

- Seule une démonstration d'une diminution du recours à l'intubation des patients en détresse respiratoire aiguë donnera à cette technique le statut de nouveau support ventilatoire.
- Au-delà de l'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique, ce dispositif peut être utilisé pour assurer une meilleure oxygénation au cours de procédures invasives type fibroscopie bronchique (avec lavage bronchoalvéolaire notamment), échographie cardiaque transoesophagienne, fibroscopie œsogastro-duodénale).

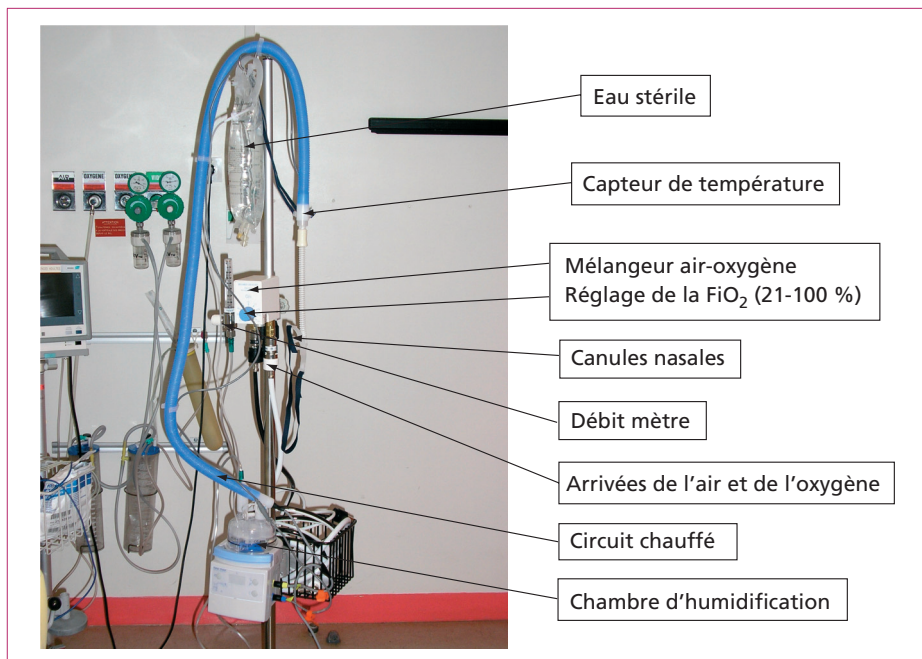
1. Introduction

Utilisée depuis de nombreuses années par les néonatalogistes nord-américains (1), l'oxygénothérapie à haut débit n'est utilisée par les réanimateurs adultes que depuis 2-3 ans. Les principales limites à l'oxygénothérapie conventionnelle, qu'elle soit administrée *via* des lunettes, une sonde nasale ou un masque facial, sont une fraction inspirée en oxygène (FiO_2) limitée et non maîtrisée, l'absence de conditionnement de l'oxygène délivré au patient (pas de réchauffement et humidification très insuffisante même en présence d'un barboteur) et une tolérance médiocre (2). Par son fonctionnement, l'oxygénothérapie à haut débit pallie à ces limites et apporte d'autres bénéfices. De fait, la place exacte de ce dispositif dans l'arsenal thérapeutique de l'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique reste à préciser. Il est en effet, par certains aspects, simplement un nouveau mode d'administration de l'oxygène mais par d'autres, semble être un nouveau support ventilatoire. Seule la démonstration objective d'une réduction du recours à l'intubation des patients en détresse respiratoire aiguë avec ce système permettra de lui donner ce statut, au-delà des bénéfices cliniques déjà observés chez ces patients.

2. Principes de fonctionnement

Le fonctionnement de l'oxygénothérapie à haut débit type Optiflow™ (Fisher & Paykel, Courtabœuf, France) est simple (Figure 1). Il s'agit – grâce à un mélangeur air-oxygène permettant de maîtriser la FiO_2 et de générer des débits élevés (jusqu'à 60 l/min) – de délivrer une oxygénothérapie maîtrisée en débit et en FiO_2 , en humidité et en chaleur (grâce à une base chauffante, identique à celle utilisée en réanimation pour les patients intubés). Air et oxygène (provenant des gaz médicaux muraux) sont ainsi mélangés, réchauffés, humidifiés et délivrés au patient *via* un circuit chauffant monobranche inspiratoire (pour éviter déperdition thermique et condensation) au travers de canules nasales à large diamètre. L'expiration se fait de façon libre. Certains respirateurs peuvent assurer le rôle de mélangeur, il suffit alors de disposer de la base chauffante et des canules nasales. Comme au cours de la ventilation mécanique, la base chauffante doit être alimentée en eau ; le remplissage étant régulé automatiquement grâce à un flotteur. En

