51e Congrès national d'anesthésie et de réanimation. Médecins. Conférences d'actualisation.
© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

Gestion et risques de l'intubation en réanimation

S. Jaber*, B. Jung, M. Cissé, N. Rossel, D. Verzilli, M. El Kamel, G. Chanques

Unité de réanimation et transplantation, service d'anesthésie-réanimation B, CHU, hôpital Saint-Eloi, 80, avenue Augustin-Fliche, 34295 Montpellier cedex, France
*e-mail : s-jaber@chu-montpellier.fr

POINTS ESSENTIELS

- L'intubation trachéale en réanimation est fréquemment réalisée chez un patient instable et est associée à un risque élevé de complications (20 à 50 %) pouvant menacer le pronostic vital (collapsus, hypoxémie, troubles du rythme, intubation oesophagienne, régurgitation...).
- De la même façon qu'au bloc opératoire, en réanimation l'anticipation de la ventilation et de l'intubation difficiles doit être systématique ainsi que la mise en place de procédures de sécurisation de l'intubation en situation d'urgence ce qui permet de diminuer les complications liées à ce geste.
- La présence d'au moins deux opérateurs (2 paires de mains) est souhaitable.
- Avant l'intubation, les procédures suivantes sont recommandées : un remplissage vasculaire systématique (en dehors des contre-indications) et chez le patient hypoxémique une préoxygénation optimale d'au moins 3 min en ventilation non invasive (VNI) avec les principaux réglages suivants : FiO_2 = 1 ; Aide inspiratoire (AI) de 5 à 15 cm H_2O, Pression Expiratoire Positive (PEP) de 5 à 10 cm H_2O.
- L'introduction précoce de catécholamines en cas de collapsus pré-existant associée au remplissage vasculaire et l'utilisation d'une ventilation protectrice (faible pression intrathoracique avec initialement un « bas » volume courant de 5 à 6 ml/kg de poids idéal théorique) permettent de limiter la durée et/ou le risque de survenue d'un collapsus de reventilation post-intubation.
- Une induction anesthésique en séquence rapide utilisant des médicaments hémodynamiquement bien tolérés associant un hypnotique d'action rapide (étomidate, kétamine...) à un curare d'action rapide (succinylcholine en l'absence de contre-indication) améliore les conditions d'intubation.
- Immédiatement après l'intubation, la vérification de la position de la sonde d'intubation à l'aide d'un capnographe doit être systématique.
- La mise en place précoce de la sédation permet d'éviter l'agitation parfois observée en post-intubation immédiate.

Introduction

L'intubation et l'extubation font partie des gestes les plus réalisés en réanimation. Contrairement au bloc opératoire où l'intubation endotrachéale est réalisée dans les meilleures conditions et le plus souvent de façon programmée, en réanimation l'intubation s'effectue la plupart du temps en urgence, chez un patient le plus souvent hypoxique ayant une hémodynamique précaire et dont la vacuité gastrique n'est pas toujours acquise [1-4]. L'instabilité de ces patients semble placer l'intubation trachéale comme un geste à haut risque. Bien qu'il existe des recommandations clairement codifiées pour l'intubation réalisée au bloc opératoire par la Société Française d'Anésthésie-Réanimation [5, 6-9] et en pré-hospitalier par la Société de Réanimation de Langue Française (SRLF) [10] et que cette pratique a été bien évaluée au bloc opératoire [11] et en pré-hospitalier [12,13], peu de données sont disponibles concernant cette pratique en milieu de réanimation [1,2,4]. Des études récentes sur l'intubation en réanimation publiées ces dernières années [1-3,14-16] et la dernière conférence d'experts commune SFAR-SRLF de 2006 sur « l'intubation difficile » [6,7] permettent d'avoir des données objectives sur le sujet ainsi que de proposer des mesures permettant d'optimiser la réalisation de l'intubation en réanimation.

Ayant fait l'objet de textes spécifiques auparavant, nous n'aborderons pas dans ce manuscrit la prise en charge des voies aériennes lors d'un arrêt circulatoire, l'intubation en pédiatrie et néonatalogie, l'intubation pour intervention chirurgicale urgente au bloc opératoire et les complications tardives de l'intubation.

Les objectifs de cette conférence d'actualisation sont les suivants : 1) décrire les risques immédiats liés à l'intubation en réanimation, 2) proposer des procédures de sécurisation de l'intubation chez les patients fragiles de réanimation en rappelant les techniques de préoxygénation classiques et en décrivant des nouvelles techniques pouvant optimiser la préoxygénation chez les patients hypoxémiques sévères et 3) préciser les techniques de contrôle des voies aériennes et les modalités de l'anesthésie au cours de l'intubation.

Épidémiologie et complications

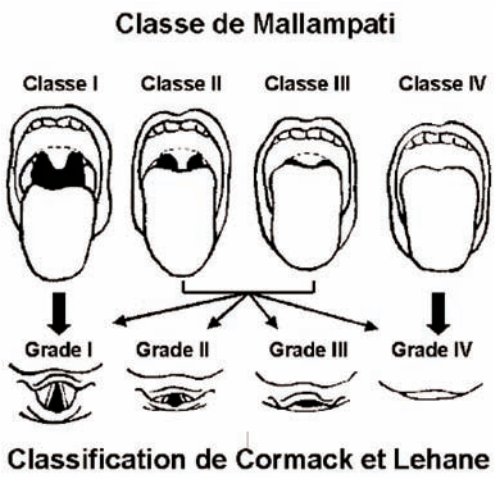
Les complications aiguës au cours de l'intubation sont habituellement classées en « complications vitales immédiates » (20–35 %) menaçant immédiatement le pronostic vital (collapsus sévère, hypoxémie sévère, décès, arrêt cardiaque) et les « complications sévères » (10–30 %) ne menaçant pas le pronostic vital dans les minutes qui suivent l'intubation, mais pouvant devenir vitales en l'absence de mesures appropriées (arythmie cardiaque, intubation difficile, intubation œsophagienne, intubation sélective, inhalation, traumatisme laryngé et dentaire, agitation) [1-4,16-20].

De la même façon qu'au bloc opératoire, l'intubation difficile prévisible doit être systématiquement recherchée avant toute intubation. Plusieurs scores prédictifs [11,12,21] ont été développés et si leur réalisation peut être parfois difficilement réalisable en situation d'urgence, des signes cliniques simples (*tableau 1*) peuvent être recherchés y compris dans des situations de détresse vitale. Ainsi, l'ouverture de bouche inférieure à deux travers de doigts, la non visualisation de la luette ou du palais mou lors de l'ouverture maximale de la bouche (score de Mallampati, *figure 1*), une rétrognathie, l'absence d'extension possible du rachis cervical ou la distance thyro-mentonnière inférieure à 65 mm sont des signes cliniques prédictifs d'intubation difficile simples à rechercher avant la laryngoscopie. Certaines situations cliniques (brûlures cervico-faciales, trau-

Tableau 1.
Signes cliniques dépistant le risque d'intubation difficile, d'après Arné [21]. Un score supérieur à 11 a une sensibilité et une spécificité à 93 %, une valeur prédictive négative (VPN) à 99 % et une valeur prédictive positive (VPP) de 34 % pour prédire le risque d'intubation difficile.

