

Intubation en urgence du patient hypoxémique

X. Combes, J. Sudrial, D. Serrano

SAU, CHU de la Réunion, SAMU 974

Auteur correspondant : X.combes.samu974@chu-reunion.fr

POINTS ESSENTIELS

- L'intubation du patient hypoxémique est une intubation à très hauts risques.
- La préoxygénation classique en ventilation spontanée est peu efficace.
- La ventilation non Invasive est la technique de pré oxygénation la plus efficace chez ces patients.
- La ventilation apnéique permet de retarder les épisodes de désaturation lors de l'induction anesthésique.
- La réalisation de l'intubation selon un protocole pré établi diminue la fréquence des complications.
- La sédation d'un patient hypoxémique en vue d'une intubation doit se faire selon la technique dite d'induction en séquence rapide.
- En cas d'intubation difficile, des techniques alternatives permettant la ventilation sont à privilégier.
- Au décours l'intubation, les épisodes d'hypoxémies peuvent être prévenus en partie par des manœuvres de recrutement alvéolaire.

Introduction

L'intubation en urgence d'un patient hypoxémique est une situation pouvant se rencontrer dans différents environnements : bloc opératoire, service de réanimation, service d'urgence ou situation pré hospitalière. Le contrôle des voies aériennes d'un patient hypoxémique est un processus à haut risque. La diminution très importante des réserves en oxygène et le caractère le plus souvent instable de ces patients rend compte des nombreuses complications observées lors de l'intubation (1, 2). Toute difficulté d'intubation entraîne très rapidement des conséquences sévères, car majorant les phénomènes d'hypoxémie préexistants. Les Conséquences de l'hypoxémie lors d'une intubation peuvent être majeures et conduire dans les cas extrêmes au décès du patient(3).

L'optimisation des techniques de pré oxygénation, le maintien de l'oxygénation durant la procédure d'intubation et l'application rapide d'algorithmes précis dès la survenue d'une difficulté d'intubation sont les meilleurs moyens de minimiser les complications liées à l'intubation de ces patients.

Épidémiologie

Les circonstances nécessitant l'intubation d'un patient hypoxémique sont nombreuses que ce soit en réanimation, au bloc opératoire ou dans les services d'urgence. Il faut distinguer les pathologies entraînant une hypoxémie essentiellement d'origine respiratoire par atteinte pulmonaire des états physiologiques propices à la désaturation rapide telle que la parturiente en fin de grossesse ou l'obèse morbide.

En réanimation, plus de la moitié des indications d'intubation concerne des patients présentant une détresse respiratoire et étant donc hypoxémiques dès avant le processus de contrôle des voies aériennes (1, 4). La désaturation artérielle est la complication la plus fréquemment observée lors du processus de contrôle des voies aériennes dans ce contexte. Les pathologies nécessitant une intubation en réanimation sont variées et les atteintes pulmonaires primitives (pneumopathie aiguë, SDRA...) ne sont pas les seules à entraîner un état d'hypoxémie chez ces patients. Les défaillances hémodynamiques sont

ainsi associées à un très haut risque d'hypoxémie et d'hypoxie tissulaire profonde alors même sans qu'il y n'y a pas d'atteinte pulmonaire.

Plusieurs facteurs concourent à la survenue d'épisodes d'hypoxémies parfois prolongés et sévères lors de l'intubation en urgence. Le caractère urgent de l'intubation ne permet pas l'optimisation de la préparation du patient et ne donne souvent pas le temps de préparer les techniques alternatives utilisables en cas de difficultés d'intubation. La préoxygénation est souvent difficile à mettre en œuvre notamment en cas de troubles de conscience et/ou d'agitation. Cette préoxygénation même bien conduite n'est le plus souvent que peu efficace et n'augmente que très peu les réserves en oxygène(5). Enfin, le plus souvent ces patients hypoxémiques ne sont pas à jeun au moment du contrôle de leurs voies aériennes et le risque de régurgitation ou de vomissements et donc d'inhalation pulmonaire est important.