Figure 1 – Dispositif d’oxygénothérapie à haut débit de type Optiflow™ (Fisher&Paykel, Courtaboeuf, France). Installation : raccordement des tuyaux d’air et d’oxygène aux prises murales ; branchement de l’eau stérile au réservoir autoremplisseur de la chambre d’humidification ; mise en place du circuit chauffé sur la chambre d’humidification avec branchement des capteurs de température ; raccordement de la sortie du mélangeur à la chambre d’humidification et branchement des canules nasales au circuit ; mise en route de la chambre d’humidification.



raison des débits élevés utilisés, il est important de mettre la base chauffante en position « intubation » plutôt que VNI, de façon à apporter suffisamment de chaleur et d’humidité au mélange air-oxygène.

3. Effets physiologiques

Les effets physiologiques rapportés à l’utilisation de ce dispositif sont de plusieurs ordres, et liés d’une part au haut débit et d’autre part à l’humidification et au réchauffement des gaz inspirés.

3.1. Un lavage de l’espace mort nasopharyngé

Un des premiers effets bénéfiques rapporté à l’utilisation du haut débit consiste au lavage de l’espace mort nasopharyngé. Ceci a pour conséquence une augmentation du rapport ventilation alvéolaire sur ventilation minute. Une analogie de cet effet peut être faite avec l’insufflation trachéale de gaz (TGI en anglais) utilisé au

cours de la ventilation mécanique invasive. Le principe réside dans l'insufflation d'un faible débit d'oxygène à l'extrémité de la sonde d'intubation, réduisant ainsi l'espace mort physiologique. Plusieurs études ont montré l'efficacité de cette technique au cours de la ventilation mécanique. Dewan et al ont montré que cette technique, réalisée à l'aide d'un cathéter transtrachéal chez des patients BPCO, non intubés, augmentait leur tolérance à l'exercice et réduisait la sensation de dyspnée (3). De façon intéressante, l'administration d'oxygène à haut débit *via* des canules nasales permettait d'obtenir le même effet positif. Ces résultats indiquent clairement que le lavage de l'espace mort est un des mécanismes par lequel l'oxygénothérapie à haut débit exerce un effet bénéfique. Ce lavage de l'espace mort pourrait également avoir un impact sur l'oxygénation. Chatila *et al.* ont montré qu'à FiO₂ égale, l'oxygénothérapie à haut débit permettait à des patients BPCO de maintenir une oxygénation supérieure au cours de l'exercice qu'avec un plus faible débit d'oxygène. Le pH et la PaCO₂ de ces patients restaient stables, malgré une diminution de leur fréquence respiratoire (4). Une étude chez des volontaires sains a permis de mesurer une plus grande concentration nasopharyngée d'oxygène avec des débits croissants d'oxygène, notamment lorsque la bouche était ouverte (5).

3.2. Une diminution de l'augmentation de la résistance inspiratoire

Shepard et Burger ont mesuré une augmentation de la résistance inspiratoire des voies aériennes liée à la rétraction du nasopharynx (6). Il est possible qu'en délivrant des débits inspiratoires supérieurs à ceux générés par le patient, l'oxygénothérapie à haut débit s'oppose à cette augmentation de la résistance inspiratoire réduisant ainsi le travail respiratoire.

3.3. Humidification et réchauffement des gaz inspirés

Plusieurs études ont clairement montré les effets négatifs d'un conditionnement inapproprié des gaz inspirés. Fontanari *et al.* ont montré que l'inhalation de gaz froid et/ou sec induisait une bronchoconstriction avec augmentation de la résistance des voies aériennes (7). Ce conditionnement insuffisant peut être source d'inconfort et de douleurs pharyngées qui sont nettement diminués lorsqu'on humidifie et réchauffe les gaz inspirés avec un humidificateur chauffant (8).