Critères	Valeur simplifiée
Antécédents d'ID	10
Pathologies favorisantes	5
Symptômes respiratoires	3
OB > 5 cm ou subluxation > 0	0
3,5 cm< OB < 5 cm et subluxion = 0	3
OB < 3,5 cm et subluxation < 0	13
Distance thyromentale < 6,5 cm	4
Mobilité de la tête et du cou > 100°	0
Mobilité de la tête et du cou 80 à 100°	2
Mobilité de la tête et du cou < 80°	5
Classe de Mallampati 1	0
Classe de Mallampati 2	2
Classe de Mallampati 3	6
Classe de Mallampati 4	8
Total maximum	48

Figure 1. Classe de Mallampati.



matismes, antécédents de radiothérapie cervicale, déformations rachidiennes...) doivent également attirer l'attention du clinicien.

Les facteurs associés à une ventilation au masque difficile sont l'age > 55 ans, la présence d'une barbe, l'absence de dents, une surcharge pondérale définie par un index de masse corporel (IMC) > 26 kg/m^2, la limitation de la protusion mandibulaire et la présence de ronflements [22]. La présence de deux de ces facteurs est prédictive d'une ventilation au masque difficile. Le risque d'intubation difficile est multiplié par 4 chez les patients ayant eu une ventilation au masque difficile. Il faut envisager une intubation difficile chez l'adulte si l'ouverture de la bouche est < 35 mm, si la classe de Mallampati est > 2 et/ou an cas de limitation de la protusion mandibulaire, ou si la distance thyro-mentonnière est < 65 mm (*tableau 1*, *figure 1*).

La présence de ces signes doit faire appeler un aide expérimenté en renfort et faire anticiper des techniques alternatives d'accès aux voies aériennes. Il est important de rappeler que la finalité de la gestion des voies aériennes ne se limite pas à l'acte de l'intubation, mais avant tout à la possibilité de ventiler le patient en assurant une oxygénation satisfaisante.

Un ensemble de procédures de sécurisation de l'intubation en réanimation a permis de diminuer de moitié les complications vitales liées à l'intubation [23]. Ces différentes procédures résumées dans le *tableau 2* sont détaillées dans les chapitres ci-dessous.

Propositions de sécurisation de la procédure d'intubation

Période préintubation

L'intubation en urgence, en dehors de l'arrêt respiratoire et/ou circulatoire, laisse le plus souvent la possibilité d'un temps de préparation et d'évaluation de quelques minutes. Ce temps doit être mis à profit pour anticiper les difficultés techniques de l'intubation et pour limiter la survenue des complications. Devant toute intubation, il faut éviter de se précipiter et de se donner comme seul objectif de placer le tube dans la trachée. En effet, en dehors des situations ou la protection des voies aériennes est « extrêmement urgente » (coma, arrêt cardiaque...) car risque d'inhalation du contenu gastrique, les vrais impératifs sont d'assurer une oxygénation adéquate au patient (ventilation au masque et/ou VNI) et de restaurer une bonne hémodynamique. En d'autres termes, il faut toujours se donner du temps pour se mettre dans les meilleures conditions pour réaliser l'intubation en vérifiant tout le matériel nécessaire, préparer les solutés de remplissage, les agents de l'anesthésie, évaluer le risque d'intubation difficile et anticiper toutes les possibles complications.

Optimisation de la préoxygénation : spécificités en réanimation

En réanimation, le motif principal d'intubation est l'insuffisance respiratoire aigue (IRA) hypoxémique (60–90 %). Les complications associées à l'intubation orotrachéale sont la conséquence de conditions d'intubation difficiles et de la pathologie des patients. Un tiers des patients en IRA présentent au cours de cette procédure des épisodes de désaturation profonde de l'hémoglobine en oxygène (SpO_2 < 80 %) [1,14,15,24]. L'hypoxémie peut favoriser les évènements morbides immédiatement observés au cours de l'intubation (troubles du rythme, ischémie myocardique, arrêt cardiaque, séquelle neurologique) pouvant à l'extrême conduire au décès du patient. Il est aussi bien documenté chez l'animal qu'une hypoxémie d'origine respiratoire, de durée et de profondeur équivalents à ceux observés en clinique, déclenche une adhésion leucocytaire endothéliale, étape initiant un processus inflammatoire systémique [25].

Tableau 2.
Protocole local des procédures de l'intubation en réanimation (appliqués au SAR B en 2009 – CHU Montpellier).

Pré-intubation
Présence systématique de 2 opérateurs (= 4 mains)
Remplissage systématique hors contre-indications
(≥ 500 ml de cristalloïdes ou 250 ml de colloïdes en l'absence de contre-indications)
Préparation de l'entretien ce la sédation pour introduction immédiate après intubation
Si collapsus marqué, introduction précoce des amines
(++ si pression artérielle diastolique < 35 mm Hg)
Préoxygénation en VNI si patient hypoxémique (FiO_2= 1, Aide inspiratoire 5 < AI <15 cm H_2O pour obtenir un volume courant expiré de 6 à 10 ml/kg et une fréquence respiratoire ; PEP= 5 cm H_2O)
Per-intubation
Utilisation de lame métallique pour la laryngoscopie
Induction à Séquence Rapide (ISR) hors contre-indications :
– hypnotique d'action rapide : Etomidate ou Kétalar
– étomidate : 0,3 à 0,5 mg/kg IVD (20 mg/20 ml)
– ou kétalar : 1,5 à 3 mg/kg IVD (250 mg/10 ml soit 25 mg/ml)
– curare de l'ISR : Celocurine 1 mg/kg IVD (1 amp = 100 mg dans 10 ml)
(hors contre-indications : Hyperkaliémie, Lésion médullaire ou du motoneurone > 48e heure, Allergie connue, Brûlure grave > 48e heure)
Alternative à la célocurine : Rocuronium (Esméron®) : 0,6 mg/kg
Manœuvre de Sellick (pression cricoïde) en l'absence de contre-indication
Post-intubation
Contrôle de la bonne position de la sonde par CAPNOGRAPHE ($EtCO_2$)
Mise en route précoce des amines si collapsus marqué
Ventilation initiale « protectrice » : Vt 6–8 ml/kg, 12 < FR < 20 c/min, FiO_2 pour SaO_2 95–98 %, Pplat < 30 cm H_2O, PEP < 5 cm H_2O (à réadapter à distance)
Maintien de la pression du ballonnet de la sonde d'intubation entre 25 et 30 cm H_2O.
VNI : ventilation non invasive ; AI : aide inspiratoire ; PEP : pression expiratoire positive ; Vt : volume courant ; FR : fréquence respiratoire ; Pplat : pression de plateau

L'inflammation systémique est un processus impliqué dans la survenue des défaillances d'organe chez le patient de réanimation.