En situation préhospitalière, l'incidence de la désaturation durant et au décours immédiat du processus d'intubation est élevée. Cette incidence semble influencée grandement par la qualité des opérateurs qui réalisent l'intubation. Si dans certaines séries nord-américaines où les opérateurs sont des Paramedics, des taux de plus de 50 % de désaturations ont été rapportés, cette incidence semble beaucoup plus faible aux alentours de 15 % si des médecins expérimentés réalisent l'intubation trachéale (6, 7).

Au bloc opératoire, certains patients présentent des caractéristiques qui les rendent à très haut risque d'hypoxémie profonde au cours du processus d'intubation. Les deux populations de patients les plus à risques de désaturation sont les patients obèses morbides et les parturientes en fin de grossesse. L'obèse morbide et la femme enceinte ont une diminution très importante de leur Capacité résiduelle fonctionnelle qui rend compte de la baisse des réserves mobilisable en oxygène même après une préoxygénation bien conduite (8, 9).

Indications de l'intubation

Les indications de l'intubation en situation d'urgence sont nombreuses et concernent des patients hypoxémiques ou à risque de le devenir durant le processus de contrôle des voies aériennes. On retrouve comme grandes classes d'indication d'intubation, les défaillances neurologiques, respiratoires, hémodynamiques (1, 10).

La défaillance respiratoire isolée est une indication potentielle de contrôle invasif des voies aériennes. L'indication d'intubation d'un patient hypoxémique est posée essentiellement sur des critères cliniques tels que l'épuisement respiratoire, l'apparition de signes neurologiques tels que agitation, troubles de la vigilance. Chez un patient mis sous VNI pour une détresse respiratoire, la non amélioration et/ou l'apparition de signes cliniques de mauvaise tolérance de la VNI doivent faire poser l'indication de l'intubation trachéale.

Dans d'autres circonstances, un patient présentant une détresse neurologique peut aussi être hypoxémique. Un trouble de conscience profond par l'hypoventilation alvéolaire qu'il peut engendrer peut potentialiser une hypoxémie pré existante. L'état de choc non contrôlé est une indication d'intubation chez un patient dysoxique et à haut risque d'hypoxémie et d'hypoxie durant les phases de sédation et d'intubation.

PRÉVENTION DE LA DÉSATURATION

La préoxygénation est un temps fondamental du processus d'intubation. Une préoxygénation bien conduite chez un patient coopérant et indemne de toute pathologie respiratoire aiguë ou chronique permet une tolérance à l'apnée de plusieurs minutes (11). Ce temps « acheté » par la préoxygénation est un garant de sécurité en cas de contrôle difficile des voies aériennes supérieures. Par définition la préoxygénation d'un patient déjà hypoxémique ne peut être aussi efficace. Une étude Nord-Américaine a comparé l'efficacité d'une préoxygénation classique (4 minutes de ventilation spontanée avec une fraction inspirée en oxygène de 100 %) chez trois populations de patients présentant soit une détresse respiratoire soit une détresse neurologique isolée, soit aucune détresse mais devant subir une chirurgie coronarienne programmée et considérés comme population témoin. La préoxygénation très efficace en termes d'amélioration de la PaO₂ chez les patients sans détresse, considérés comme témoins, l'était partiellement chez les patients présentant une détresse neurologique sans détresse cardiorespiratoire associée. Par contre cette préoxygénation était quasiment sans effet pour le groupe de patients présentant une détresse respiratoire (5). Le même auteur ne trouvait pas d'intérêt à prolonger la préoxygénation jusqu'à 8 minutes chez des patients présentant une détresse respiratoire et nécessitant une intubation

