

# VNI PENDANT LE SEVRAGE : POUR QUELS MALADES ?

## **Arnaud W. Thille**

Réanimation Médicale, AP-HP, Groupe hospitalier Albert Chenevier - Henri Mondor, Université Paris XII, INSERM U955, 51 avenue de Maréchal de Lattre de Tassigny, 94000 Créteil. E-mail : arnaud.thille@hmn.aphp.fr

## **INTRODUCTION**

La ventilation non invasive (VNI) s'est largement développée dans les services de réanimation et le nombre de patients traités par cette méthode a significativement augmenté depuis plus de 10 ans. Une enquête française a récemment évalué la pratique de la VNI sur plus de 1000 patients ventilés dans 70 unités de réanimation [1]. Pour mesurer la progression de la VNI, cette étude a été comparée avec une autre enquête réalisée 5 ans auparavant [2]. En 2002, la VNI était utilisée en première intention chez 23 % des patients nécessitant un support ventilatoire (versus 16 % en 1997,  $p < 0,05$ ). Si on s'intéresse aux patients admis en réanimation non intubés mais qui nécessitent une ventilation mécanique, plus de la moitié d'entre eux étaient traités par de la VNI (52 % versus 35 % en 1997,  $p < 0,05$ ). Cette étude montre clairement que la VNI progresse et qu'elle est utilisée dans la majorité des unités. La tolérance du masque et du ventilateur est un élément déterminant de la réussite [1, 2]. En France, la VNI se fait principalement avec des ventilateurs de réanimation [1]. En Amérique du nord au contraire, elle se fait avec des ventilateurs dédiés pour la VNI (type BiPAP vision) [3]. Des modes spécifiques à la VNI sont maintenant proposés sur de nombreux ventilateurs de réanimation pour améliorer les performances en cas de fuites.

## **1. INDICATIONS DE LA VNI**

Les 2 grandes indications reconnues de la VNI sont l'insuffisance respiratoire aiguë sur insuffisance respiratoire chronique et l'œdème pulmonaire cardiogénique. En effet, la VNI réduit le taux d'intubation, les infections et la mortalité de ces patients [4]. Le taux d'intubation est inférieur à 30 % chez les patients insuffisants respiratoires chroniques et l'échec de la VNI n'est pas associé à une surmortalité [5]. En conséquence, la VNI doit être le traitement de première

intention dans la majorité des cas et elle peut être efficace même en cas de coma hypercapnique [6].

L'utilisation de la VNI augmente aussi chez les patients qui présentent une détresse respiratoire aiguë hypoxémique dite « *de novo* » sans maladie respiratoire sous-jacente (pneumonie, inhalation, atélectasie, syndrome de détresse respiratoire aiguë), et plus de 20 % de ces patients sont traités par de la VNI [1]. Plusieurs travaux ont montré que la VNI pouvait réduire le risque d'intubation et même la mortalité [7]. Cependant, d'autres études sont contradictoires et n'ont pas retrouvé de bénéfice [8] ou parfois même une augmentation de la mortalité probablement liée à un retard à l'intubation [9]. Chez les patients hypoxémiques, le taux d'intubation est élevé de l'ordre de 50 à 60 % [3, 5] et l'échec de la VNI est associé à une surmortalité [5]. Cependant, la balance globale n'est ni en faveur ni en défaveur de la VNI dans cette indication. Ces résultats font penser que l'on peut augmenter les chances de survie du patient en cas de succès mais que l'on a peut-être réduit ses chances en cas d'échec. La VNI doit donc être discutée au cas par cas. La gravité du patient est bien entendu un facteur d'échec et l'indication d'intubation doit être rapidement réévaluée après la mise en route de la VNI. Des équipes ont même utilisé la VNI pour la prise en charge initiale d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë [10]. Dans ce cas, l'amélioration rapide de l'oxygénation était un critère majeur de réussite.

