1659-69.

25. Divatia JV, Khan PU, Myatra SN. Tracheal intubation in the ICU: Life saving or life threatening? *Indian J Anaesth.* sept 2011;55(5):470-5.
26. Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg.* août 2004;99(2):607-613, table of contents.
27. Cook TM, Woodall N, Harper J, Benger J, 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 2: intensive care and emergency departments. *Br J Anaesth.* mai 2011;106(5):632-42.
28. Georgiou AP, Gouldson S, Amphlett AM. The use of capnography and the availability of airway equipment on Intensive Care Units in the UK and the Republic of Ireland. *Anaesthesia.* mai 2010;65(5):462-7.
29. Greib N, Stojeba N, Dow WA, Henderson J, Diemunsch PA. A combined rigid videolaryngoscopy-flexible fibrescopy intubation technique under general anesthesia. *Can J Anaesth J Can Anesth.* juin 2007;54(6):492-3.
30. Sharma D, Kim LJ, Ghodke B. Successful airway management with combined use of Glidescope videolaryngoscope and fiberoptic bronchoscope in a patient with Cowden syndrome. *Anesthesiology.* juill 2010;113(1):253-5.
31. 1 - ambu-ascope2-in-unexpected-difficult-airways-management-scope2 [Internet]. [cité 17 mars 2016]. Disponible sur: <https://www.nice.org.uk/guidance/mtg14/documents/ambu-ascope2-in-unexpected-difficult-airways-management-scope2>
32. Porhomayon J, El-Solh AA, Nader ND. National survey to assess the content and availability of difficult-airway carts in critical-care units in the United States. *J Anesth.* oct 2010;24(5):811-4.
33. Diemunsch P, Langeron O, Richard M, Lenfant F. [Prediction and definition of difficult mask ventilation and difficult intubation: question 1. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation]. *Ann Fr Anesthésie Rénanimation.* janv 2008;27(1):3-14.
34. Diemunsch P, Noll E, Christmann D. Contamination of the laryngoscope handle: an overlooked issue. *Eur J Anaesthesiol.* mai 2013;30(5):211-2.
35. Howell V, Thoppil A, Young H, Sharma S, Blunt M, Young P. Chlorhexidine to maintain cleanliness of laryngoscope handles: an audit and laboratory study. *Eur J Anaesthesiol.* mai 2013;30(5):216-21.
36. Call TR, Auerbach FJ, Riddell SW, Kiska DL, Thongrod SC, Tham SW, et al. Nosocomial contamination of laryngoscope handles: challenging current guidelines. *Anesth Analg.* août 2009;109(2):479-83.
37. Byhahn C, Cavus E. Airway management disasters in the ICU--lessons learned? *Crit Care Lond Engl.* 2012;16(5):162.

38. Hurford WE. The video revolution: a new view of laryngoscopy. *Respir Care*. août 2010;55(8):1036-45.
39. Karalapillai D, Darvall J, Mandeville J, Ellard L, Graham J, Weinberg L. A review of video laryngoscopes relevant to the intensive care unit. *Indian J Crit Care Med Peer-Rev Off Publ Indian Soc Crit Care Med*. juill 2014;18(7):442-52.
40. Noppens RR, Geimer S, Eisel N, David M, Piepho T. Endotracheal intubation using the C-MAC® video laryngoscope or the Macintosh laryngoscope: a prospective, comparative study in the ICU. *Crit Care Lond Engl*. 2012;16(3):R103.
41. De Jong A, Clavieras N, Conseil M, Coisel Y, Moury P-H, Pouzeratte Y, et al. Implementation of a combo videolaryngoscope for intubation in critically ill patients: a before-after comparative study. *Intensive Care Med*. déc 2013;39(12):2144-52.
42. De Jong A, Molinari N, Conseil M, Coisel Y, Pouzeratte Y, Belafia F, et al. Video laryngoscopy versus direct laryngoscopy for orotracheal intubation in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. mai 2014;40(5):629-39.
43. Thomas M, Cook TM. Which is the logical supraglottic airway device for use on ICU? *Anaesthesia*. oct 2007;62(10):1075-1076; author reply 1076.
44. Russo SG, Moerer O, Nickel EA, Goetze B, Timmermann A, Quintel M. [Extraglottic airway devices in the intensive care unit]. *Anaesthesist*. juin 2010;59(6):555-63.
45. Konrad C, Schüpfer G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analg*. mars 1998;86(3):635-9.
46. Mulcaster JT, Mills J, Hung OR, MacQuarrie K, Law JA, Pytka S, et al. Laryngoscopic intubation: learning and performance. *Anesthesiology*. janv 2003;98(1):23-7.