trachéale (12). La technique de pré oxygénation semblant la plus intéressante chez les patients hypoxémiques est la ventilation non invasive (VNI). Une étude française a ainsi rapporté une meilleure prévention des épisodes de désaturation satellites du processus d'intubation de patients hypoxémiques par rapport à une technique de pré oxygénation classique consistant à faire respirer en ventilation spontanée sans assistance un mélange gazeux ayant une fraction inspirée en oxygène de 100 % (13). Dans cette étude 4 minutes de ventilation non invasive avec une fraction inspirée à 100 % une aide inspiratoire d'environ 10 cmH₂O et une pression positive de fin d'expiration à 5 cmH₂O permettait de réduire de manière drastique le nombre et la profondeur des épisodes de désaturation artérielle. Cette technique de pré oxygénation se doit d'être utilisée dès lors qu'elle est possible pour tout patient hypoxémique nécessitant une intubation en urgence. La grande limite de cette technique reste l'absence de coopération du patient. Il est ainsi impossible de proposer une VNI à un patient agité ou présentant un trouble de conscience sévère.

Les techniques d'oxygénation apnéique sont très rarement utilisées alors que plusieurs études ont rapporté leur efficacité dans la prévention de l'hypoxémie associée à l'intubation. L'oxygénation apnéique n'est pas une technique de préoxygénation mais elle permet de retarder la survenue d'une désaturation artérielle lors de l'apnée induite par la curarisation. Chez le volontaire sain, cette technique permet de maintenir une SpO₂ au-delà de 98 % pendant plusieurs minutes. (14-16).

L'intérêt de l'oxygénation apnéique a aussi été rapporté chez l'obèse morbide. Bien que cette technique n'ait pas été évaluée lors de l'intubation de patients hypoxémiques elle semble pouvoir diminuer le risque de désaturation. Une étude animale récente menée par l'équipe de G.Hedenstierna sur des porcs hypoxémiques (modèle de SDRA) a rapporté une grande efficacité de l'oxygénation apnéique pour la prévention de la désaturation artérielle (17). Cette technique surement trop peu connue des médecins devrait être proposée plus fréquemment lors de l'intubation de patients hypoxémiques et ce d'autant plus qu'ils présentent des signes prédictifs d'intubation difficile.

La réalisation de l'intubation en réanimation selon un protocole pré établi a permis de diminuer l'incidence des complications liées à ce geste. Ainsi, il a pu être montré que l'application stricte d'une procédure encadrant l'intubation des patients en réanimation diminuait l'incidence des complications telles que la survenue d'hypotension artérielle, d'épisodes de désaturation artérielle et d'arythmies (4). Le protocole de prise en charge

standardisé proposé comportait un certain nombre de mesures telles que : la présence de deux médecins lors de l'intubation, une préoxygénation systématique par VNI en l'absence de contre-indication, un remplissage vasculaire préalable à l'induction en séquence rapide, l'utilisation précoce de catécholamines en cas de survenue d'une hypotension artérielle dans les suites de l'intubation et la mise en route très précoce d'une sédation d'entretien.

SÉDATION POUR L'INTUBATION

La technique de sédation est un aspect primordial du processus d'intubation. Il est maintenant devenu indiscutable que la technique d'induction en séquence rapide est celle la plus adaptée à l'intubation en situation d'urgence, notamment pour les patients hypoxémiques. Plusieurs hypnotiques peuvent être utilisés mais les deux les plus adaptés à la sédation des patients dont l'état cardiorespiratoire est instable sont l'étomidate et la kétamine. L'induction en séquence rapide ou ISR consiste à obtenir en un délai le plus court possible des conditions d'intubation optimales. Pour cela la curarisation doit être rapide. La Succinylcholine reste le curare le plus adapté, car de délai d'action court et de durée d'action limitée. Ce curare est utilisé pour faciliter l'intubation en situation d'urgence depuis plusieurs décennies. En moins de 60 secondes il permet d'obtenir des conditions de relâchement musculaire optimales pour l'intubation sous laryngoscopie. Depuis quelques années le rocuronium a été proposé comme alternative à la succinylcholine (18). Le rocuronium lorsqu'il est utilisé à la dose de 1 à 1,2 mg/kg permet l'obtention de conditions de curarisation identiques à celles de la succinylcholine et ce dans un délai similaire de 60 secondes. Par contre, et contrairement à la succinylcholine le rocuronium lorsqu'il est utilisé à ces fortes posologies induit une curarisation prolongée de 45 à 60 minutes. C'est ainsi que le rocuronium n'a été proposé dans l'indication de l'ISR que depuis que son antagoniste le sugammadex est devenu disponible. L'emploi du sugammadex permet une décuration ultra rapide après utilisation du rocuronium et ce dernier peut donc être désormais utilisé comme une véritable alternative à la succinylcholine. Une étude multicentrique Française réalisée en pré hospitalier dans le cadre d'un PHRC est en cours et devrait apporter une réponse définitive sur l'intérêt d'utiliser le Rocuronium à la place de la Succinylcholine lors d'une ISR.