3.4. Effet pression positive

Deux études ont cherché à mesurer la PEP obtenue avec l'oxygénothérapie à haut débit, la première chez 10 volontaires sains, la deuxième chez 15 patients en post-opératoire de chirurgie cardiaque. Les deux études ont mis en évidence un effet PEP, certes modéré, de l'ordre de 5 cmH₂O, mais indiscutablement présent. Deux points sont importants à signaler : d'une part cet effet PEP n'était évidemment présent de façon notable que lorsque la bouche était fermée ; d'autre part, cet effet PEP est dépendant du débit utilisé. Chez les volontaires sains, différents débits ont été étudiés, permettant d'objectiver cette relation débit/PEP, avec une PEP à 2,9 cmH₂O à 20 l/min augmentant à 7,4 à 60 l/min (9) alors que l'étude

chez les patients en postopératoire de chirurgie cardiaque, un seul débit avait été appliqué, de 35 l/min (10). Il est donc probable qu'une PEP plus élevée serait mesurée chez les patients en détresse respiratoire avec des débits plus importants, tels que nous les utilisons (de l'ordre de 60 l/min (11)). S'il ne paraît pas fondé d'utiliser l'oxygénothérapie à haut débit pour son seul effet PEP (à la place de la valve de Boussignac par exemple dans le traitement de l'OAP cardiogénique) en raison d'un niveau plus faible et moins constant, il n'en demeure pas moins que cet effet contribue à l'amélioration de l'oxygénation des patients en détresse respiratoire aiguë hypoxémique dans une proportion qui reste à déterminer.

Il est très difficile d'établir de façon précise la contribution respective de chacun des effets listés ci-dessus dans les effets bénéfiques observés chez les patients de réanimation. Il n'en demeure pas moins qu'ils sont de toute façon liés au haut débit et à la meilleure maîtrise de la FiO_2 . C'est pour cette raison qu'il nous semble important de commencer d'emblée avec un débit très élevé, quitte à le diminuer progressivement ensuite en fonction de l'amélioration du patient.

4. Intérêts cliniques

4.1. Prise en charge de l'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique en réanimation

Dans l'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique, l'oxygénothérapie à haut débit a été comparée à l'oxygénothérapie conventionnelle soit au cours d'études « physiologiques », soit d'études cliniques observationnelles. La première étude évaluant l'intérêt de l'oxygénothérapie à haut débit chez des patients adulte de réanimation a été publiée en 2010 (12). Dans cette étude physiologique, Roca *et al.* ont comparé les effets sur des paramètres ventilatoires d'une période de 30 min de ventilation spontanée avec un dispositif de haut débit à une période de 30 min avec un masque venturi chez 20 patients hospitalisés en réanimation pour détresse respiratoire aiguë. Comparée au masque venturi, ils ont observé une amélioration de la dyspnée, une réduction de la fréquence respiratoire, et une augmentation avec l'oxygénation à haut débit. Les patients rapportaient également un meilleur confort avec l'oxygénothérapie à haut débit. Cette étude mettait en exergue l'amélioration rapide des paramètres sous oxygénothérapie à haut débit. Cependant, elle n'apportait aucun renseignement sur les effets à moyen ou long terme de cette technique. De plus les patients étaient inclus en médiane 4 jours après leur admission, on peut donc légitimement penser que les patients avaient déjà bénéficié de traitements spécifiques de leur détresse respiratoire (12).

Dans un article publié en 2011, une équipe française a rapporté sa première expérience avec l'oxygénothérapie à haut débit chez 20 patients traités en détresse respiratoire aiguë hypoxémique (13). Dans cette étude, étaient inclus des patients admis en réanimation présentant des signes persistants de détresse respiratoire malgré une oxygénothérapie conventionnelle au masque à haute concentration. Les paramètres cliniques et gazométriques mesurés chez 20 patients sous masque