## 2. INDICATIONS DE LA VNI EN POST-EXTUBATION

L'épreuve de sevrage ou épreuve de ventilation spontanée permet de détecter les patients capables de respirer sans le ventilateur et d'être extubés. On réalise cette épreuve avec de l'oxygène branché sur une pièce en T ou avec le ventilateur en aide inspiratoire minimale (environ 7 cmH<sub>2</sub>O). Malgré une épreuve de sevrage réussie, l'échec de l'extubation (réintubation dans les 72 h) survient dans 10 à 20 % des cas. Les patients qui sont réintubés ont une mortalité très élevée d'environ 50 % [11, 12]. L'extubation est donc une période à haut risque et la VNI peut favoriser le sevrage et réduire le taux de réintubation chez certains patients. Il faut distinguer 3 situations très différentes :

- La VNI en relais de l'intubation chez des patients insuffisants respiratoires chroniques qui n'ont pas tous les critères d'extubation.
- La VNI préventive pour des patients à haut risque de réintubation. Le patient ne présente pas de détresse respiratoire à l'initiation de la VNI.
- La VNI pour traiter une détresse respiratoire survenant après l'extubation.

### 2.1. VNI EN RELAIS DE L'INTUBATION CHEZ LES PATIENTS INSUFFISANTS RESPIRATOIRES CHRONIQUES DIFFICILES À SEVRER (TABLEAU I)

La VNI en relais de l'intubation signifie que le patient est extubé alors qu'il ne présente pas tous les critères de réussite à l'épreuve de sevrage (fréquence respiratoire > 35/min, SpO<sub>2</sub> < 90 %, respiration paradoxale, fréquence cardiaque > 140 ou < 50/min, PAS > 180 ou < 70 mmHg, agitation ou troubles de conscience). La VNI est ensuite appliquée à « haute dose » juste après l'extubation. Cette situation se discute principalement chez des patients insuffisants respiratoires chroniques qui ont un risque de sevrage prolongé et qui nécessitent parfois une trachéotomie, alors que c'est dans cette indication que la VNI est la plus efficace. Au plan physiologique, le travail respiratoire augmente nettement après l'extubation mais la VNI permet de réduire l'effort du patient à la même valeur que

lorsqu'il était intubé [13]. Plusieurs études ont évalué des patients insuffisants respiratoires chroniques dans ce contexte de sevrage difficile (1 ou plusieurs échecs à l'épreuve de sevrage) [14-16]. Malgré l'échec à l'épreuve de VS, les patients étaient extubés et traités par de la VNI intensive jusqu'à l'amélioration respiratoire. Dans le groupe contrôle, les patients étaient sevrés de façon traditionnelle avec une épreuve de sevrage quotidienne suivie d'une extubation si l'épreuve est un succès. Sur les 3 études, 2 sont positives en faveur de la VNI avec un taux de réussite au sevrage plus important (80 à 90 % de succès versus 60 %) et une réduction de mortalité significative [14, 16].

**Tableau I**

Extubation suivie de VNI malgré l'échec d'une épreuve de sevrage chez les patients insuffisants respiratoires chroniques

	N VNI/O <sub>2</sub>	Indication : échec VS	Dose VNI (durée)	Durée intubation (j) VNI/O <sub>2</sub>	Succès sevrage (%) VNI/O <sub>2</sub>	Mortalité (%) VNI/O <sub>2</sub>
Ferrer et al. 2003 [16]	21/22	Après 3 échecs	43h (total) (1-9 j)	10±8 vs 20±13 (p < 0,01)	90 vs 60 (p<0.01)	Réa : 10 vs 40 (p=0.04)
Girault et al. 1999 [15]	17/16	Après 1 échec	Séances de 2 à 4h	5±2 vs 8±4 (p < 0,01)	75 % identique	0 vs 12 (p=NS)
Nava et al. 1998 [14]	25/25	Après 1 échec	20h (2j)	10±7 vs 17±12 (p<0.01)	+ de 80% vs 60 (p<0.01)	8 vs 28 (p<0.01)