L'objectif de la préoxygénation est d'éviter une hypoxémie au cours de l'intubation et ses conséquences hémodynamiques, en augmentant au maximum les réserves d'oxygène. Chez le patient hypoxémique, il sera encore plus difficile d'augmenter les réserves d'oxygène par les méthodes habituelles de préoxygénation. En effet, lors de l'apnée, la vitesse de désaturation en oxygène de l'hémoglobine dépend essentiellement de la fraction alvéolaire en oxygène et de la ventilation minute du patient précédant l'intubation oro-trachéale. Il est établi que chez le sujet sain 3 à 5 min de pré-oxygénation permettent une réserve suffisante précédant la séquence d'intubation. Toutefois, l'efficacité de la pré-oxygénation chez les patients de réanimation peut être mise en défaut du fait d'une altération de la fonction échangeur du poumon.

En dehors de l'arrêt cardio-respiratoire, tous les patients doivent être préoxygénés, plus particulièrement quand une intubation difficile est probable. Le patient hypoxémique de réanimation nécessitant une intubation possède une faible réserve en oxygène difficilement corrigé par les manœuvres habituelles de préoxygénation (cf. supra). Récemment, Mort et coll. [14] ont rapporté que la prolongation de la durée de préoxygénation par la méthode standard (ballon réservoir) de 4 à 6 ou à 8 min ne diminuait pas l'incidence des épisodes de désaturation durant l'intubation qui était d'environ 50 % quelque soit la durée de préoxygénation.

Utilisée dans cette indication, la ventilation non invasive (VNI) à deux niveaux de pression (association d'une pression positive de fin d'expiration (PEP) et d'une aide inspiratoire (AI) en pression) a été évaluée dans une étude bicentrique randomisée (étude PREOXY-1) dans le cadre de la pré oxygénation [18]. La VNI, comparée à une préoxygénation standard, réduisait la fréquence et la profondeur des épisodes de désaturation observés au cours de l'intubation. La préoxygénation en VNI utilisée dans ce travail associait une aide inspiratoire entre 5 et 15 cm H_2O à une PEP de 5 cm H_2O sous FiO_2= 100 % [18]. Comparés au groupe contrôle (n = 26), les patients du groupe VNI (n = 27) présentaient une meilleure oxygénation après la préoxygénation évaluée sur la PaO_2 (226 ± 155 vs 119 ± 76 mm Hg, p < 0,001) et la SpO_2 (98 ± 3 vs 93 ± 6 %, p < 0,05). Ce bénéfice, majoré au cours de l'intubation, SpO_2 : 93 ± 7 vs 82 ± 14 %, p < 0,01, persistait à 5 min, SpO_2 : 98 ± 3 vs 93 ± 7 %, p < 0,05 et n'était plus observé à 30 min. Près de la moitié des patients (12/26) du groupe contrôle avaient présenté une désaturation sévère (SpO_2 < 80 %) comparé à 2 patients sur 27 du groupe VNI, p < 0,01. Un protocole multicentrique national (étude PREOXY-2) est en cours en France afin de déterminer l'impact de la VNI en préoxygénation sur le devenir des patients de réanimation intubés pour IRA [26]. L'utilisation de la VNI en pré-oxygénation pour intubation programmée au bloc opératoire peut également être bénéfique chez des patients super-obèses (à risque) [27].

Optimisation de l'état hémodynamique

Les patients de réanimation présentent souvent une hémodynamique précaire. Un remplissage vasculaire (250 à 500 ml de solutés) avant l'intubation même en l'absence d'hypotension peut permettre de limiter l'intensité et le risque de survenue d'un collapsus post-intubation (agents anesthésiques sympatholytiques, collapsus de reventilation...). Le choix du soluté dans cette indication n'a pas été évalué. En présence d'une hypotension et/ou de l'absence de réponse au remplissage vasculaire, il ne faudra pas retarder l'introduction d'amine vasoconstrictrice avant l'intubation, ce d'autant qu'il existe une tension artérielle diastolique basse (< 35 mm Hg). Après intubation, il faudra utiliser des régimes de pressions dans les voies aériennes basses afin de limiter le retentissement hémodynamique de la ventilation mécanique en pression positive. Il est recommandé d'appliquer des volumes courants entre 6 et 8 ml/kg de poids idéal théo-

rique, afin de maintenir des pressions dans les voies aériennes les plus basses (pression de plateau < 30 cm H_2O) et une fréquence respiratoire entre 12 et 20 c/min initialement, puis ces réglages seront secondairement adaptés à l'état hémodynamique et respiratoire du patient. Il n'existe pas à notre connaissance chez les malades de réanimation des données sur les effets d'une application immédiate ou retardée d'une PEP après l'intubation. Il nous parait raisonnable d'éviter initialement des valeurs élevées de PEP chez les patients chez qui l'hémodynamique n'a pas été totalement restaurée. Chez les patients en acidose sévère (pH < 7,20–7,25) qui présentent le plus souvent une hyperventilation pouvant parfois être supérieure à 25 l/min de ventilation minute, il faudra être extrêmement prudent, pour éviter d'une part de majorer l'acidose (régler une ventilation minute entre 15 et 20 l/min, initialement, puis augmenter préférentiellement la fréquence respiratoire (20–30 c/min) à la limite de l'apparition de l'auto-PEP), et d'autre part, à l'inverse, pour éviter de corriger « trop brutalement et rapidement » l'acidose faisant courir le risque d'aggraver l'éventuelle hypotension artérielle post-intubation (majoration du collapsus de reventilation lié en partie à la « sympatholyse »).