à haute concentration juste avant le changement pour les cannules nasales de l'oxygénothérapie à haut débit ont été comparés à ceux mesurés une heure puis 24h après la mise sous haut débit (11). L'amélioration rapide des paramètres ventilatoires sous haut débit par rapport au masque à haute concentration observée par Roca *et al.* (12) a été confirmée dans ce travail. Il a été montré pour la première fois que cette technique était remarquablement bien tolérée (bien au-delà des 30 min étudiées par l'équipe espagnole) et ce, pendant toute la durée d'utilisation du haut débit. Ce dispositif a été utilisé pendant une médiane de 26,5 h avec un maximum de 5 jours (13). Il n'a jamais du être interrompu pour intolérance. Sur les 20 patients traités par ce dispositif, 6 ont dû être intubés secondairement. Afin de confirmer ces résultats initiaux et d'essayer d'identifier des paramètres prédictifs d'échec du haut débit, une seconde étude a été menée par les mêmes auteurs (11). Les critères d'inclusions étaient proches de ceux de la première étude. La comparaison portait en plus sur des signes de détresse respiratoire (balancement thoraco-abdominal, utilisation des muscles respiratoires accessoires). De plus, les auteurs ont demandé aux cliniciens quelle aurait été leur prise en charge des patients après échec de l'oxygénothérapie conventionnelle, si l'oxygénothérapie à haut débit n'avait pas été disponible. Trois options leur étaient proposées : intubation trachéale, mise en route d'une ventilation non-invasive ou poursuite de l'oxygénothérapie au masque. Cette question était posée au moment de la mise en route du haut débit, alors que les cliniciens n'avaient aucune idée de la façon dont leurs patients allaient répondre à cette nouvelle technique. Cette évaluation a permis de confirmer d'une part de la sévérité de l'insuffisance respiratoire aiguë des patients, puisque 16 d'entre eux auraient été intubés par les cliniciens en l'absence d'oxygénothérapie à haut débit ; et 12 auraient eu de la VNI. D'autre part, elle suggère (sans le démontrer bien sûr) que l'oxygénothérapie à haut débit a peut-être évité un certain nombre d'intubations, puisque sur les 16 patients pour lesquels une décision d'intubation aurait été prise si l'oxygénothérapie à haut débit n'existait pas, seuls 6 d'entre eux ont finalement été intubés, et 2 ont reçu de la VNI. De façon similaire, sur les 12 patients que les cliniciens auraient traité avec de la VNI, 2 ont été intubés et 2 ont reçu de la VNI (11).

Par ailleurs, les paramètres respiratoires des patients secondairement intubés ont été comparés à ceux des patients qui n'ont pas eu besoin d'être intubés afin d'identifier des éléments prédictifs de l'échec de l'oxygénothérapie à haut débit. Plusieurs paramètres cliniques simples, immédiatement disponibles au lit du patient ont pu être notés. Ainsi, très tôt après l'instauration de l'oxygénothérapie à haut débit, la persistance d'un balancement thoraco-abdominal, d'un tirage sus-claviculaire et d'une fréquence respiratoire élevée ont été plus souvent notés chez les patients secondairement intubés par rapport à ceux qui ne l'étaient pas. Ces résultats méritent d'être confirmés dans une étude avec un nombre plus important de patients permettant une analyse multivariée. Comme dans la précédente étude (13), il n'y a eu aucun arrêt prématuré de la technique en raison d'une intolérance, alors même que la durée d'utilisation était bien plus importante (2,8 jours en médiane et un maximum de 7 jours) (11).

Dans une population de patients moins graves (patients de soins intensifs en insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique légère à modérée), Parke *et al.* ont comparé l'oxygénothérapie à haut débit au masque à haute concentration (14). Soixante patients ont ainsi été randomisés. Les patients traités avec l'oxygénothérapie à haut débit avaient présenté significativement moins d'épisodes de désaturation et avaient eu moins besoin du recours à la VNI que ceux ayant reçu l'oxygène au travers du masque à haute concentration (14).

L'ensemble de ces résultats suggèrent fortement que l'oxygénothérapie à haut débit permette d'améliorer rapidement un certain nombre de patients en insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique. Toutefois, le nombre d'intubation objectivement évitée ne pourra être déterminé qu'au travers d'une étude randomisée contrôlée (vide *infra*).

4.2. Utilisation en post-extubation

Une équipe italienne a évalué l'intérêt de l'oxygénothérapie à haut débit en post-extubation immédiat. Ainsi 109 patients de réanimation qui venaient d'être extubés ont été randomisés pour recevoir soit une oxygénothérapie à haut débit soit une oxygénothérapie via un masque Venturi. L'ensemble des paramètres cliniques et gazométriques étaient en faveur de l'oxygénothérapie à haut débit. De plus, le taux de ré-intubation était significativement plus grand dans le groupe Venturi (21 *versus* 3,5 %) même s'il est légitime de s'interroger sur ce taux particulièrement élevé de ré-intubation comparativement aux données de la littérature. Précédemment, une équipe australienne avait montré une efficacité similaire entre masque à haute concentration et oxygénothérapie à haut en terme d'oxygénation et paramètres respiratoires bien que la tolérance des canules nasales de l'oxygénothérapie à haut débit ait été significativement supérieure à celle du masque (15). Il semble donc y avoir une place pour l'oxygénothérapie à haut débit en post-extubation ; mais il reste à définir la population qui bénéficiera le plus de cette technique ainsi que le timing exact de son instauration compte tenu du débat autour du bénéfice de la VNI dans cette même indication (en systématique ou au moment de l'apparition de signes de détresse respiratoire).