## 2.2. VNI PRÉVENTIVE ET SYSTÉMATIQUE DÈS L'EXTUBATION CHEZ LES PATIENTS À HAUT RISQUE DE RÉINTUBATION (TABLEAU II)

Dans cette situation, l'épreuve de sevrage est un succès et tous les critères d'extubation sont présents, le patient va donc être extubé. Cependant, son risque de réintubation est élevé et la VNI est appliquée de façon systématique alors que le patient ne présente pas de détresse respiratoire. Trois études ont évalué la VNI dans cette indication préventive pendant les 24 à 48 h suivant l'extubation [17-19]. Ces études ont toutes les 3 démontré un bénéfice en faveur de la VNI avec une réduction du taux de réintubation [17], et surtout une réduction de mortalité [18, 19].

Quels sont les patients à haut risque de réintubation ? La première étude incluait les patients qui présentaient un sevrage difficile (échecs à l'épreuve de VS), une hypercapnie après l'extubation ( $\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg), une insuffisance cardiaque chronique, des comorbidités, une toux faible ou des signes de dyspnée laryngée [17]. Environ 1/3 des patients présentaient une maladie respiratoire chronique. La deuxième étude incluait les patients âgés de plus de 65 ans, ceux avec un score de gravité élevé au moment de l'extubation (APACHE II > 12) ou une insuffisance cardiaque responsable de l'intubation [18]. Environ la moitié des patients présentaient une maladie respiratoire chronique. Dans cette étude, la VNI était particulièrement efficace chez les patients hypercapniques. La même équipe a récemment confirmé les effets bénéfiques de la VNI chez les patients qui présentent une  $\text{PCO}_2 > 45$  mmHg lors de l'épreuve de sevrage (principalement des patients insuffisants respiratoires chroniques). La VNI permettait de réduire la survenue d'une détresse respiratoire après l'extubation et de réduire la mortalité à 3 mois [19]. La VNI devrait donc être systématique chez tous les patients hypercapniques.

Concernant les facteurs de risque d'échec d'extubation, il existe peu de critères prédictifs. Nous avons récemment analysé toutes les extubations de

notre service sur une période d'un an portant sur 340 patients ventilés [12]. Notre taux d'échec d'extubation était de 15 %. Les patients réintubés n'étaient pas plus graves que les autres (SAPS II à l'admission et score SOFA le jour de l'extubation identiques) et aucune différence n'était observée sur la durée de ventilation mécanique ou la gazométrie avant l'extubation. Les seuls facteurs associés à l'échec étaient l'âge et les antécédents cardio-vasculaires. Les patients âgés de plus de 65 ans avec des antécédents cardiaques ou respiratoires présentaient un taux d'échec d'extubation de plus de 30 % [12]. Compte tenu du taux de réintubation élevé chez ces patients et du taux de mortalité élevé en cas de réintubation (de l'ordre de 50 %), la VNI pourrait être bénéfique chez ces patients à risque.

Pour conclure sur cette indication, voici les populations de patients qui pourraient bénéficier d'une VNI préventive et systématique après l'extubation :

- $PCO_2 > 45$  mmHg lors de l'épreuve de VS.
- Patients de plus de 65 ans ayant des antécédents cardio-respiratoires.
- Sevrage difficile avec échec d'une épreuve de VS ou échec d'extubation.

**Tableau II**

VNI systématique après l'extubation chez les patients à haut risque de réintubation

	N VNI/O <sub>2</sub>	Indication	Dose VNI (durée)	Détresse Respi(%)	Réintubation (%) VNI/O <sub>2</sub>	Mortalité (%) VNI/O <sub>2</sub>
Ferrer et al. 2009 [19]	54/52	$PCO_2 > 45$ mmHg	18h (1j)	15 vs 48 (p<0.01)	11 vs 19 (p=0.37)	Hôpital : 11 vs 31 (p=0.02)
Ferrer et al. 2006 [18]	79/83	âge>65, APACHE II>12, Insuffisance cardiaque	19h (1j)	16 vs 33 (p=0.03)	11 vs 22 (p=0.12)	Réa : 3 vs 14 (p=0.01)
Nava et al. 2005 [17]	48/49	Multiples échecs VS, $PaCO_2 > 45$ , Insuffisance cardiaque, comorbidités...	>8h/j (2j)	---	8 vs 24 (p=0.03)	Réa : 6 vs 18 (p=0.06)