47. Baskett PJ, Parr MJ, Nolan JP. The intubating laryngeal mask. Results of a multicentre trial with experience of 500 cases. *Anaesthesia*. déc 1998;53(12):1174-9.
48. Messant I, Lenfant F, Chomel A, Rapenne T, Freysz M. [Evaluation of the learning curve of a new intubation technique: intubating laryngeal mask]. *Ann Fr Anesthésie Réanimation*. oct 2002;21(8):622-6.
49. Erb T, Hampl KF, Schürch M, Kern CG, Marsch SC. Teaching the use of fiberoptic intubation in anesthetized, spontaneously breathing patients. *Anesth Analg*. nov 1999;89(5):1292-5.
50. Dalal PG, Dalal GB, Pott L, Bezinover D, Prozesky J, Bosseau Murray W. Learning curves of novice anesthesiology residents performing simulated fiberoptic upper airway endoscopy. *Can J Anaesth J Can Anesth*. sept 2011;58(9):802-9.

51. Wong DT, Prabhu AJ, Coloma M, Imasogie N, Chung FF. What is the minimum training required for successful cricothyroidotomy?: a study in mannequins. *Anesthesiology*. févr 2003;98(2):349-53.
52. Shetty K, Nayyar V, Stachowski E, Byth K. Training for cricothyroidotomy. *Anaesth Intensive Care*. sept 2013;41(5):623-30.
53. Hubert V, Duwat A, Deransy R, Mahjoub Y, Dupont H. Effect of simulation training on compliance with difficult airway management algorithms, technical ability, and skills retention for emergency cricothyrotomy. *Anesthesiology*. avr 2014;120(4):999-1008.
54. Orliaguet GA, Blot R-M, Bourdaud N, Egan M, Dogaru E, Salvi N, et al. [Endotracheal intubation with the GlideScope®, the Airtraq®, the McGrath® videolaryngoscope and direct laryngoscopy: a comparative study on an infant manikin]. *Ann Fr Anesthésie Rèanimation*. déc 2013;32(12):844-9.
55. Passi Y, Sathyamoorthy M, Lerman J, Heard C, Marino M. Comparison of the laryngoscopy views with the size 1 Miller and Macintosh laryngoscope blades lifting the epiglottis or the base of the tongue in infants and children <2 yr of age. *Br J Anaesth*. nov 2014;113(5):869-74.
56. Varghese E, Kundu R. Does the Miller blade truly provide a better laryngoscopic view and intubating conditions than the Macintosh blade in small children? *Paediatr Anaesth*. août 2014;24(8):825-9.
57. Sun Y, Lu Y, Huang Y, Jiang H. Pediatric video laryngoscope versus direct laryngoscope: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Paediatr Anaesth*. oct 2014;24(10):1056-65.
58. Rodríguez-Núñez A, Moure-González J, Rodríguez-Blanco S, Oulego-Erroz I, Rodríguez-Rivas P, Cortiñas-Díaz J. Tracheal intubation of pediatric manikins during ongoing chest compressions. Does Glidescope® videolaryngoscope improve pediatric residents' performance? *Eur J Pediatr*. oct 2014;173(10):1387-90.
59. Fonte M, Oulego-Erroz I, Nadkarni L, Sánchez-Santos L, Iglesias-Vásquez A, Rodríguez-Núñez A. A randomized comparison of the GlideScope videolaryngoscope to the standard laryngoscopy for intubation by pediatric residents in simulated easy and difficult infant airway scenarios. *Pediatr Emerg Care*. mai 2011;27(5):398-402.
60. Pallin DJ, Dwyer RC, Walls RM, Brown CA, NEAR III Investigators. Techniques and Trends, Success Rates, and Adverse Events in Emergency Department Pediatric Intubations: A Report From the National Emergency Airway Registry. *Ann Emerg Med*. févr 2016;
61. Spence K, Barr P. Nasal versus oral intubation for mechanical ventilation of newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2000;(2):CD000948.

62. Moore BM, Blumberg K, Laguna TA, Liu M, Zielinski EE, Kurachek SC. Incidental sinusitis in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* mars 2012;13(2):e64-68.
63. Shi F, Xiao Y, Xiong W, Zhou Q, Huang X. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in children: a meta-analysis. *J Anesth.* févr 2016;30(1):3-11.
64. Deakers TW, Reynolds G, Stretton M, Newth CJ. Cuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. *J Pediatr.* juill 1994;125(1):57-62.
