



Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
 EM|consulte  
www.em-consulte.com



## MISE AU POINT

# Oxygénez avant d'intuber en unité de soins intensifs !

*Always preoxygenate before intubate in the ICU!*

B. Jung, G. Chanques, M. Conseil, J. Carr, M. Cissé,  
Y. Coisel, J.-M. Delay, S. Jaber\*

Unité de réanimation et transplantation, département d'anesthésie-réanimation, hôpital Saint-Éloi, CHU de Montpellier, 80, avenue Augustin-Fliche, 34295 Montpellier cedex, France

Reçu le 17 août 2010 ; accepté le 18 août 2010  
Disponible sur Internet le 9 septembre 2010

### MOTS CLÉS

Préoxygénation ;  
Intubation ;  
Voies aériennes ;  
Complications ;  
Ventilation  
mécanique ;  
Ventilation  
non-invasive

### KEYWORDS

Preoxygenation;  
Intubation;  
Airways;  
Complications;  
Mechanical  
ventilation;  
Non-invasive  
ventilation

**Résumé** L'intubation trachéale en réanimation est fréquemment réalisée chez un patient instable et est associée à un risque élevé de complications (20 à 50%) menaçant le pronostic vital. Alors que la préoxygénation chez les patients dont l'intubation est prévue difficile au bloc opératoire est largement utilisée, les indications et les techniques en soins intensifs sont moins connues. Dans cette revue, nous rappelons les concepts physiologiques de la préoxygénation et montrons son intérêt dans la sécurisation de la procédure d'intubation du patient critique. Nous rapportons également l'intérêt de la préoxygénation en ventilation non-invasive sur l'oxygénation et le risque d'hypoxie au décours immédiat de l'intubation.

© 2010 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Summary** Endotracheal intubation in emergency and in intensive care unit patients is associated with a high rate of immediate and severe life-threatening complications (20 to 50%). Preoxygenation before intubation is included in the standard of care of anticipated difficult intubation in the operating room conditions. However, its indication and technique in the critically ill is less evident. In this review, we present the physiological concepts of preoxygenation and describe its interest as a method to increase the safety of intubation, always hazardous in the intensive care unit. We also report the impact of non-invasive ventilation on oxygenation and hypoxia during the intubation period.

© 2010 Société de réanimation de langue française. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [s-jaber@chu-montpellier.fr](mailto:s-jaber@chu-montpellier.fr) (S. Jaber).

## L'intubation en soins intensifs : une procédure courante mais à haut risque

L'intubation et l'extubation font partie des gestes les plus réalisés en réanimation. En réanimation, l'intubation endotrachéale s'effectue la plupart du temps en urgence, chez un patient le plus souvent hypoxémique ayant une hémodynamique précaire et dont la vacuité gastrique n'est pas toujours acquise [1–5]. L'instabilité de ces patients semble placer l'intubation trachéale comme un geste à haut risque.

Les complications au cours de l'intubation sont fréquentes et habituellement classées en « complications vitales immédiates » (20–35 %) menaçant immédiatement le pronostic vital (décès, arrêt cardiaque, collapsus sévère, hypoxémie sévère) et les « complications sévères » (10–30 %) ne menaçant pas le pronostic vital dans les minutes qui suivent l'intubation, mais peuvent devenir vitales en l'absence de mesures appropriées (arythmie cardiaque, intubation difficile, intubation œsophagienne, intubation sélective, inhalation, traumatisme laryngé et dentaire, agitation) [2–4, 6, 7]. L'intubation du patient de réanimation est fréquemment « difficile » et on considère que 10 à 20 % des intubations en réanimation vont présenter les caractéristiques d'une intubation difficile [8–11], exposant le patient à un risque important de complications graves menaçant le pronostic vital. La préoxygénation représente donc une mesure de sécurité qui pourrait limiter les conséquences délétères d'une intubation difficile.