### 2.3. VNI EN CAS DE DÉTRESSE RESPIRATOIRE AIGÜE SURVENANT APRÈS L'EXTUBATION (TABLEAU III)

En 2004, une étude publiée dans le « New England journal of medicine » révélait que la VNI pouvait être dangereuse pour le traitement d'une détresse respiratoire survenant après l'extubation [9]. Plus de 200 patients étaient étudiés et traités soit par de la VNI soit par de l'oxygène puis intubés si nécessaire. Le taux de réintubation était identique dans les 2 groupes (environ 50 %) mais les patients traités par VNI étaient intubés plus tardivement avec une surmortalité par rapport au traitement standard [9].

La VNI est-elle dangereuse dans cette indication ? Cette étude fit beaucoup réfléchir et c'est ici le même raisonnement que la VNI chez les patients qui présentent une insuffisance respiratoire « de novo ». L'échec de la VNI risque d'aggraver les patients s'ils sont intubés ou réintubés trop tardivement. Cependant, la VNI n'est pas une contre indication lors d'une détresse respiratoire en post-extubation et voici les arguments qui sont en faveur :

- Un des points fréquemment discuté dans cette étude négative [9] était la faible expérience de la VNI dans certaines unités et le faible taux d'inclusion

(114 patients inclus dans le groupe VNI dans 37 centres sur une période de 30 mois).

- Une 1<sup>ère</sup> étude canadienne avait déjà évalué la VNI en cas de détresse respiratoire post-extubation et ne retrouvait pas de différence en termes de réintubation (environ 70 %) ou de mortalité [20]. Il n'y avait donc pas de bénéfice de la VNI mais pas d'aggravation non plus et les patients insuffisants respiratoires chroniques qui devaient être initialement étudiés recevaient tous de la VNI et n'étaient plus inclus dans l'étude.
- La VNI réduit nettement le risque de réintubation des patients insuffisants respiratoires chroniques qui présentent une détresse respiratoire hypercapnique en post-extubation [21].
- La VNI réduit nettement le risque de réintubation des patients hypoxémiques en postopératoire de chirurgie abdominale [22] et surtout elle réduit de façon majeure la mortalité des patients qui présentent une détresse respiratoire dans les suites d'une résection pulmonaire [23].

En cas de détresse respiratoire post-extubation, il existe des arguments forts pour utiliser la VNI en première intention chez les patients insuffisants respiratoires chroniques et les patients postopératoires. Dans les autres cas, la VNI peut être dangereuse si l'on retarde l'intubation. Il est donc nécessaire d'instituer une surveillance intensive et de rediscuter rapidement la réintubation en cas d'échec.

**Tableau III**

VNI en cas de détresse respiratoire aiguë post-extubation

	N VNI/O <sub>2</sub>	Indication	Dose VNI (durée)	Réintubation (%) VNI/O <sub>2</sub>	Mortalité (%) VNI/O <sub>2</sub>
Esteban et al. 2004 [9]	114/107	IRA	Séances de 4h	48 vs 48 (p=0.99) ; délai 12h (VNI) vs 2h30 (p=0.02)	Réa: 25 vs 14 (p=0.048)
Keenan et al. 2002 [20]	39/42	IRA	Continue (12h)	72 vs 69 (p=0.79)	Réa: 15 vs 24 (p=0.34)
Hilbert et al. 1998 [21]	30/30	IRA hypercapnique	7h/j (5j)	20 vs 67 (p<0.01)	Hôpital: 7 vs 20 (p=NS)
Squadrone et al. 2005 [22]	104/105	Hypoxémie post-op. chir abdominale	Continue (19 h)	1 vs 10% (p<0.01)	Hôpital: 0 vs 3 (p=0.12)
Auriant et al. 2001 [23]	24/24	IRA post-op. chir pulmonaire	14h/j (2j)	21 vs 50 (p=0.03)	Hôpital: 12 vs 37 (p=0.04)