65. Newth CJ I, Rachman B, Patel N, Hammer J. The use of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. *J Pediatr.* mars 2004;144(3):333-7.
66. Shi F, Xiao Y, Xiong W, Zhou Q, Huang X. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in children: a meta-analysis. *J Anesth.* févr 2016;30(1):3-11.
67. Gopalareddy V, He Z, Soundar S, Bolling L, Shah M, Penfil S, et al. Assessment of the prevalence of microaspiration by gastric pepsin in the airway of ventilated children. *Acta Paediatr Oslo Nor* 1992. janv 2008;97(1):55-60.
68. Walz JM, Zayaruzny M, Heard SO. Airway management in critical illness. *Chest.* févr 2007;131(2):608-20.
69. Reynolds SF, Heffner J. Airway management of the critically ill patient: rapid-sequence intubation. *Chest.* avr 2005;127(4):1397-412.
70. Jabre P, Combes X, Lapostolle F, Dhauouadi M, Ricard-Hibon A, Vivien B, et al. Etomidate versus ketamine for rapid sequence intubation in acutely ill patients: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet Lond Engl.* 25 juill 2009;374(9686):293-300.
71. Marsch SC, Steiner L, Bucher E, Pargger H, Schumann M, Aebi T, et al. Succinylcholine versus rocuronium for rapid sequence intubation in intensive care: a prospective, randomized controlled trial. *Crit Care Lond Engl.* 2011;15(4):R199.
72. Koenig SJ, Lakticova V, Narasimhan M, Doelken P, Mayo PH. Safety of Propofol as an Induction Agent for Urgent Endotracheal Intubation in the Medical Intensive Care Unit. *J Intensive Care Med.* déc 2015;30(8):499-504.
73. Smischney NJ, Hoskote SS, Gallo de Moraes A, Racedo Africano CJ, Carrera PM, Tedja R, et al. Ketamine/propofol admixture (ketofol) at induction in the critically ill against etomidate (KEEP PACE trial): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2015;16:177.
74. Reid C, Chan L, Tweeddale M. The who, where, and what of rapid sequence intubation: prospective observational study of emergency RSI outside the operating theatre. *Emerg Med J EMJ.* mai 2004;21(3):296-301.
75. Simpson GD, Ross MJ, McKeown DW, Ray DC. Tracheal intubation in the critically ill: a multi-centre national study of practice and complications. *Br J Anaesth.* mai 2012;108(5):792-9.

76. Phillips L, Orford N, Ragg M. Prospective observational study of emergent endotracheal intubation practice in the intensive care unit and emergency department of an Australian regional tertiary hospital. *Emerg Med Australas EMA*. août 2014;26(4):368-75.
77. Reddy JI, Cooke PJ, van Schalkwyk JM, Hannam JA, Fitzharris P, Mitchell SJ. Anaphylaxis is more common with rocuronium and succinylcholine than with atracurium. *Anesthesiology*. janv 2015;122(1):39-45.
78. Muñoz-Martínez T, Garrido-Santos I, Arévalo-Cerón R, Rojas-Viguera L, Cantera-Fernández T, Pérez-González R, et al. [Contraindications to succinylcholine in the intensive care unit. A prevalence study]. *Med Intensiva Soc Esp Med Intensiva Unidades Coronarias*. mars 2015;39(2):90-6.
79. Tran DTT, Newton EK, Mount VAH, Lee JS, Wells GA, Perry JJ. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;10:CD002788.
80. Lee C, Jahr JS, Candiotti KA, Warriner B, Zornow MH, Naguib M. Reversal of profound neuromuscular block by sugammadex administered three minutes after rocuronium: a comparison with spontaneous recovery from succinylcholine. *Anesthesiology*. mai 2009;110(5):1020-5.
81. Lapinsky SE. Endotracheal intubation in the ICU. *Crit Care Lond Engl*. 2015;19:258.
82. Orliaguet G, groupe d'experts Sfar-SFMU. [Sedation and analgesia in emergency structure. Paediatrics: Which sedation and analgesia for child tracheal intubation?]. *Ann Fr Anesthésie Réanimation*. avr 2012;31(4):377-83.
83. Tarquinio KM, Howell JD, Montgomery V, Turner DA, Hsing DD, Parker MM, et al. Current medication practice and tracheal intubation safety outcomes from a prospective multicenter observational cohort study. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. mars 2015;16(3):210-8.
84. Cheng CAY, Aun CST, Gin T. Comparison of rocuronium and suxamethonium for rapid tracheal intubation in children. *Paediatr Anaesth*. févr 2002;12(2):140-5.