TECHNIQUES DE CONTRÔLE DES VAS

La technique de référence du contrôle des voies aériennes en situation d'urgence reste l'intubation trachéale sous laryngoscopie directe. C'est la laryngoscopie directe qui permet le plus souvent une intubation rapide. Une façon de minimiser le risque de la survenue d'épisodes de désaturation chez des patients ayant de très faibles réserves d'oxygène est de raccourcir la durée du processus d'intubation. Ainsi dans un travail récent réalisé chez des patients obèses morbides ayant une très forte propension à la désaturation, l'utilisation d'un vidéolaryngoscope, l'Airtraq® a permis une intubation plus aisée et rapide que l'intubation réalisée classiquement lors d'une laryngoscopie directe(19). Ce raccourcissement du processus d'intubation durant lequel aucune oxygénation n'est réalisée a permis de diminuer de manière significative la fréquence des épisodes de désaturation artérielle.

L'intérêt d'utiliser en première intention d'un vidéolaryngoscope pour l'intubation d'un patient en situation d'urgence dans le but de faciliter le processus de contrôle des voies aériennes et ainsi de diminuer le taux de complications et notamment les nombre des épisodes d'hypoxémies reste néanmoins débattu. Une méta-analyse récente a rapporté une diminution des difficultés d'intubation en réanimation lors de l'utilisation d'un vidéolaryngoscope mais le taux de complications et notamment respiratoires tels que les épisodes de désaturation ne semblent pas diminuer avec l'utilisation d'un vidéolaryngoscope à la place du traditionnel laryngoscope(20). En situation pré hospitalière, l'utilisation d'un vidéolaryngoscope ne semble pas conférer un avantage sur la laryngoscopie directe, au contraire. Le seul essai randomisé réalisé dans le contexte pré hospitalier rapportait une très nette supériorité de la laryngoscopie directe en comparaison avec le vidéolaryngoscope évalué (21) .

En cas d'intubation difficile survenant chez un patient hypoxémique, un algorithme pré établi se doit d'être appliqué. Dans ce cadre, les dispositifs d'intubation difficile permettant une ventilation efficace prennent toute leur place comme technique alternative à utiliser de première intention.

Le dispositif pour lequel existe la plus large expérience clinique reste le masque laryngé d'intubation ou Fastrach®. Le Fastrach® est un dispositif qui permet une ventilation rapide et une intubation à l'aveugle à travers son masque (22-27). Il existe aujourd'hui plusieurs études ayant bien montré l'efficacité de l'utilisation du masque laryngé d'intubation

Fastrach® en cas d'intubation difficile survenant en situation d'urgence. Ce dispositif a, par rapport aux autres prothèses supraglottiques, l'intérêt d'associer un dispositif de ventilation (le masque lui-même) et un dispositif d'intubation puisque par essence le Fastrach® est conçu pour permettre l'intubation « à l'aveugle » du patient. Les taux de succès de ventilation efficace à travers le Fastrach® avoisinent les 100 % et le taux d'intubation à travers le Fastrach® sont rapportées dans les différentes séries pour être supérieurs à 80 % lorsque ce dispositif est utilisé en situation d'urgence par des praticiens non anesthésistes (27, 28).