Bien qu'il existe des recommandations clairement codifiées pour l'intubation réalisée au bloc opératoire par la Société française d'anesthésie-réanimation (SFAR) et en pré-hospitalier par la Société de réanimation de langue française (SRLF) et que cette pratique a été bien évaluée au bloc opératoire [12, 13] et récemment en pré-hospitalier [13], peu d'études ont apporté des éléments permettant d'améliorer la sécurité de cette procédure [4].

Le sujet central de cette mise au point concerne la préoxygénation des patients intubés en état critique mais les procédures de préoxygénation ne peuvent se concevoir qu'intégrées à une procédure complète d'intubation présentée dans un numéro antérieur de la revue *Réanimation* [9].

## Pourquoi faut-il réaliser une préoxygénation avant d'intuber un patient critique ?

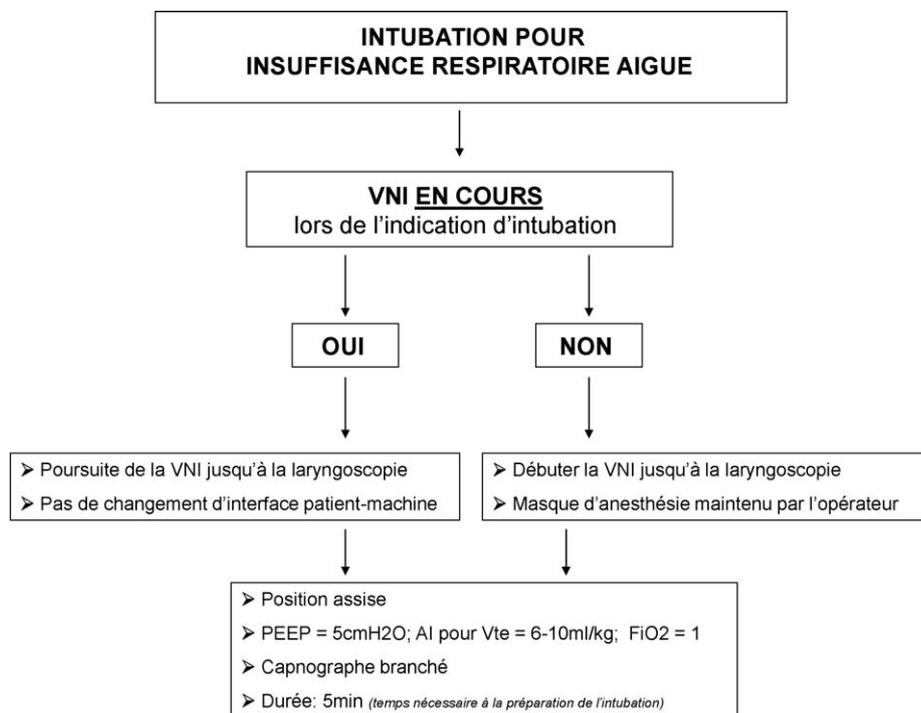
En réanimation, le motif principal d'intubation (60–90 %) est l'insuffisance respiratoire aiguë (IRA) hypoxémique. L'objectif de la préoxygénation est d'éviter une hypoxémie au cours de l'intubation et ses conséquences hémodynamiques, en augmentant au maximum les réserves d'oxygène. L'oxygénothérapie peut être administrée en ventilation spontanée (VS) au mieux à l'aide d'un gaz humidifié et réchauffé [14] ou en ventilation non-invasive (VNI).