85. Kulkarni K, Patil M, Shirke A. Comparison of intubating conditions of succinylcholine with two doses of rocuronium bromide in children. *Journal of Anaesthesia Clinical Pharmacology*. 2010;26(3):323-8.
86. Mazurek AJ, Rae B, Hann S, Kim JI, Castro B, Coté CJ. Rocuronium versus succinylcholine: are they equally effective during rapid-sequence induction of anesthesia? *Anesth Analg*. déc 1998;87(6):1259-62.
87. Baillard C, Fosse J-P, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 juill 2006;174(2):171-7.
88. Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, Bertrand F, Gaudry S, Rafat C, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent desaturation during tracheal

- intubation of intensive care patients with mild-to-moderate hypoxemia. *Crit Care Med.* mars 2015;43(3):574-83.
89. Vourc'h M, Asfar P, Volteau C, Bachoumas K, Clavieras N, Egreteau P-Y, et al. High-flow nasal cannula oxygen during endotracheal intubation in hypoxemic patients: a randomized controlled clinical trial. *Intensive Care Med.* sept 2015;41(9):1538-48.
 90. Semler MW, Janz DR, Lentz RJ, Matthews DT, Norman BC, Assad TR, et al. Randomized Trial of Apneic Oxygenation during Endotracheal Intubation of the Critically Ill. *Am J Respir Crit Care Med.* 1 févr 2016;193(3):273-80.
 91. Constantin J-M, Futier E, Cherprenet A-L, Chanques G, Guerin R, Cayot-Constantin S, et al. A recruitment maneuver increases oxygenation after intubation of hypoxemic intensive care unit patients: a randomized controlled study. *Crit Care Lond Engl.* 2010;14(2):R76.
 92. Perbet S, De Jong A, Delmas J, Futier E, Pereira B, Jaber S, et al. Incidence of and risk factors for severe cardiovascular collapse after endotracheal intubation in the ICU: a multicenter observational study. *Crit Care Lond Engl.* 2015;19:257.
 93. Lesur O, Remillard M-A, St-Pierre C, Falardeau S. Prophylactic positive end-expiratory pressure and postintubation hemodynamics: an interventional, randomized study. *Can Respir J J Can Thorac Soc.* juin 2010;17(3):e45-50.
 94. Jones P, Dauger S, Peters MJ. Bradycardia during critical care intubation: mechanisms, significance and atropine. *Arch Dis Child.* févr 2012;97(2):139-44.
 95. Jones P, Guillaud L, Desbois C, Benoist J-F, Combrisson H, Dauger S, et al. Pathology influences blood pressure change following vagal stimulation in an animal intubation model. *PloS One.* 2013;8(8):e69957.
 96. Jones P, Dauger S, Denjoy I, Pinto da Costa N, Alberti C, Boulkedid R, et al. The effect of atropine on rhythm and conduction disturbances during 322 critical care intubations. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* juill 2013;14(6):e289-297.
 97. Jones P, Peters MJ, Pinto da Costa N, Kurth T, Alberti C, Kessous K, et al. Atropine for critical care intubation in a cohort of 264 children and reduced mortality unrelated to effects on bradycardia. *PloS One.* 2013;8(2):e57478.
 98. Brierley J, Carcillo JA, Choong K, Cornell T, Decaen A, Deymann A, et al. Clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: 2007 update from the American College of Critical Care Medicine. *Crit Care Med.* févr 2009;37(2):666-88.
 99. Ladeira MT, Vital FMR, Andriolo RB, Andriolo BNG, Atallah AN, Peccin MS. Pressure support versus T-tube for weaning from mechanical ventilation in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;5:CD006056.

100. Chevron V, Ménard JF, Richard JC, Girault C, Leroy J, Bonmarchand G. Unplanned extubation: risk factors of development and predictive criteria for reintubation. *Crit Care Med.* juin 1998;26(6):1049-53.
101. Epstein SK, Nevins ML, Chung J. Effect of unplanned extubation on outcome of mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* juin 2000;161(6):1912-6.
102. Ishaaya AM, Nathan SD, Belman MJ. Work of breathing after extubation. *Chest.* janv 1995;107(1):204-9.
103. Straus C, Louis B, Isabey D, Lemaire F, Harf A, Brochard L. Contribution of the endotracheal tube and the upper airway to breathing workload. *Am J Respir Crit Care Med.* janv 1998;157(1):23-30.
104. Mehta S, Nelson DL, Klinger JR, Buczko GB, Levy MM. Prediction of post-extubation work of breathing. *Crit Care Med.* mai 2000;28(5):1341-6.