### 3. SÉLECTION DES PATIENTS ET « DOSE DE VNI »

La VNI en relais de l'intubation chez un patient insuffisant respiratoire chronique difficile à sevrer se décide pendant la ventilation mécanique invasive, après 1 ou plusieurs échecs à l'épreuve de sevrage, et après avoir traité une cause réversible qui peut retarder le sevrage : œdème pulmonaire de sevrage, infection respiratoire, atélectasie... La VNI préventive chez un patient à haut risque de réintubation se décide au moment de l'extubation. Il est donc nécessaire de déterminer le risque de réintubation chez tous les patients qui doivent être extubés en réanimation. Pour ces 2 indications (relais de l'intubation et VNI préventive), la VNI doit être débutée le plus tôt possible après l'extubation et doit être prescrite à fortes doses. En effet, dans toutes les études positives, la

VNI était appliquée de façon quasi continue au cours des 24 premières heures suivant l'extubation. Il est important de remarquer que la plupart de ces études utilisaient des ventilateurs dédiés à la VNI qui fonctionnent avec des fuites sur un circuit monobranche (BiPAP Vision, Respironics). Nous avons récemment comparé ce ventilateur de VNI avec les ventilateurs de réanimation et il semble qu'il soit meilleur en termes de confort et de synchronisation [24]. Les ventilateurs de VNI sont issus des ventilateurs de domicile qui sont utilisés en continu lors de la ventilation nocturne. Peut-être qu'un meilleur confort pourrait favoriser la tolérance de plus longues séances de VNI.

Concernant les détresses respiratoires après l'extubation, il est possible que certains patients auraient pu bénéficier d'une VNI préventive. L'hypercapnie semble être le critère le plus fort pour l'indication d'une VNI préventive. Cependant, les 2 premières études ont retrouvé des effets bénéfiques alors que la majorité des patients n'étaient pas hypercapniques et ne présentaient pas de maladie respiratoire sous jacente [17, 18]. Il existe donc d'autres facteurs qui favorisent l'échec de l'extubation et qui pourraient être traités par de la VNI. Il serait intéressant de conduire une étude pour évaluer de façon précise les bénéfices de la VNI préventive dans une population plus large à haut risque de réintubation tels les patients âgés de plus de 65 ans et qui présentent des antécédents cardio-respiratoires ou tous les patients qui ont présenté au moins 1 échec à l'épreuve de sevrage (environ un tiers des patients).

## **CONCLUSION**

La VNI est efficace pour le sevrage de la ventilation mécanique invasive en réanimation.

- Elle peut permettre l'extubation de patients insuffisants respiratoires chroniques difficiles à sevrer malgré un échec à l'épreuve de sevrage.
- Elle peut permettre de réduire le risque de réintubation et la mortalité des patients à haut risque de réintubation.
- Elle peut permettre de prendre en charge certaines détresses respiratoires post-extubation.
- La VNI préventive est particulièrement bénéfique chez les patients hypercapniques mais pourrait être aussi efficace sur les patients à haut risque de réintubation tels que les patients âgés avec des antécédents cardiovasculaires ou les patients difficiles à sevrer.