Période per-intubation

Choix des médicaments d'anesthésie

En dehors de l'arrêt circulatoire, l'intubation oro-trachéale sans sédation (intubation vigile) doit être évitée car elle entraîne une augmentation importante de l'incidence d'intubation difficile et peut augmenter la pression intracrânienne, la pression artérielle et provoquer un bronchospasme [16]. De plus l'intubation sans sédation peut être responsable de lésions graves au niveau du larynx (contusion et/ou luxation des cordes vocales…) et de la trachée (contusion, voire perforation trachéale), car l'absence de sédation oblige l'opérateur à forcer la filière laryngée pour permettre l'intubation.
L'intubation en urgence est une intubation à estomac plein dans la grande majorité des situations, chez un patient souvent hypoxémique et précaire sur le plan cardiovasculaire. Les médicaments anesthésiques doivent donc avoir un délai d'action court et peu d'effets délétères hémodynamiques. C'est pour cette raison, qu'en dehors de situations particulières (intubation pour lésion neurologique intracrânienne isolée, médicale ou chirurgicale), les drogues comme le thiopental (3 à 6 mg/kg) ou le propofol (1,5 à 3 mg/kg) ne sont pas recommandées en première intention.
L'utilisation du midazolam et de la morphine sont associés à une augmentation de l'incidence de l'intubation difficile [16,28] et leur délai d'action long (2 à 5 min) ainsi que l'existence d'effets hémodynamiques aux doses d'induction (0,2–0,3 mg/kg pour le midazolam) n'en font pas des médicaments de première intention.
Les deux agents hypnotiques répondant aux caractéristiques pharmacologiques requises (délai d'action rapide et tolérance hémodynamique) sont la kétamine et l'étomidate.
La kétamine est une molécule liposoluble, hypnotique, avec effet agoniste sur les récepteurs morphiniques cérébraux et antagonistes des récepteurs NMDA. À dose anesthésique (1–2 mg/kg), la kétamine entraîne un effet dépresseur respiratoire modéré, une bronchodilatation, une augmentation de la pression artérielle et du débit cardiaque associé à une tachycardie, et possède un effet antiarythmique quinidinique-like. Son délai d'action est court (une minute), l'effet maximum est obtenu en deux minutes et durent moins de 15 min. Les effets indésirables rapportés sont une tachycardie, une augmentation de la pression intracrânienne, des effets psychodysleptiques, une hyper-

sialorrhée et son utilisation est contre-indiquée en cas de coronaropathie instable ou d'hypertension intracrânienne [16, 28].
L'étomidate est une molécule lipophile qui potentialise les effets inhibiteurs de l'acide gamma-aminobutyrique en se liant au récepteur GABA-A. A dose anesthésique (0,3–0,5 mg/kg), l'étomidate entraîne une vasoconstriction cérébrale associée à une diminution de la consommation en oxygène, une diminution modérée de la pression artérielle sans modification de la fréquence cardiaque ou des pressions de remplissage et un effet dépresseur respiratoire faible. Son délai d'action est court (30 s), l'effet maximum est obtenu en une minute et la durée d'action est de 3 à 10 min. L'étomidate en administration continue est contre-indiquée car responsable d'une insuffisance surrénale aigue [16,28,29]. Plusieurs études ont rapportés des effets délétères sur l'axe cortico-surrénalien après une injection unique d'étomidate [30-32]. En l'absence de preuves définitives d'effets délétères sur le devenir des patients après intubation avec étomidate et devant la tolérance hémodynamique du produit, nous proposons kétamine ou étomidate comme agents d'induction. Le débat sur l'utilisation de l'étomidate comme agent hypnotique est détaillé dans un paragraphe plus loin dans le texte.
L'utilisation de curares améliore le confort de l'intubation et diminue le risque d'inhalation lors de l'intubation de patients à estomac plein [13,33-37]. Les deux molécules permettant une curarisation rapide sont la succinylcholine et le rocuronium [38]. La succinylcholine est un curare dépolarisant qui à dose anesthésique (1 mg/kg) entraîne une myorelaxation rapide (une minute) et de courte durée. Cependant, les contre-indications et les effets secondaires en réanimation sont nombreux et si aux urgences et en pré-hospitalier, la succinylcholine est le curare de référence de l'induction à séquence rapide [16,34-36], certains proposent en alternative le rocuronium (0,6 à 0,8 mg/kg, pic d'action 2 à 3 min, durée d'action 30 à 45 min). Notre protocole propose la succinylcholine dans l'induction en réanimation en dehors des contre-indications (*tableau 2*).
Les morphiniques ne sont habituellement pas recommandés dans l'intubation à séquence rapide et peuvent se discuter dans les intubations « programmées » en réanimation.

Manœuvre de Sellick et induction à séquence rapide

La manœuvre de Sellick [39] consiste à appuyer fermement sur le cartilage cricoïde pour comprimer l'œsophage, dont les parois sont souples, entre la surface rigide du conduit trachéal et le plan vertébral. Cette technique est destinée à diminuer le risque d'inhalation du contenu gastrique. Pour certains, elle favoriserait l'exposition de la glotte lors de l'intubation et pour d'autres auteurs, elle rendrait plus difficile la laryngoscopie rappelant qu'il n'existe pas d'étude publiée évaluant son efficacité en situation aiguë. Elle doit être réalisée par un aide et maintenue jusqu'à ce que le ballonnet de la sonde soit gonflé. Pour être efficace et dénuée de risques, cette manœuvre doit à la fois tenir compte de la résistance de la paroi œsophagienne (risque de rupture) et de l'importance des pressions générées dans l'œsophage lors des efforts de vomissements (risque d'inefficacité). La force à exercer pour prévenir la régurgitation du contenu gastrique est de 20 N. La manœuvre de Sellick est recommandée pour toute induction à séquence rapide (sauf traumatisme rachidien instable) chez un patient considéré comme estomac plein. Elle est contre-indiquée en cas de traumatisme rachidien cervical instable.

Matériel et lames de laryngoscope

Avant toute intubation, le matériel nécessaire doit être disponible dans la chambre et vérifié avant l'induction anesthésique chez un patient scopé. Il faudra s'assurer du bon

fonctionnement d'au moins une ligne d'aspiration, d'une source d'oxygène permettant de délivrer un haut débit relié au ballon et au masque facial (si l'opérateur ne réalise pas une préoxygénation en VNI). Il faut également vérifier le bon fonctionnement du ventilateur auquel le malade sera branché immédiatement après l'intubation (si le malade n'était pas sous VNI avant l'intubation). Le matériel nécessaire pour l'intubation trachéale doit être listé, immédiatement disponible et vérifié quotidiennement, au mieux un chariot d'intubation difficile devrait être disponible dans chaque unité de réanimation (*tableau 3*).

Tableau 3.
Chariot d'intubation*.

Composition recommandée d'un chariot d'intubation difficile en réanimation selon la conférence d'experts 2006 sur l'intubation difficile [5]
Pince de Magill
Sondes d'intubation de tailles différentes
Lames métalliques de Macintosh de toutes tailles
Mandrins longs béquillés
LMA-Fastrach (Masque laryngé Fastrach) de tailles différentes
Dispositif d'abord trachéal direct : set de cricothyroïdotomie
Dispositif d'oxygénation transtrachéale validé (injecteur manuel)
Guide échangeur creux d'extubation
Fibroscope
Masques adaptés (de type Fibroxy) et canules d'aide à la fibroscopie
Concernant le fibroscope, celui-ci peut être disponible sur un chariot individualisé du chariot d'intubation difficile où se trouvera la source de lumière, le fibroscope et tous les accessoires nécessaires à la réalisation de l'endoscopie
* La localisation de ce chariot doit être connue de tous.