105. Khamiees M, Raju P, DeGirolamo A, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Predictors of extubation outcome in patients who have successfully completed a spontaneous breathing trial. *Chest.* oct 2001;120(4):1262-70.
106. Beuret P, Roux C, Auclair A, Nourdine K, Kaaki M, Carton M-J. Interest of an objective evaluation of cough during weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* juin 2009;35(6):1090-3.
107. Mokhlesi B, Tulaimat A, Gluckman TJ, Wang Y, Evans AT, Corbridge TC. Predicting extubation failure after successful completion of a spontaneous breathing trial. *Respir Care.* déc 2007;52(12):1710-7.
108. Su W-L, Chen Y-H, Chen C-W, Yang S-H, Su C-L, Perng W-C, et al. Involuntary cough strength and extubation outcomes for patients in an ICU. *Chest.* avr 2010;137(4):777-82.
109. Thille AW, Harrois A, Schortgen F, Brun-Buisson C, Brochard L. Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients. *Crit Care Med.* déc 2011;39(12):2612-8.
110. Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A, Epstein SK, Arabi Y, Apezteguía C, et al. Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial. *Chest.* déc 2006;130(6):1664-71.
111. Robriquet L, Georges H, Leroy O, Devos P, D'escrivan T, Guery B. Predictors of extubation failure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Crit Care.* juin 2006;21(2):185-90.
112. Funk G-C, Anders S, Breyer M-K, Burghuber OC, Edelmann G, Heindl W, et al. Incidence and outcome of weaning from mechanical ventilation according to new categories. *Eur Respir J.* janv 2010;35(1):88-94.
113. Tonnelier A, Tonnelier J-M, Nowak E, Gut-Gobert C, Prat G, Renault A, et al. Clinical relevance of classification according to weaning difficulty. *Respir Care.* mai 2011;56(5):583-90.

114. Peñuelas O, Frutos-Vivar F, Fernández C, Anzueto A, Epstein SK, Apezteguía C, et al. Characteristics and outcomes of ventilated patients according to time to liberation from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 août 2011;184(4):430-7.
115. Krinsley JS, Reddy PK, Iqbal A. What is the optimal rate of failed extubation? *Crit Care Lond Engl.* 2012;16(1):111.
116. Miu T, Joffe AM, Yanez ND, Khandelwal N, Dagal AH, Deem S, et al. Predictors of reintubation in critically ill patients. *Respir Care.* févr 2014;59(2):178-85.
117. Kurachek SC, Newth CJ, Quasney MW, Rice T, Sachdeva RC, Patel NR, et al. Extubation failure in pediatric intensive care: a multiple-center study of risk factors and outcomes. *Crit Care Med.* nov 2003;31(11):2657-64.
118. Foronda FK, Troster EJ, Farias JA, Barbas CS, Ferraro AA, Faria LS, et al. The impact of daily evaluation and spontaneous breathing test on the duration of pediatric mechanical ventilation: a randomized controlled trial. *Crit Care Med.* nov 2011;39(11):2526-33.
119. Farias JA, Alía I, Esteban A, Golubicki AN, Olazarri FA. Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med.* oct 1998;24(10):1070-5.
120. Farias JA, Alía I, Retta A, Olazarri F, Fernández A, Esteban A, et al. An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children. *Intensive Care Med.* juin 2002;28(6):752-7.
121. Chavez A, Cruz R dela, Zaritsky A. Spontaneous breathing trial predicts successful extubation in infants and children: *Pediatr Crit Care Med.* juill 2006;7(4):324-8.
122. Ferguson LP, Walsh BK, Munhall D, Arnold JH. A spontaneous breathing trial with pressure support overestimates readiness for extubation in children. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* nov 2011;12(6):e330-335.
123. Tadié J-M, Behm E, Lecuyer L, Benhamed R, Hans S, Brasnu D, et al. Post-intubation laryngeal injuries and extubation failure: a fiberoptic endoscopic study. *Intensive Care Med.* juin 2010;36(6):991-8.
124. Darmon JY, Rauss A, Dreyfuss D, Bleichner G, Elkharrat D, Schlemmer B, et al. Evaluation of risk factors for laryngeal edema after tracheal extubation in adults and its prevention by dexamethasone. A placebo-controlled, double-blind, multicenter study. *Anesthesiology.* août 1992;77(2):245-51.
125. Wittekamp BHJ, van Mook WNKA, Tjan DHT, Zwaveling JH, Bergmans DCJJ. Clinical review: post-extubation laryngeal edema and extubation failure in critically ill adult patients. *Crit Care Lond Engl.* 2009;13(6):233.