Ce dispositif a été utilisé avec un taux de succès important chez l'obèse morbide dans le contexte du bloc opératoire. En cas de situation d'intubation difficile associée à des difficultés de ventilation au masque engendrant une hypoxémie sévère le MLI Fastrach® fait partie des algorithmes de prise en charge de l'intubation difficile proposés par la SFAR.

En cas d'échec de mise en place du MLI Fastrach®, la dernière alternative réside dans un abord trachéal, le plus souvent au niveau intercricothyroïdien (29).

GESTION DE L'HYPOXÉMIE POST INTUBATION

La période post intubation immédiate peut être difficile à gérer, car le patient peut avoir majoré son hypoxémie qui devient difficile à traiter même une fois l'intubation trachéale réalisée. Les réglages du respirateur qui vont permettre le plus souvent de corriger l'hypoxémie sont l'augmentation de la FIO₂ et le réglage d'une pression positive de fin d'expiration ou PEP.

Récemment, une étude clinique a rapporté que la réalisation de manœuvres de recrutement dans les suites immédiates de l'intubation de patients hypoxémiques en réanimation permettait une amélioration au moins à court terme des paramètres d'oxygénation de ces patients (30). Cette technique de recrutement qui consistait à l'application d'une pression positive constante d'un niveau de 40 cmH₂O durant 30 secondes permettait d'observer un gain sur l'oxygénation jusqu'à 30 minutes après la réalisation de la manœuvre de recrutement. Une curarisation précoce et maintenue 48 heures chez les patients présentant une atteinte pulmonaire sévère en permettant une meilleure adaptation entre le patient et le respirateur pourrait diminuer les lésions induites par la ventilation mécanique (31).

La poursuite de la gestion de l'hypoxémie après la réalisation de l'intubation se fera en structures de réanimation et pourra faire appel en fonction de la gravité et de la réponse

à l'optimisation des réglages de ventilation, au positionnement (décubitus ventral), voire dans les cas les plus sévères à l'oxygénation extracorporelle (ECMO veino-veineuse).

CONCLUSION

L'intubation en urgence d'un patient hypoxémique est une situation fréquente et à haut risque. La VNI lorsqu'elle est possible et les techniques d'oxygénation apnéique restent les meilleures méthodes pour minimiser la désaturation artérielle qui se majore constamment durant le processus de contrôle invasif des voies aériennes. L'intubation difficile chez ces patients est très rapidement responsable de complications graves, car majorant l'hypoxémie préexistante. Une stratégie pré définie doit être appliquée en cas de survenue de difficultés d'intubation chez ces patients. L'utilisation du masque laryngé d'intubation reste la pierre angulaire des algorithmes proposés.

RÉFÉRENCES

1. 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*. 1995;82:367-76.
2. 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.
3. Mort TC. Complications of emergency tracheal intubation: hemodynamic alterations--part I. *J Intensive Care Med*. 2007;22:157-65.
4. 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*. 2010;36:248-55.
5. Mort TC. Preoxygenation in critically ill patients requiring emergency tracheal intubation. *Crit Care Med*. 2005;33:2672-5.