Le choix des dispositifs constituant le chariot d'intubation difficile doit tenir compte des algorithmes d'intubation difficile de la structure et doit permettre de faire face à toutes les situations. La formation de tous les opérateurs susceptibles de les utiliser est impérative. L'emploi de matériel à usage unique doit être privilégié à niveau de performance technique et de sécurité d'utilisation équivalents à celui des dispositifs réutilisables, hormis pour les lames plastiques à usage unique qui ne sont pas recommandées pour des intubations réalisées chez des patients fragiles de réanimation exposant à un plus grand risque de complication [40,41]. Une lame métallique doit être préférée à une lame plastique à usage unique en cas de laryngoscopie prévue difficile ou d'intubation en urgence. Des lames métalliques à usage unique récemment disponibles sur le marché français sont en cours d'évaluation. Un set de cricothyroïdotomie d'urgence (de sauvetage) doit être disponible dans le chariot d'intubation difficile.

Période post-intubation

Capnographie et bonne position de la sonde d'intubation

La capnographie permet de vérifier la position endotrachéale de la sonde d'intubation. Alors que son utilisation est systématique au bloc opératoire [8,11] et recommandée en pré-hospitalier [42], elle est peu fréquente en réanimation. L'auscultation pulmonaire et gastrique, la présence de buée dans la sonde d'intubation ou la technique d'aspiration avec une seringue de 50 ml à gros embout permettent la confirmation de la bonne position de la sonde mais le délai de confirmation est plus long [43]. La confirmation de la position de la sonde par une courbe de capnographie ou le virement de couleur d'un capnomètre jetable permet de raccourcir le délai de réintubation, de diminuer le risque de survenue d'hypoxémie et semble indispensable à la fois en préhospitalier mais aussi pour les intubations réalisées à l'hôpital [24,44].
La position correcte dans la trachée (5 ± 2 cm au-dessus de la carène) de la sonde d'intubation doit être maintenue pendant toute la durée de la ventilation. La mise en place d'un repère sur la sonde dont la position correcte a été vérifiée par radiographie est recommandée. Un cliché de thorax pour vérifier cette position doit être réalisé au moins une fois par jour, à la fois pour dépister les intubations devenues sélectives ou à risque de le devenir, comme à l'inverse, pour les sondes sortant progressivement et à risque d'extubation.

Pression du ballonnet de la sonde d'intubation

La vérification de la pression du ballonnet qui ne doit pas dépasser 30 cm d'eau pour éviter la survenue de lésions trachéales doit être systématique dès la sonde fixée [45]. Le gonflage du ballonnet doit être réalisé avec le volume d'air égal à celui qui supprime les fuites aériennes. La pression dans le ballonnet doit être vérifiée au moins une fois par jour et chaque fois que la position de la sonde a été modifiée, pour qu'elle ne dépasse pas 25–30 cm H_2O.

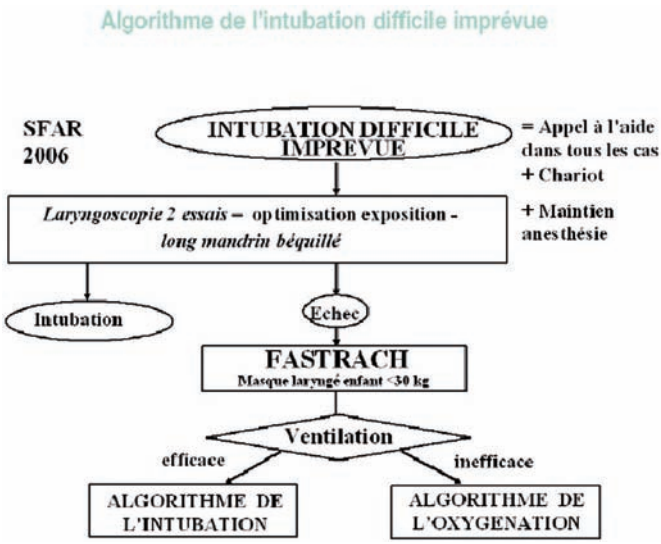
Sédation post-intubation

L'entretien de la sédation doit être débuté dès la sonde fixée pour limiter le risque de réveil précoce et d'agitation source de complication potentiellement grave ainsi que la mémorisation désagréable parfois rapportée par les patients [46].

Cas particuliers de l'intubation difficile prévue ou non prévue

L'anticipation des difficultés de l'intubation doit être réalisée dans les minutes qui entourent la préparation de l'intubation et au mieux dès l'admission du patient dans l'observation médicale d'entrée. Elle doit conduire à la préparation d'une stratégie comprenant la présence d'un aide expérimenté et de matériel spécifique (chariot d'intubation difficile) [*tableau 3*]. La connaissance et l'affichage des stratégies de gestion des voies aériennes en cas d'intubation difficile devraient être la norme dans les unités d'urgence et de réanimation. Un algorithme et la composition du chariot d'intubation difficile issus de la conférence d'experts commune SFAR-SRLF-SFMU est proposé (*tableau 3*,*figures 2* et *3*).

Figure 2. Algorithme de l'intubation difficile imprévue.