126. François B, Bellissant E, Gissot V, Desachy A, Normand S, Boulain T, et al. 12-h pretreatment with methylprednisolone versus placebo for prevention of

- postextubation laryngeal oedema: a randomised double-blind trial. *Lancet Lond Engl.* 31 mars 2007;369(9567):1083-9.
127. Zhou T, Zhang H-P, Chen W-W, Xiong Z-Y, Fan T, Fu J-J, et al. Cuff-leak test for predicting postextubation airway complications: a systematic review. *J Evid-Based Med.* nov 2011;4(4):242-54.
 128. Prinianakis G, Alexopoulou C, Mamidakis E, Kondili E, Georgopoulos D. Determinants of the cuff-leak test: a physiological study. *Crit Care Lond Engl.* févr 2005;9(1):R24-31.
 129. Maury E, Guglielminotti J, Alzieu M, Qureshi T, Guidet B, Offenstadt G. How to identify patients with no risk for postextubation stridor? *J Crit Care.* mars 2004;19(1):23-8.
 130. Pluijms WA, van Mook WN, Wittekamp BH, Bergmans DC. Postextubation laryngeal edema and stridor resulting in respiratory failure in critically ill adult patients: updated review. *Crit Care Lond Engl.* 2015;19:295.
 131. Gros A, Holzapfel L, Marqué S, Perard L, Demingeon G, Piralla B, et al. Intra-individual variation of the cuff-leak test as a predictor of post-extubation stridor. *Respir Care.* déc 2012;57(12):2026-31.
 132. Sutherasan Y, Theerawit P, Hongphanut T, Kiatboonsri C, Kiatboonsri S. Predicting laryngeal edema in intubated patients by portable intensive care unit ultrasound. *J Crit Care.* oct 2013;28(5):675-80.
 133. Ding L-W, Wang H-C, Wu H-D, Chang C-J, Yang P-C. Laryngeal ultrasound: a useful method in predicting post-extubation stridor. A pilot study. *Eur Respir J.* févr 2006;27(2):384-9.
 134. Mikaeili H, Yazdchi M, Tarzamni MK, Ansarin K, Ghasemzadeh M. Laryngeal ultrasonography versus cuff leak test in predicting postextubation stridor. *J Cardiovasc Thorac Res.* 2014;6(1):25-8.
 135. Epstein SK, Ciubotaru RL. Independent effects of etiology of failure and time to reintubation on outcome for patients failing extubation. *Am J Respir Crit Care Med.* août 1998;158(2):489-93.
 136. Cheng K-C, Hou C-C, Huang H-C, Lin S-C, Zhang H. Intravenous injection of methylprednisolone reduces the incidence of postextubation stridor in intensive care unit patients. *Crit Care Med.* mai 2006;34(5):1345-50.
 137. Fan T, Wang G, Mao B, Xiong Z, Zhang Y, Liu X, et al. Prophylactic administration of parenteral steroids for preventing airway complications after extubation in adults: meta-analysis of randomised placebo controlled trials. *BMJ.* 2008;337:a1841.
 138. MacDonnell SP, Timmins AC, Watson JD. Adrenaline administered via a nebulizer in adult patients with upper airway obstruction. *Anaesthesia.* janv 1995;50(1):35-6.

139. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguía C, González M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med*. 10 juin 2004;350(24):2452-60.
140. Kemper KJ, Ritz RH, Benson MS, Bishop MS. Helium-oxygen mixture in the treatment of postextubation stridor in pediatric trauma patients. *Crit Care Med*. mars 1991;19(3):356-9.
141. Rodeberg DA, Easter AJ, Washam MA, Housinger TA, Greenhalgh DG, Warden GD. Use of a helium-oxygen mixture in the treatment of postextubation stridor in pediatric patients with burns. *J Burn Care Rehabil*. oct 1995;16(5):476-80.
142. Nascimento MS, Prado C, Troster EJ, Valério N, Alith MB, Almeida JFL de. Risk factors for post-extubation stridor in children: the role of orotracheal cannula. *Einstein São Paulo Braz*. juin 2015;13(2):226-31.
143. Wratney AT, Benjamin DK, Slonim AD, He J, Hamel DS, Cheifetz IM. The endotracheal tube air leak test does not predict extubation outcome in critically ill pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. sept 2008;9(5):490-6.
144. Khemani RG, Hotz J, Morzov R, Flink R, Kamerkar A, Ross PA, et al. Evaluating Risk Factors for Pediatric Post-extubation Upper Airway Obstruction Using a Physiology-based Tool. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 janv 2016;193(2):198-209.