Au bloc opératoire, il est recommandé de proposer une préoxygénation chez les patients jugés « à risque de désaturation » avant de réaliser une induction anesthésique qui associe, en général, un hypnotique, un morphinique et un curare afin de faciliter l'intubation [12, 15]. Chez un patient indemne de pathologie respiratoire, l'administration d'oxygène pur ne permet d'augmenter le contenu artériel

en oxygène ( $CaO_2 = 1,3 \times Hb \times SaO_2 + 0,003 PaO_2$ ) que de très peu, l'augmentation de l'oxygène dissous dans le plasma ( $0,003 \times PaO_2$ ) étant très faible et l'hémoglobine étant déjà presque totalement saturée en oxygène. Ainsi, avant l'apnée, lors de la préoxygénation, la quasi-totalité de l'oxygène est localisée au niveau de la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF). On peut ainsi calculer que chez un adulte sain de 70 kg, une préoxygénation de trois minutes (ventilation à volume courant usuel en oxygène pur) permet de constituer un stock de 2125 ml d'oxygène dans les poumons permettant de réaliser une apnée de huit minutes sans entraîner d'hypoxémie définie par une  $PaO_2 < 60$  mmHg. La préoxygénation, proposée au bloc opératoire dans les situations où la durée de réalisation de l'intubation pourrait dépasser 30 secondes (durée habituelle d'une apnée chez le sujet sain sans facteurs de risque d'intubation difficile intubé pour chirurgie réglée), représente ainsi une mesure de sécurité importante. Plusieurs méthodes existent (ventilation à volume courant habituel pendant trois minutes, réalisation de quatre capacités vitales consécutives en 30 secondes...). Chez les patients particulièrement à risque (exemple : obèses), l'optimisation de la préoxygénation peut être obtenue par sa réalisation en VNI [16] et il a été montré que la VNI était supérieure à la VS dans ce sous-groupe à risque.

Chez le patient critique, la préoxygénation réalisée en VS (haut débit d'oxygène, 15 l/min ou plus, au masque à haute concentration ou au masque facial d'anesthésie) ne va malheureusement pas avoir les mêmes effets bénéfiques sur les réserves pulmonaires en oxygène. En effet, la majorité des patients présentant une IRA présentent une amputation du volume pulmonaire aéré (condensation alvéolaire, atelectasie, inondation alvéolaire au cours d'une décompensation cardiaque...) et leur CRF est diminuée du fait d'un effet shunt [17]. La correction d'une hypoxémie sera ainsi moindre du fait de l'effet shunt et de la diminution du rapport ventilation/perfusion qui l'accompagne. Ainsi, Mort et al. [8] ont rapporté les effets modestes de la préoxygénation en VS chez le patient critique et montraient une augmentation modeste de la  $PaO_2$  (62 mmHg à 88 mmHg après quatre minutes de préoxygénation en oxygène pur). La moitié des 34 patients inclus présentaient une désaturation au cours de l'intubation (définie par une  $SpO_2$  pendant l'intubation inférieure à 90 % si la  $SpO_2$  était supérieure à 90 % avant l'induction anesthésique ou diminution de la  $SpO_2$  de 5 % pendant l'intubation si la  $SpO_2$  était inférieure à 90 % avant l'induction anesthésique) malgré la préoxygénation. La préoxygénation en VS ne permet ainsi qu'une augmentation discrète des réserves en  $O_2$  chez le patient critique et ne limite que peu l'incidence de la désaturation profonde au cours de la procédure d'intubation.

Afin d'améliorer les techniques de préoxygénation, notre équipe a évalué dans un essai prospectif la VNI chez le patient critique et a rapporté ses bénéfices et son innocuité chez le patient intubé en IRA [18]. Nous avons en effet montré qu'une préoxygénation en VNI associant de l'aide inspiratoire ( $5 < \text{niveau d'AI} < 15 \text{ cmH}_2\text{O}$ ) à une PEP ( $5 \text{ cmH}_2\text{O}$ ) avec une  $FiO_2$  à 100 % permettait d'améliorer la  $SpO_2$  à la fin de la préoxygénation en comparaison à une préoxygénation standard en VS ( $SpO_2 = 98 \% \pm 2$  vs  $93 \% \pm 6$ ,  $p < 0,001$ ). L'augmentation des réserves pulmonaires en oxygène par la VNI a ainsi permis d'augmenter la sécurité de la procédure



**Figure 1** Algorithme décisionnel pour la mise en place de la ventilation non-invasive comme technique de préoxygénation au DAR Saint-Éloi, Montpellier, Pr Jaber.

d'intubation et de limiter l'incidence de l'hypoxie sévère (définie par une  $SpO_2$  inférieure à 80%) puisque seul 7% des patients ont présentés une hypoxie sévère dans le groupe VNI contre 42% dans le groupe préoxygénation en VS.