4.3. Oxygénothérapie per procédure

L'oxygénothérapie à haut débit peut également être utilisée pendant une courte durée afin d'assurer une oxygénation satisfaisante au cours de procédures invasives telles que l'endoscopie digestive ou bronchique ou l'échographie cardiaque par voie transœsophagienne. Plus facile à mettre en œuvre que la ventilation non-invasive, nous nous en servons régulièrement au cours des lavages broncho-alvéolaires des patients hypoxémiques en ventilation spontanée comme cela a été rapporté récemment (16).

4.4. Pré-oxygénation avant intubation

Il est enfin un domaine où l'oxygénothérapie à haut débit pourrait trouver un intérêt tout particulier qui est celui de l'intubation trachéale. En effet, non

seulement le haut débit pourrait permettre une pré-oxygénation au moins aussi efficace que celle obtenue avec un masque à Ambu, mais il offrirait l'avantage de poursuivre l'oxygénothérapie pendant la laryngoscopie. Une étude animale a ainsi montré qu'au cours d'un modèle d'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique, l'administration pharyngée de 10 l/min d'oxygène allongeait considérablement le délai d'apparition d'une désaturation sévère au cours d'une apnée (17). Dans cette étude animale, l'administration d'oxygène se faisait grâce à une sonde pharyngée ; mais en pratique il est tout à fait envisageable d'utiliser la technique du haut débit avec des canules nasales, cette technique offrant l'avantage de sa simplicité d'utilisation par rapport à la VNI et la poursuite de l'administration de l'oxygène pendant les tentatives de laryngoscopie.

4.5. Aux urgences

Compte tenu de la facilité d'utilisation de ce nouveau dispositif, il pourrait être également utilisé aux urgences. En effet, dyspnée et hypoxémie sont des motifs de recours extrêmement fréquents aux urgences, pour lesquels l'oxygénothérapie conventionnelle ne permet pas toujours un soulagement rapide des symptômes. L'intérêt de l'oxygénothérapie à haut débit a été évaluée aux urgences dans une étude préliminaire (18). Des patients présentant une détresse respiratoire aiguë hypoxémique ont été traités avec l'oxygénothérapie à haut débit, après avoir reçu une oxygénothérapie conventionnelle au masque à haute concentration. L'évaluation a porté sur un score de dyspnée et des paramètres cliniques et gazométriques. Par rapport à l'oxygénothérapie conventionnelle, le haut débit a permis une amélioration rapide et significative du score de dyspnée ainsi que des autres paramètres respiratoires, témoignant de l'intérêt potentiel de cette technique (18). Il reste à savoir si celle-ci permet d'éviter le recours à la réanimation pour quelques uns des patients se présentant aux urgences avec une détresse respiratoire aiguë.

5. Questions non résolues

La principale question qui reste à ce jour sans réponse définitive, est de savoir si l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit permet d'éviter le recours à l'intubation au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë. La méthodologie des études citées plus haut ne permet en effet pas de conclure de façon formelle à cette réduction du nombre d'intubations, même si le sentiment partagé par beaucoup d'utilisateurs est que l'oxygénothérapie à haut débit a effectivement permis d'éviter l'intubation à certains patients.

Il semble donc souhaitable de disposer de données issues d'une étude randomisée contrôlée montrant une réduction du nombre d'intubation chez les patients ayant bénéficié de l'oxygénothérapie à haut débit. La difficulté réside non pas tant la réalisation d'une telle étude que dans l'élaboration de son schéma. L'étude randomisée contrôlée actuellement en cours (FLORALI) a été plus conçue pour

évaluer l'intérêt de l'oxygénothérapie à haut débit comme complément de la ventilation non-invasive au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique que pour évaluer le haut débit en tant que traitement de première intention. Trois groupes sont donc comparés dans l'étude FLORALI : oxygénothérapie conventionnelle seule, oxygénothérapie à haut débit ; et oxygénothérapie à haute débit plus VNI. Plus de 70 patients ont déjà été inclus à ce jour.