145. Newth CJL, Venkataraman S, Willson DF, Meert KL, Harrison R, Dean JM, et al. Weaning and extubation readiness in pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. janv 2009;10(1):1-11.
146. Mhanna MJ, Zamel YB, Tichy CM, Super DM. The « air leak » test around the endotracheal tube, as a predictor of postextubation stridor, is age dependent in children. *Crit Care Med*. déc 2002;30(12):2639-43.
147. Baranwal AK, Meena JP, Singhi SC, Muralidharan J. Dexamethasone pretreatment for 24 h versus 6 h for prevention of postextubation airway obstruction in children: a randomized double-blind trial. *Intensive Care Med*. sept 2014;40(9):1285-94.
148. Nava S, Gregoretto C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med*. nov 2005;33(11):2465-70.
149. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 janv 2006;173(2):164-70.
150. Ferrer M, Sellarés J, Valencia M, Carrillo A, Gonzalez G, Badia JR, et al. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomised controlled trial. *Lancet Lond Engl*. 26 sept 2009;374(9695):1082-8.
151. Ornicò SR, Lobo SM, Sanches HS, Deberaldini M, Tófoli LT, Vidal AM, et al. Noninvasive ventilation immediately after extubation improves weaning outcome

- after acute respiratory failure: a randomized controlled trial. *Crit Care Lond Engl*. 2013;17(2):R39.
152. Khilnani GC, Galle AD, Hadda V, Sharma SK. Non-invasive ventilation after extubation in patients with chronic obstructive airways disease: a randomised controlled trial. *Anaesth Intensive Care*. mars 2011;39(2):217-23.
 153. Su C-L, Chiang L-L, Yang S-H, Lin H-I, Cheng K-C, Huang Y-CT, et al. Preventive use of noninvasive ventilation after extubation: a prospective, multicenter randomized controlled trial. *Respir Care*. févr 2012;57(2):204-10.
 154. Keenan SP, Powers C, McCormack DG, Block G. Noninvasive positive-pressure ventilation for postextubation respiratory distress: a randomized controlled trial. *JAMA*. 26 juin 2002;287(24):3238-44.
 155. Zarbock A, Mueller E, Netzer S, Gabriel A, Feindt P, Kindgen-Milles D. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure following cardiac surgery protects from postoperative pulmonary complications: a prospective, randomized, controlled trial in 500 patients. *Chest*. mai 2009;135(5):1252-9.
 156. Lorut C, Lefebvre A, Planquette B, Quinquis L, Clavier H, Santelmo N, et al. Early postoperative prophylactic noninvasive ventilation after major lung resection in COPD patients: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med*. févr 2014;40(2):220-7.
 157. Auriant I, Jallot A, Hervé P, Cerrina J, Le Roy Ladurie F, Fournier JL, et al. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. *Am J Respir Crit Care Med*. 1 oct 2001;164(7):1231-5.
 158. Jaber S, Lescot T, Futier E, Paugam-Burtz C, Seguin P, Ferrandiere M, et al. Effect of Noninvasive Ventilation on Tracheal Reintubation Among Patients With Hypoxemic Respiratory Failure Following Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 15 mars 2016;
 159. Squadrone V, Coxa M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Occella P, et al. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2 févr 2005;293(5):589-95.
 160. Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, Festa R, Cataldo A, Antonicelli F, et al. Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1 août 2014;190(3):282-8.
 161. Hernández G, Vaquero C, González P, Subira C, Frutos-Vivar F, Rialp G, et al. Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Conventional Oxygen Therapy on Reintubation in Low-Risk Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 15 mars 2016;
 162. Stéphan F, Barrucand B, Petit P, Rézaiguia-Delclaux S, Médard A, Delannoy B, et al. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in

- Hypoxemic Patients After Cardiothoracic Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 16 juin 2015;313(23):2331-9.
163. Fioretto JR, Ribeiro CF, Carpi MF, Bonatto RC, Moraes MA, Fioretto EB, et al. Comparison between noninvasive mechanical ventilation and standard oxygen therapy in children up to 3 years old with respiratory failure after extubation: a pilot prospective randomized clinical study. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. févr 2015;16(2):124-30.
 164. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: an updated systematic review. *Chest*. sept 2013;144(3):825-47.
 165. Flenady VJ, Gray PH. Chest physiotherapy for preventing morbidity in babies being extubated from mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2002;(2):CD000283.