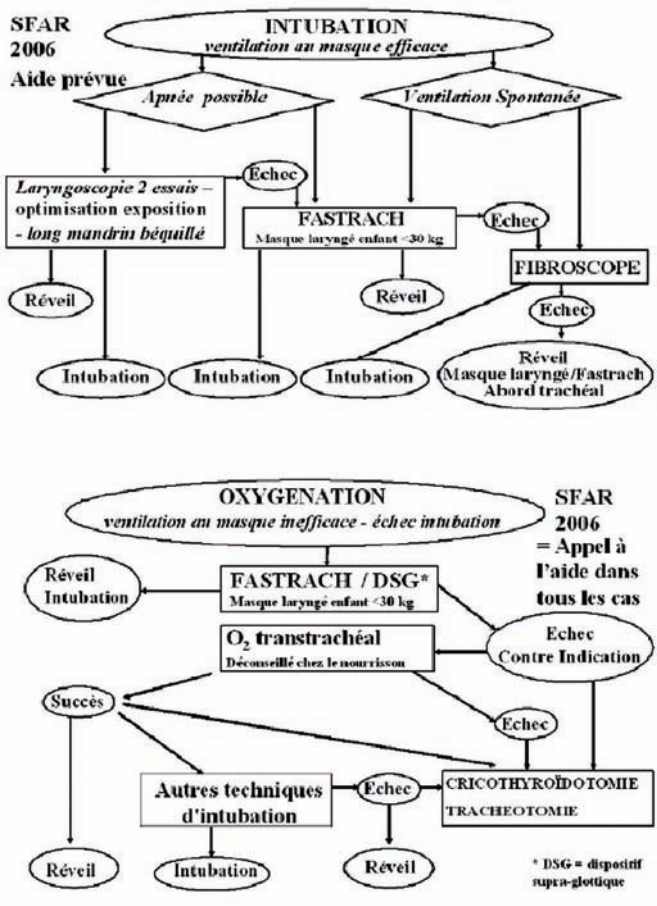


Controverses/actualités

Étomidate et fonction surrénalienne

L'étomidate est très fréquemment utilisé comme agent d'induction chez les patients en détresse vitale du fait de sa rapidité d'action et de sa tolérance hémodynamique [16,29,47-50]. Cependant, plusieurs études réalisées chez des patients en sepsis ont rapporté une augmentation de l'incidence de l'insuffisance surrénale de réanimation après une injection unique d'étomidate [32,51,52]. L'insuffisance surrénale de réanimation était définie par une réponse au test au synachtène fort (ACTH : 250 µg) inadéquate (cortisolémie totale basale < 90 ng/ml et augmentation de la cortisolémie 60mins après l'injection d'ACTH inférieure à 250 ng/ml). D'autres études récentes ne retrouvent pas d'effets délétères de l'étomidate sur l'axe cortico-surrénalien [13,53] ou une réversibilité de l'atteinte surrénale dès la 12e heure après l'administration pour certains [54] et à la 48e heure pour d'autres [55]. La récente conférence de consensus portant sur l'insuffisance surrénale en réanimation a rapporté les difficultés de la définition de l'insuffisance surrénale : prise en compte de la cortisolémie totale ou libre, test au synachtène fort ou faible (1 µg), difficultés d'appréciation de la réponse surrénalienne adéquate devant un sepsis [56]. Devant la controverse sur la sécurité d'utilisation de l'étomidate en particulier chez les patients septiques, notre attitude locale qui a récemment évoluée en 2009 est de proposer en première intention la kétamine comme agent d'induction, mais de ne pas contre-indiquer l'étomidate. Si l'étomidate a été utilisé, nous considérons que l'administration d'hémisuccinate d'hydrocortisone dans le cadre du sepsis compensera complètement l'insuffisance surrénalienne déjà présente et/ou induite partiellement. L'étude multicentrique française préhospitalière (KETASED) [57] incluant 467 patients nécessitant l'intubation dans un contexte d'urgence a comparé l'étomidate (n = 234) à la kétamine (n = 235) dans un essai randomisé. Il n'y avait pas de différence significative sur le critère de jugement principal qui était la valeur maximale

Figure 3. Algorithmes de l'intubation et l'oxygénation



du SOFA sore dans les 3 premiers jours suivants l'intubation (10,3 ± 3,7 pour étomidate vs. 9,6 ± 3,9 pour ketamine ; p = 0,056). Il n'y avait pas non plus de différence significative pour la mortalité à J28 (35 %, vs. 31 %, p = 0,36), le nombre de patients nécessitant des catécholamines (59 % vs. 51 %, p = 0,10) et le nombre de jours sans ventilation (12 [0–25] j vs. 15 [0–26] j, p = 0,36). Il n'a pas été rapporté de différence significative en terme de pronostic en réalisant des analyses dans des sous-groupes prédéfinis (traumatisés ou septiques). La conclusion des auteurs était qu'il n'y a pas d'évidence à ce jour au vu des résultats de l'étude KETASED pour contre-indiquer l'utilisation de l'étomidate comme agent pour l'induction anesthésique en vue d'une intubation chez les patients en situation critique [57].

Succinylcholine et intubation en situation d'urgence

La succinylcholine est le curare de délai (1 min) et de durée d'action (3 à 10 min) le plus court disponible et est le curare de référence de l'induction en séquence rapide au bloc opératoire, en médecine préhospitalière et en médecine d'urgence [10,58,59]. Elle aug-

mente le confort d'intubation et diminue le risque d'inhalation [36,60]. Il nous semble indispensable d'associer la succinylcholine à l'intubation en séquence rapide dans ces contextes d'intubation urgente pour une détresse vitale ou une chirurgie urgente chez un patient à l'estomac plein.

En réanimation, il est nécessaire d'en connaître les contre-indications, fréquentes (cf. *tableau 2*) afin d'éviter les effets secondaires potentiellement mortels. La succinylcholine est un curare dépolarisant qui en se liant aux récepteurs pré et post-synaptiques à l'acétylcholine de la jonction neuromusculaire stimule l'entrée de sodium dans la cellule générant un potentiel d'action et les fasciculations. La demi-vie de la succinylcholine étant plus longue que l'acétylcholine, les récepteurs sont bloqués par une inhibition non compétitive temporaire. La stimulation des récepteurs nicotiniques à l'acétylcholine entraîne également la sortie de potassium vers le milieu extra-cellulaire exposant au risque d'hyperkaliémie. L'hyperkaliémie préexistante du fait d'une acidose ou d'une insuffisance rénale aigue est une contre-indication relative car le niveau d'augmentation de la kaliémie après l'injection est prévisible, de l'ordre de 0,3 à 0,5 mmol/l [16,28,38]. Il faut être particulièrement vigilant aux patients dont la membrane cellulaire musculaire est fragilisée (brûlure, rhabdomyolyse) ou aux patients qui présentent une augmentation du nombre de récepteurs nicotiniques présynaptiques mais également post-synaptiques (musculaires) fonctionnels (« up-regulation ») du fait d'une maladie neuro-musculaire au sens large (myopathie, traumatisé médullaire, myotonie, sclérose latérale amyotrophique mais également certainement « polyneuromyopathie de réanimation ») [61]. Ces patients sont exposés à une sortie massive de potassium vers le milieu extra-cellulaire et dont le niveau n'est pas prévisible. Ces situations sont dangereuses et conviennent d'être parfaitement connues des médecins réalisant des intubations en urgence chez des patients à risque.

Dans ces situations, on peut recommander en alternative le rocuronium (Esméron®, Organon, Oss, Pays-Bas), curare non dépolarisant, qui a la particularité d'une durée d'action plus longue (40 min) que la succinylcholine mais qui ne présente pas les risques d'hyperkaliémie sévère [38]. Le sugammadex est un médicament qui chélate les curares stéroïdiens non dépolarisants dans la fente neuro-musculaire et qui réverse en une minute les effets myorelaxants du curare sans les effets indésirables de la neostigmine [62]. Déjà commercialisé outre-atlantique, il est disponible en France depuis 2009.