6. Conclusion

Déjà largement utilisé en néonatalogie, ce dispositif est de plus en plus utilisé en réanimation adulte. Offrant un confort, un soulagement rapide de la dyspnée et une amélioration de l'oxygénation au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique, des études actuellement en cours permettront de savoir si l'oxygénothérapie à haut débit améliore en plus le pronostic des patients en réduisant le recours à l'intubation et la ventilation mécanique invasive. Au-delà d'un tel effet, les résultats déjà obtenus plaident en faveur de l'utilisation large de cette technique au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë.

Références

1. Dani C., Pratesi S., Migliori C., Bertini G. High flow nasal cannula therapy as respiratory support in the preterm infant. *Pediatr Pulmonol* 2009 ; 44 : 629-34.
2. Ricard J.D., Boyer A. Humidification during oxygen therapy and non-invasive ventilation: do we need some and how much? *Intensive Care Med* 2009 ; 35 : 963-5.
3. Dewan N.A., Bell C.W. Effect of low flow and high flow oxygen delivery on exercise tolerance and sensation of dyspnea. A study comparing the transtracheal catheter and nasal prongs. *Chest* 1994 ; 105 : 1061-5.
4. Chatila W., Nugent T., Vance G., Gaughan J., Criner G.J. The effects of high-flow vs low-flow oxygen on exercise in advanced obstructive airways disease. *Chest* 2004 ; 126 : 1108-15.
5. Wettstein R.B., Shelledy D.C., Peters J.I. Delivered oxygen concentrations using low-flow and high-flow nasal cannulas. *Respir Care* 2005 ; 50 : 604-9.
6. Shepard J.W., Jr., Burger C.D. Nasal and oral flow-volume loops in normal subjects and patients with obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1990 ; 142 : 1288-93.
7. Fontanari P., Burnet H., Zattara-Hartmann M.C., Jammes Y. Changes in airway resistance induced by nasal inhalation of cold dry, dry, or moist air in normal individuals. *J Appl Physiol* 1996 ; 81 : 1739-43.
8. Chanques G., Constantin J.M., Sauter M., Jung B., Sebbane M., Verzilli D., Lefrant J.Y., Jaber S. Discomfort associated with underhumidified high-flow oxygen therapy in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2009 ; 35 : 996-1003.
9. Groves N., Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers. *Aust Crit Care* 2007 ; 20 : 126-131.
10. Parke R., McGuinness S., Eccleston M. Nasal high-flow therapy delivers low level positive airway pressure. *Br J Anaesth* 2009 ; 103 : 886-90.

11. Sztrymf B., Messika J., Bertrand F., Hurel D., Leon R., Dreyfuss D., Ricard J.D. Beneficial effects of humidified high flow nasal oxygen in critical care patients: a prospective pilot study. *Intensive Care Med* 2011 ; 37 : 1780-6.
12. Roca O., Riera J., Torres F., Masclans J.R. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care* 2010 ; 55 : 408-13.
13. Sztrymf B., Messika J., Mayot T., Lenglet H., Dreyfuss D., Ricard J.D. Impact of high-flow nasal cannula oxygen therapy on intensive care unit patients with acute respiratory failure: A prospective observational study. *J Crit Care Sep 27 2011*. [Epub ahead of print].
14. Parke R.L., McGuinness S.P., Eccleston M.L. A preliminary randomized controlled trial to assess effectiveness of nasal high-flow oxygen in intensive care patients. *Respir Care* 2011 ; 56 : 265-70.
15. Tiruvoipati R., Lewis D., Haji K., Botha J. High-flow nasal oxygen vs high-flow face mask: A randomized crossover trial in extubated patients. *J Crit Care* 2010 ; 25 : 463-8.
16. Lomas C., Roca O., Álvarez A., Masclans J.R. Fibroscopy in patients with hypoxemic respiratory insufficiency: Utility of the high-flow nasal cannula. *Respir Med* 2009 ; 2 : 121-124.
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. Lenglet H., Sztrymf B., Leroy C., Brun P., Dreyfuss D., Ricard J.D. Humidified high flow nasal oxygen during respiratory failure in the emergency department: a feasibility and efficacy study. *Respir Care*; 2012; in press.