 166. Finer NN, Boyd J. Chest physiotherapy in the neonate: a controlled study. *Pediatrics*. févr 1978;61(2):282-5.
 167. Bagley CE, Gray PH, Tudehope DI, Flenady V, Shearman AD, Lamont A. Routine neonatal postextubation chest physiotherapy: a randomized controlled trial. *J Paediatr Child Health*. nov 2005;41(11):592-7.
 168. Berti JSW, Tonon E, Ronchi CF, Berti HW, Stefano LM de, Gut AL, et al. Manual hyperinflation combined with expiratory rib cage compression for reduction of length of ICU stay in critically ill patients on mechanical ventilation. *J Bras Pneumol Publicação Of Soc Bras Pneumol E Tisiologia*. août 2012;38(4):477-86.
 169. MG TM and P. Chest physiotherapy prolongs duration of ventilation in the critically ill ventilated for more than 48 hours. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 17 mars 2016]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17607561>
 170. Al-Alaiyan S, Dyer D, Khan B. Chest physiotherapy and post-extubation atelectasis in infants. *Pediatr Pulmonol*. avr 1996;21(4):227-30.
 171. Patman S, Jenkins S, Stiller K. Physiotherapy does not prevent, or hasten recovery from, ventilator-associated pneumonia in patients with acquired brain injury. *Intensive Care Med*. févr 2009;35(2):258-65.
 172. Patman S, Sanderson D, Blackmore M. Physiotherapy following cardiac surgery: is it necessary during the intubation period? *Aust J Physiother*. 2001;47(1):7-16.
 173. Malkoç M, Karadibak D, Yildirim Y. The effect of physiotherapy on ventilatory dependency and the length of stay in an intensive care unit. *Int J Rehabil Res Int Z Für Rehabil Rev Int Rech Réadapt*. mars 2009;32(1):85-8.
 174. Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholum M, Cade JF. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med*. juill 2002;28(7):850-6.

175. Bilan N, Poorshiri B. The role of chest physiotherapy in prevention of postextubation atelectasis in pediatric patients with neuromuscular diseases. *Iran J Child Neurol.* 2013;7(1):21-4.
176. Gonçalves MR, Honrado T, Winck JC, Paiva JA. Effects of mechanical insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: a randomized controlled trial. *Crit Care Lond Engl.* 2012;16(2):R48.
177. Elkins M, Dentice R. Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: a systematic review. *J Physiother.* juill 2015;61(3):125-34.
178. Moodie L, Reeve J, Elkins M. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review. *J Physiother.* 2011;57(4):213-21.
179. Cader SA, Vale RG de S, Castro JC, Bacelar SC, Biehl C, Gomes MCV, et al. Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: a randomised trial. *J Physiother.* 2010;56(3):171-7.
180. Martin AD, Smith BK, Davenport PD, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Crit Care Lond Engl.* 2011;15(2):R84.
181. Condessa RL, Brauner JS, Saul AL, Baptista M, Silva ACT, Vieira SRR. Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial. *J Physiother.* juin 2013;59(2):101-7.
182. Caruso P, Denari SDC, Ruiz SAL, Bernal KG, Manfrin GM, Friedrich C, et al. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clin São Paulo Braz.* déc 2005;60(6):479-84.
183. Brahmabhatt N, Murugan R, Milbrandt EB. Early mobilization improves functional outcomes in critically ill patients. *Crit Care Lond Engl.* 2010;14(5):321.
184. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet Lond Engl.* 30 mai 2009;373(9678):1874-82.
185. Adler J, Malone D. Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review. *Cardiopulm Phys Ther J.* mars 2012;23(1):5-13.
186. Morris BA, Benetti M, Marro H, Rosenthal CK. Clinical practice guidelines for early mobilization hours after surgery. *Orthop Nurs.* oct 2010;29(5):290-316-318.
187. Winkelman C, Johnson KD, Hejal R, Gordon NH, Rowbottom J, Daly J, et al. Examining the positive effects of exercise in intubated adults in ICU: a prospective repeated measures clinical study. *Intensive Crit Care Nurs Off J Br Assoc Crit Care Nurses.* déc 2012;28(6):307-18.

188. Chiang L-L, Wang L-Y, Wu C-P, Wu H-D, Wu Y-T. Effects of physical training on functional status in patients with prolonged mechanical ventilation. *Phys Ther.* sept 2006;86(9):1271-81.
189. Bassett AS, McDonald-McGinn DM, Devriendt K, Digilio MC, Goldenberg P, Habel A, et al. Practical Guidelines for Managing Patients with 22q11.2 Deletion Syndrome. *J Pediatr.* août 2011;159(2):332-9.e1.