Conclusion

Au total, 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 ce qui permet d'éviter des pratiques hétérogènes (choix des agents anesthésiques, technique de préoxygénation, formation des opérateurs, etc.). L'application de recommandations ayant fait la preuve de leur efficacité au bloc opératoire et en pré-hospitalier et l'homogénéisation des pratiques permettent de diminuer les complications associées à la procédure d'intubation en réanimation.

Références

1 Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. Intensive Care Med 2008 ; 34 : 1835-42

2 Jaber S, Amraoui J, Lefrant J, Arich C, Cohendy R, Landreau L, et al. Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in intensive care unit : a prospective multicenter study. Crit Care Med 2006 ; 34 : 2355-61

3 Le Tacon S, Wolter P, Rusterholtz T, Harlay M, Gayol S, Sauder P, Jaeger A. Complications of difficult tracheal intubations in a critical care unit. Ann Fr Anesth Réanim 2000 ; 19 : 719-24
4 Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH, (1995) Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. Anesthesiology 82 : 367-376
5 SFAR. Intubation difficile. Ann Fr Anesth Réanim 2006 http : //www.sfar.org/s/article.php3 ? id_article=313
6 Combes X, Péan D, Lenfant F, Francon D, Marciniak B, Legras A. Matériels d'intubation et de ventilation utilisables en cas de contrôle difficile des voies aériennes. Législation et maintenance : question 4. Ann Fr Anesth Reanim 2008 ; 27 : 33-40
7 Francon D, Jaber S, Péan D, Bally B, Marciniak B. Extubation difficile : critères d'extubation et gestion des situations a risque : question 6. Ann Fr Anesth Réanim 2008 ; 27 : 46-53
8 Molliex S, Berset JC, Billard V, Bunouf E, Delort-Laval S, Frering B, et al. Prise en charge des voies aeriennes en anesthesie adulte a l'exception de l'intubation difficile. Recommandations du jury. Text court--2002. Ann Fr Anesth Reanim 2003 ; 22 : 745-9
9 Sztark F, Francon D, Combes X, Herve Y, Marciniak B, Cros AM, (2008) Intubation difficile : quelles techniques d'anesthesie ? Place en fonction du contexte : question 3. Ann Fr Anesth Réanim 27 : 26-32
10 SRLF, Conférence de consensus 1998. Quel abord trachéal pour la ventilation mécanique des malades de réanimation ? (à l'exclusion du nouveau-né). http : //www.sfar.org/srlfsfar/abordtrachccons.html.
11 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 2003 ; 98 : 1269-1277
12 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 1997 ; 87 : 1290-1297
13 Adnet F, Jouriles NJ, Le Toumelin P, Hennequin B, Taillandier C, Rayeh F, et al. Survey of out-of-hospital emergency intubations in the French prehospital medical system : a multicenter study. Ann Emerg Med 1998 ; 32 : 454-460
14 Mort TC, Waberski BH, Clive J. Extending the preoxygenation period from 4 to 8 mins in critically ill patients undergoing emergency intubation. Crit Care Med 2009 ; 37 : 68-71
15 Schmidt UH, Kumwilaisak K, Bittner E, George E, Hess D. Effects of supervision by attending anesthesiologists on complications of emergency tracheal intubation. Anesthesiology 2008 ; 109 : 973-7
16 Walz JM, Zayaruzny M, Heard SO. Airway management in critical illness. Chest 2007 ; 131 : 608-620
17 Auriant I, Reignier J, Pibarot ml, Bachat S, Tenaillon A, Raphael JC.Critical incidents related to invasive mechanical ventilation in the ICU : preliminary descriptive study. Intensive Care Med 2002 ; 28 : 452-458
18 Baillard C, Fosse J, 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 2006 in press
19 Jaber S, Amraoui J, Lefrant JY, 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 2006 ; 34 : 2355-61
20 Mort T. Emergency tracheal intubation : complications associated with repeated laryngoscopic attempts. Anesth Analg 2004 ; 99 : 607-13
21 Arne J, Descoins P, Fusciardi J, Ingrand P, Ferrier B, Boudigues D, Aries J, Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery : predictive value of a clinical multivariate risk index. Br J Anaesth 1998 ; 80 : 140-6
22 Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, et al. Prediction of difficult mask ventilation. Anesthesiology 2000 ; 92 : 1229-36
23 Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, et al. An intervention to decrease life-threatening complications related to endotracheal intubation in Intensive Care Unit. 2009 Soumis
24 Mort TC. Esophageal intubation with indirect clinical tests during emergency tracheal intubation : a report on patient morbidity. J Clin Anesth 2005 ; 17 : 255-62
25 Baudry N, Danialou G, Boczkowski J, Vicaut E. In vivo study of the effect of systemic hypoxia on leukocyte-endothelium interactions. Am J Respir Crit Care Med 1998 158 : 477-483
26 Baillard C, Jaber S, (2007) NCT00472160 CT. Preoxygenation using NIV in hypoxemic patients (preoxy-2 study).
27 Delay JM, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y, Kamel ME, Fabre JM, Eledjam JJ, Jaber S. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients : a randomized controlled study. Anesth Analg 2008 ; 107 : 1707-13
28 Reynolds SF, Heffner J. Airway management of the critically ill patient : rapid-sequence intubation. Chest 2005 ; 127 : 1397-412