Les avantages physiologiques de la VNI comme technique de préoxygénation en comparaison à la VS, pourraient être l'augmentation du volume pulmonaire aéré, la diminution de l'effet shunt et l'augmentation des réserves pulmonaires en oxygène. De plus, la pression positive permet de diminuer la post-charge et la précharge cardiaque des patients critiques, souvent en défaillance cardiaque [19,20]. Si la VNI est proposée comme technique de préoxygénation, elle doit, cependant, être réalisée dans de bonnes conditions de sécurité décrites dans la partie «réalisation pratique de la préoxygénation chez le patient critique». Immédiatement après l'intubation, une manœuvre de recrutement alvéolaire consistant en l'application d'une pression continue à 40 cm d'eau pendant une durée de 30 secondes, permet d'obtenir une meilleure  $PaO_2$  en comparaison à l'absence de manœuvre jusqu'à 30 minutes après l'intubation ( $110 \pm 39$  vs  $180 \pm 79$  mmHg;  $p < 0,05$ ) [21].

### Comment réaliser une préoxygénation avant d'intuber un patient critique ?

La préoxygénation en VS doit être réservée aux patients déjà traités par oxygénothérapie et pour lesquels une intubation en extrême urgence (moins de cinq minutes) est indispensable à la survie ou aux rares patients chez qui la VNI même de quelques minutes est impos-

sible ou contre-indiquée (arrêt circulatoire, vomissements abondants, agitation extrême, traumatisme maxillofacial, pneumothorax suffocant non-drainé). L'intubation en réanimation est, cependant, rarement une urgence immédiate et plus de 90% des intubations peuvent être «préparées» en cinq à 15 minutes afin d'améliorer la sécurité de la procédure.

La réalisation pratique est décrite sur la Fig. 1.

La situation la plus simple est celle d'un patient traité jusqu'alors par VNI. Il suffit alors d'augmenter la  $FiO_2$  à 1 jusqu'à l'intubation en desserrant les sangles d'attaches afin de pouvoir enlever l'interface rapidement lors de la laryngoscopie.

La situation la plus fréquente est, cependant, celle d'un patient traité par oxygénothérapie et pour lequel l'intubation devient indispensable. Afin de sécuriser la procédure d'intubation, nous avons montré, dans une étude prospective multicentrique, qu'un protocole d'intubation décomposé en trois phases (pré-, per- et post-intubation immédiate) permettait de diminuer de moitié l'incidence des complications menaçant le pronostic vital [4]. Ce protocole, présenté dans un numéro antérieur de *Réanimation* [9] est résumé dans la *Tableau 1*. La préoxygénation fait partie intégrante du protocole et ne se conçoit pas de manière isolée. Au plan pratique, il est possible lors de la préparation de l'intubation qui comprend un remplissage vasculaire, la préparation des drogues anesthésiques et du matériel d'intubation, la mise en place du capnographe de préoxygéner les patients avec le masque standard d'anesthésie et le ventilateur lourd de réanimation. Il est important de signaler que dans cette situation nous proposons d'utiliser le masque d'anesthésie de sécurité