6. Dunford JV, Davis DP, Ochs M, Doney M, Hoyt DB. Incidence of transient hypoxia and pulse rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med.* 2003;42:721-8.
7. Nakstad AR, Heimdal HJ, Strand T, Sandberg M. Incidence of desaturation during prehospital rapid sequence intubation in a physician-based helicopter emergency service. *Am J Emerg Med.* 2011;29:639-44.
8. Berthoud MC, Peacock JE, Reilly CS. Effectiveness of preoxygenation in morbidly obese patients. *Br J Anaesth.* 1991;67:464-6.
9. Baraka AS, Hanna MT, Jabbour SI, Nawfal MF, Sibai AA, Yazbeck VG, et al. Preoxygenation of pregnant and nonpregnant women in the head-up versus supine position. *Anesth Analg.* 1992;75:757-9.
10. 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.
11. Bourgain JL. [Preoxygenation and upper airway patency control]. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2003;22 Suppl 1:41s-52s.
12. 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.
13. Baillard C, Fosse JP, 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;174:171-7.
14. Teller LE, Alexander CM, Frumin MJ, Gross JB. Pharyngeal insufflation of oxygen prevents arterial desaturation during apnea. *Anesthesiology.* 1988;69:980-2.
15. Taha SK, Siddik-Sayyid SM, El-Khatib MF, Dagher CM, Hakki MA, Baraka AS. Nasopharyngeal oxygen insufflation following pre-oxygenation using the four deep breath technique. *Anaesthesia.* 2006;61:427-30.
16. Baraka AS, Taha SK, Siddik-Sayyid SM, Kanazi GE, El-Khatib MF, Dagher CM, et al. Supplementation of pre-oxygenation in morbidly obese patients using nasopharyngeal oxygen insufflation. *Anaesthesia.* 2007;62:769-73.
17. Engstrom J, Hedenstierna G, Larsson A. Pharyngeal oxygen administration increases the time to serious desaturation at intubation in acute lung injury: an experimental study. *Crit Care.* 2010;14:R93.

18. 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*. 2011;15:R199.
19. Ndoko SK, Amathieu R, Tual L, Polliand C, Kamoun W, El Housseini L, et al. Tracheal intubation of morbidly obese patients: a randomized trial comparing performance of Macintosh and Airtraq laryngoscopes. *Br J Anaesth*. 2008;100:263-8.
20. 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*. 2014.
21. Trimmel H, Kreutziger J, Fertsak G, Fitzka R, Dittrich M, Voelckel WG. Use of the Airtraq laryngoscope for emergency intubation in the prehospital setting: a randomized control trial. *Crit Care Med*. 2011;39:489-93.
22. Ferson DZ, Rosenblatt WH, Johansen MJ, Osborn I, Ovassapian A. Use of the intubating LMA-Fastrach in 254 patients with difficult-to-manage airways. *Anesthesiology*. 2001;95:1175-81.
23. Combes X, Le Roux B, Suen P, Dumerat M, Motamed C, Sauvat S, et al. Unanticipated difficult airway in anesthetized patients: prospective validation of a management algorithm. *Anesthesiology*. 2004;100:1146-50.
24. Combes X, Sauvat S, Leroux B, Dumerat M, Sherrer E, Motamed C, et al. Intubating laryngeal mask airway in morbidly obese and lean patients: a comparative study. *Anesthesiology*. 2005;102:1106-9; discussion 5A.
25. Combes X, Aaron E, Jabre P, Leroux B, Lefloch AS, Andre JY, et al. [Introduction of the intubating Laryngeal Mask Airway in a prehospital emergency medical unit]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2006;25:1025-9.
26. Timmermann A, Russo SG, Rosenblatt WH, Eich C, Barwing J, Roessler M, et al. Intubating laryngeal mask airway for difficult out-of-hospital airway management: a prospective evaluation. *Br J Anaesth*. 2007;99:286-91.
27. Tentillier E, Heydenreich C, Cros AM, Schmitt V, Dindart JM, Thicoipe M. Use of the intubating laryngeal mask airway in emergency pre-hospital difficult intubation. *Resuscitation*. 2008;77:30-4.

28. Combes X, Jabre P, Margenet A, Merle JC, Leroux B, Dru M, et al. Unanticipated difficult airway management in the prehospital emergency setting: prospective validation of an algorithm. *Anesthesiology*. 2011;114:105-10.
29. Langeron O, Bourgain JL, Laccoureye O, Legras A, Orliaguet G. [Difficult airway algorithms and management: question 5. Societe Francaise d'Anesthesie et de Reanimation]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2008;27:41-5.
30. Constantin JM, Futier E, Cherprenet AL, 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*. 2010;14:R76.
31. Papazian L, Forel JM, Gacouin A, Penot-Ragon C, Perrin G, Loundou A, et al. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2010;363:1107-16.