29 Payen JF, Vinclair M, Broux C, Faure P, Chabre O. Faut-il encore utiliser l'étomidate ? Ann Fr Anesth Réanim 2008 ; 27 : 915-9
30 Cotton BA, Guillamondegui OD, Fleming SB, Carpenter RO, Patel SH, Morris JA, Jr., Arbogast PG. Increased risk of adrenal insufficiency following etomidate exposure in critically injured patients. Arch Surg 2008 ; 143 : 62-67
31 Malerba G, Romano-Girard F, Cravoisy A, Dousset B, Nace L, Levy B, et al. Risk factors of relative adrenocortical deficiency in intensive care patients needing mechanical ventilation. Intensive Care Med 2005 ; 31 : 388-392
32 Mohammad Z, Afessa B, Finkielman JD. The incidence of relative adrenal insufficiency in patients with septic shock after the administration of etomidate. Crit Care 2006 ; 10 : R105
33 Li J, Murphy-Lavoie H, Bugas C, Martinez J, Preston C. Complications of emergency intubation with and without paralysis. Am J Emerg Med 1999 ; 17 : 141-3
34 Ricard-Hibon A, Chollet C, Leroy C, Marty J. Succinylcholine improves the time of performance of a tracheal intubation in prehospital critical care medicine. Eur J Anaesthesiol 2002 ; 19 : 361-7
35 Sagarin MJ, Barton ED, Chng YM, Walls RM. Airway management by US and Canadian emergency medicine residents : a multicenter analysis of more than 6,000 endotracheal intubation attempts. Ann Emerg Med 2005 ; 46 : 328-36
36 Combes X, Jabre P, Jbeili C, Leroux B, Bastuji-Garin S, Margenet A, et al. Prehospital standardization of medical airway management : incidence and risk factors of difficult airway. Acad Emerg Med 2006 ; 13 : 828-34
37 Kabrhel C, Thomsen TW, Setnik GS, Walls RM. Videos in clinical medicine. Orotracheal intubation. N Engl J Med 2007 ; 356 : e15
38 Perry JJ, Lee JS, Sillberg VA, Wells GA, (2008) Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. Cochrane Database Syst Rev : CD002788
39 Sellick BA, (1961) Cricoid pressure to control regurgitation of stomach contents during induction of anaesthesia. Lancet 2 : 404-406
40 Amour J, Marmion F, Birenbaum A, Nicolas-Robin A, Coriat P, Riou B, Langeron O, (2006) Comparison of plastic single-use and metal reusable laryngoscope blades for orotracheal intubation during rapid sequence induction of anesthesia. Anesthesiology 104 : 60-64
41 Jabre P, Leroux B, Brohon S, Penet C, Lockey D, Adnet F, Margenet A, Marty J, Combes X, (2007) A comparison of plastic single-use with metallic reusable laryngoscope blades for out-of-hospital tracheal intubation. Ann Emerg Med 50 : 258-263
42 Donald MJ, Paterson B, (2006) End tidal carbon dioxide monitoring in prehospital and retrieval medicine : a review. Emerg Med J 23 : 728-730
43 Grmec S, (2002) Comparison of three different methods to confirm tracheal tube placement in emergency intubation. Intensive Care Med 28 : 701-704
44 Mort TC, (2005) Preoxygenation in critically ill patients requiring emergency tracheal intubation. Crit Care Med 33 : 2672-2675
45 Jaber S, El Kamel M, Chanques G, Sebbane M, Cazottes S, Perrigault PF, Eledjam JJ, (2007) Endotracheal tube cuff pressure in intensive care unit : the need for pressure monitoring. Intensive Care Med 33 : 917-918
46 Bonomo JB, Butler AS, Lindsell CJ, Venkat A, (2008) Inadequate provision of postintubation anxiolysis and analgesia in the ED. Am J Emerg Med 26 : 469-472
47 Jacoby J, Heller M, Nicholas J, Patel N, Cesta M, Smith G, Jacob S, Reed J, (2006) Etomidate versus midazolam for out-of-hospital intubation : a prospective, randomized trial. Ann Emerg Med 47 : 525-530
48 Smith DC, Bergen JM, Smithline H, Kirschner R, (2000) A trial of etomidate for rapid sequence intubation in the emergency department. J Emerg Med 18 : 13-16
49 Choi YF, Wong TW, Lau CC, (2004) Midazolam is more likely to cause hypotension than etomidate in emergency department rapid sequence intubation. Emerg Med J 21 : 700-702
50 Oglesby AJ, (2004) Should etomidate be the induction agent of choice for rapid sequence intubation in the emergency department ? Emerg Med J 21 : 655-659
51 den Brinker M, Hokken-Koelega AC, Hazelzet JA, de Jong FH, Hop WC, Joosten KF, (2008) One single dose of etomidate negatively influences adrenocortical performance for at least 24h in children with meningococcal sepsis. Intensive Care Med 34 : 163-168
52 Lipiner-Friedman D, Sprung CL, Laterre PF, Weiss Y, Goodman SV, Vogeser M, Briegel J, Keh D, Singer M, Moreno R, Bellissant E, Annane D, (2007) Adrenal function in sepsis : the retrospective Corticus cohort study. Crit Care Med 35 : 1012-1018
53 Riche FC, Boutron cm, Valleur P, Berton C, Laisne MJ, Launay JM, Chappuis P, Peynet J, Vicaut E, Payen D, Cholley BP, (2007) Adrenal response in patients with septic shock of abdominal origin : relationship to survival. Intensive Care Med 33 : 1761-1766

54 Schenarts CL, Burton JH, Riker RR, (2001) Adrenocortical dysfunction following etomidate induction in emergency department patients. Acad Emerg Med 8 : 1-7
55 Vinclair M, Broux C, Faure P, Brun J, Genty C, Jacquot C, Chabre O, Payen JF, (2008) Duration of adrenal inhibition following a single dose of etomidate in critically ill patients. Intensive Care Med 34 : 714-719
56 Marik PE, Pastores SM, Annane D, Meduri GU, Sprung CL, Arlt W, Keh D, Briegel J, Beishuizen A, Dimopoulou I, Tsagarakis S, Singer M, Chrousos GP, Zaloga G, Bokhari F, Vogeser M, (2008) Recommendations for the diagnosis and management of corticosteroid insufficiency in critically ill adult patients : consensus statements from an international task force by the American College of Critical Care Medicine. Crit Care Med 36 : 1937-1949
57 Jabre P, Combes X, Lapostolle F, Dhaouadi M, Ricard-Hibon A, Vivien B, Lionel Bertrand, Beltramini A, Gamand P, Albizatti S, Perdrizet D, Le Bail G, Chollet-Xemard C, Maxime V, Brun-Buisson C, Lefrant JY, Bollaert PE, Mégarbane B, Ricard J, Offenstadt G, Anguel N, Vicaut E, Adnet F, (2009) Etomidate versus Ketamine for rapid sequence intubation in acutely ill patients : a multicenter randomised controlled trial. Lancet : in press
58 Girault C, Auriant I, Jaber S, (2008) Safety practices procedures for mechanical ventilation. Ann Fr Anesth Reanim 27 : e77-89
59 Rusan M, Sende J, Dhonneur G, Jabre P, Chollet-Xemard C, Margenet A, Marty J, Combes X, (2009) Enquete nationale sur la prise en charge de l'intubation difficile en medecine d'urgence prehospitaliere. Ann Fr Anesth Reanim 28 : 302-306
60 Reid C, Chan L, Tweeddale M, (2004) The who, where, and what of rapid sequence intubation : prospective observational study of emergency RSI outside the operating theatre. Emerg Med J 21 : 296-301
61 Martyn JA, Richtsfeld M, (2006) Succinylcholine-induced hyperkalemia in acquired pathologic states : etiologic factors and molecular mechanisms. Anesthesiology 104 : 158-169
62 Fields AM, Vadivelu N, (2007) Sugammadex : a novel neuromuscular blocker binding agent. Curr Opin Anaesthesiol 20 : 307-310