**Tableau 1** Procédures d'intubation en réanimation au DAR Saint-Éloi, Montpellier, Pr Jaber.

Pré-intubation
<i>Remplissage systématique hors contre-indications</i> (≥ 500 ml de cristalloïdes ou 250 ml de colloïdes) <i>Si collapsus marqué, introduction précoce des amines</i> (++) si pression artérielle diastolique < 35 mmHg) <i>Préoxygénation en ventilation non-invasive si patient hypoxémique</i> (FiO <sub>2</sub> = 1, aide inspiratoire 5 < AI < 15 cmH <sub>2</sub> O ; PEP = 5 cmH <sub>2</sub> O) <i>Présence systématique de 2 opérateurs</i> <i>Préparation de la sédation et introduction immédiate après intubation</i>
Per-intubation
<i>Utilisation de lame métallique pour la laryngoscopie</i> <i>Induction à séquence rapide (ISR) hors contre-indications</i> Hypnotique d'action rapide : etomidate ou kétalar Etomidate : 0,3 à 0,5 mg/kg IVD (20 mg/20 cm <sup>3</sup> ) ou Kétalar : 1,5 à 2 mg/kg IVD (250 mg/10 cm <sup>3</sup> , soit 25 mg/cm <sup>3</sup> ) Curare de l'ISR : celocurine 1 mg/kg IVD (1 amp = 100 mg dans 10 cm <sup>3</sup> ) (hors contre-indications : hyperkaliémie, lésion médullaire ou du motoneurone > 48 <sup>e</sup> heure, allergie connue, brûlure grave > 48 <sup>e</sup> heure) Si contre-indication : cisatracurium (Nimbex, 0,5 mg/kg IVD) <i>Manœuvre de Sellick (pression cricoïde)</i>
Post-intubation
<i>Contrôle de la bonne position de la sonde par Capnographe (EtCO<sub>2</sub>)</i> <i>Mise en route précoce des amines si collapsus marqué</i> <i>Ventilation initiale « protectrice » : Vt 6–7 ml/kg, 10 &lt; FR &lt; 15 c/min, FiO<sub>2</sub> pour SaO<sub>2</sub> 95–98%, Pplat &lt; 30 cmH<sub>2</sub>O, PEP &lt; 5 cmH<sub>2</sub>O (à réadapter à distance)</i> <i>Maintien de la pression du ballonnet de la sonde d'intubation entre 25 et 30 cmH<sub>2</sub>O</i> <i>Manœuvre de recrutement post-intubation (si PAS &gt; 90 mmHg) : CPAP 40 cmH<sub>2</sub>O 40 secondes</i>

sans attache présent dans chaque chambre et pas une interface dédiée à la VNI et cela par simplicité (Annexes 1–3). Le ventilateur est paramétré en mode VNI s'il existe, en oxygène pur et avec une assistance permettant d'obtenir un volume courant expiré compris entre 6 et 10 ml/kg de poids idéal théorique. Dès la phase de préoxygénation, le capnographe peut être positionné sur le circuit machine. Le patient est toujours laissé dans la position la plus confortable, demi-assis en général, pendant la préoxygénation afin d'optimiser la ventilation alvéolaire. Alors que pour une longue période de VNI, l'utilisation d'un filtre échangeur de chaleur et d'humidité peut augmenter le travail respiratoire en comparaison avec l'humidificateur chauffant [22], cette différence ne semble pas cliniquement pertinente pour une période de quelques minutes conduisant à l'intubation. La totalité de la procédure ne dépasse pas trois à quatre minutes, temps nécessaire à l'infirmière pour préparer l'ensemble du matériel, des drogues anesthésiques et les médicaments de la sédation. La description de la procédure simplifiée de préoxygénation en VNI est décrite dans les annexes.

## Conclusion – perspectives

La préoxygénation, recommandée chez le patient à risque au bloc opératoire, est à notre sens indispensable lors de l'intubation d'un patient hypoxémique en réanimation. Cependant, pour réellement observer un bénéfice sur les échanges gazeux au décours de l'intubation, la VNI semble plus séduisante physiologiquement que la VS. Afin de comparer les deux techniques, nous avons conduit une étude prospective randomisée multicentrique (étude PREOXY) [23] où elles étaient comparées après tirage au sort. Le critère de jugement principal était un score composite comprenant l'évolution sur sept jours du score SOFA de défaillance d'organe, la durée de ventilation, la durée de séjour en réanimation et la mortalité entre les deux groupes. Cette étude a bénéficié d'un PHRC national et est en cours d'analyse.

## Conflit d'intérêt

Les auteurs n'ont pas transmis de conflit d'intérêt.

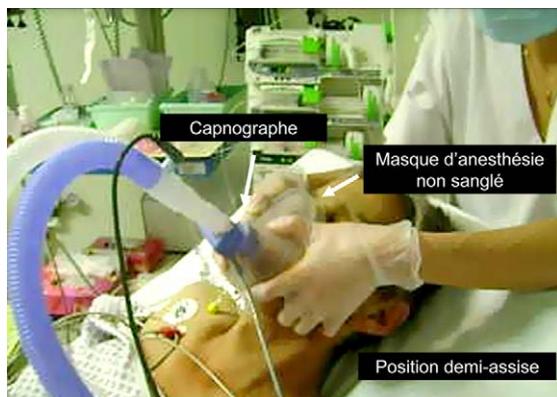
### Annexe 1. Patient présentant une insuffisance respiratoire aiguë. Oxygénothérapie à l'aide de la fonction oxygénothérapie du ventilateur, gaz réchauffés et humidifiés.



### Annexe 2. Installation du patient en position demi-assise pour une ventilation non-invasive à l'aide du masque d'anesthésie de sécurité présent dans chambre de réanimation.



### Annexe 3. Instauration de ventilation non-invasive à l'aide du masque d'anesthésie, non-sanglé. Installation du capnographe dès la phase de préoxygénation.



### Références

- [1] 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(9):2355–61.
- [2] Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg* 2004;99(2):607–13 [table of contents].
- [3] 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(2):367–76.
- [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(2):248–55.
- [5] 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 Anesth Reanim* 2000;19(10):719–24.
- [6] 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(4):452–8.
- [7] Jaber S, Lefrant J. Endotracheal intubation in the intensive care unit: non-anesthesiologists know rapid sequence intubation, but is it accurate in all cases? *Response Crit Care Med* 2007;35(3):983–4.
- [8] 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(1):68–71.
- [9] Jung B, Chanques G, Sebbane M, Verzilli D, Jaber S. Les modalités de l'intubation en urgence et ses complications. *Reanimation* 2008;17:753–60.
- [10] Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med* 2008;34(10):1835–42.
- [11] Walz JM, Zayaruzny M, Heard SO. Airway management in critical illness. *Chest* 2007;131(2):608–20.
- [12] Prise en charge des voies aériennes en anesthésie adulte à l'exception de l'intubation difficile : conférence de consensus. *Ann Fr Anesth Reanim* 2003;22:745–9.
- [13] 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(5):1269–77.
- [14] Chanques G, Constantin JM, Sauter M, Jung B, Sebbane M, Verzilli D, et al. Discomfort associated with underhumidified high-flow oxygen therapy in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2009;35(6):996–1003.
- [15] Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. *Can J Anaesth* 2009;56(6):449–66.
- [16] Delay J, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y, et al. The effectiveness of non-invasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg* 2008;107(5):1707–13.
- [17] Leibowitz AB. Persistent preoxygenation efforts before tracheal intubation in the intensive care unit are of no use: who would have guessed? *Crit Care Med* 2009;37(1):335–6.
- [18] Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, et al. Non-invasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;174(2):171–7.

- [19] Crummy F, Naughton MT. Non-invasive positive pressure ventilation for acute respiratory failure: justified or just hot air? *Intern Med J* 2007;37(2):112–8.
- [20] Winck JC, Azevedo LF, Costa-Pereira A, Antonelli M, Wyatt JC. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema – a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2006;10(2):R69.
- [21] 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* 14(2):R76, Epub 2010 Apr 28.
- [22] Jaber S, Chanques G, Matecki S, Ramonatxo M, Souche B, Perrigault PF, et al. Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during non-invasive ventilation. *Intensive Care Med* 2002;28(11):1590–4.
- [23] NCT00472160 CT. Preoxygenation using NIV in hypoxemic patients (preoxy) 2007.