---

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] Demoule A, Girou E, Richard JC, Taille S, Brochard L. Increased use of noninvasive ventilation in French intensive care units. *Intensive Care Med* 2006;32:1747-1755
- [2] Carlucci A, Richard JC, Wysocki M, Lepage E, Brochard L. Noninvasive versus conventional mechanical ventilation. An epidemiologic survey. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:874-880.
- [3] Schettino G, Altobelli N, Kacmarek RM. Noninvasive positive-pressure ventilation in acute respiratory failure outside clinical trials: experience at the Massachusetts General Hospital. *Crit Care Med* 2008;36:441-447.
- [4] Girou E, Brun-Buisson C, Taille S, Lemaire F, Brochard L. Secular trends in nosocomial infections and mortality associated with noninvasive ventilation in patients with exacerbation of COPD and pulmonary edema. *Jama* 2003;290:2985-2991.
- [5] Demoule A, Girou E, Richard JC, Taille S, Brochard L. Benefits and risks of success or failure of noninvasive ventilation. *Intensive Care Med* 2006;32:1756-1765.

- [6] Scala R, Nava S, Conti G, Antonelli M, Naldi M, Archinucci I, Coniglio G, Hill NS. Noninvasive versus conventional ventilation to treat hypercapnic encephalopathy in chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med* 2007;33:2101-2108.
- [7] Ferrer M, Esquinas A, Leon M, Gonzalez G, Alarcon A, Torres A. Noninvasive ventilation in severe hypoxemic respiratory failure: a randomized clinical trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:1438-1444.
- [8] Delclaux C, L'Her E, Alberti C, Mancebo J, Abroug F, Conti G, Guerin C, Schortgen F, Lefort Y, Antonelli M, Lepage E, Lemaire F, Brochard L. Treatment of acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory insufficiency with continuous positive airway pressure delivered by a face mask: A randomized controlled trial. *JAMA* 2000;284:2352-2360.
- [9] Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguia C, Gonzalez M, Epstein SK, Hill NS, Nava S, Soares MA, D'Empaire G, Alia I, Anzueto A. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med* 2004;350:2452-2460.
- [10] Antonelli M, Conti G, Esquinas A, Montini L, Maggiore SM, Bello G, Rocco M, Maviglia R, Pennisi MA, Gonzalez-Diaz G, Meduri GU. A multiple-center survey on the use in clinical practice of noninvasive ventilation as a first-line intervention for acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 2007;35:18-25.
- [11] Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest* 1997;112:186-192.
- [12] Thille AW, Cabello B, Schortgen F, Brun-Buisson C, Brochard L. Failure of planned and unplanned extubation: risk factors and consequences. *Intensive Care Med* 2006;32:A0002.
- [13] Vitacca M, Ambrosino N, Clini E, Porta R, Rampulla C, Lanini B, Nava S. Physiological response to pressure support ventilation delivered before and after extubation in patients not capable of totally spontaneous autonomous breathing. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:638-641.
- [14] Nava S, Ambrosino N, Clini E, Prato M, Orlando G, Vitacca M, Brigada P, Fracchia C, Rubini F. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 1998;128:721-728.
- [15] Girault C, Daudenthun I, Chevron V, Tamion F, Leroy J, Bonmarchand G. Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic respiratory failure: a prospective, randomized controlled study. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:86-92.
- [16] Ferrer M, Esquinas A, Arancibia F, Bauer TT, Gonzalez G, Carrillo A, Rodriguez-Roisin R, Torres A. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:70-76.
- [17] Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, Beltrame F, Navalesi P. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med* 2005;33:2465-2470.
- [18] Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;173:164-170.
- [19] Ferrer M, Sellares J, Valencia M, Carrillo A, Gonzalez G, Badia JR, Nicolas JM, Torres A. Noninvasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomised controlled trial. *Lancet* 2009;374:1082-1088.
- [20] Keenan SP, Powers C, McCormack DG, Block G. Noninvasive positive-pressure ventilation for postextubation respiratory distress: a randomized controlled trial. *JAMA* 2002;287:3238-3244.
- [21] Hilbert G, Gruson D, Portel L, Gbikpi-Benissan G, Cardinaud JP. Noninvasive pressure support ventilation in COPD patients with postextubation hypercapnic respiratory insufficiency. *Eur Respir J* 1998;11:1349-1353.
- [22] Squadrone V, Cocha M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Occella P, Belloni G, Vilianis G, Fiore G, Cavallo F, Ranieri VM. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA* 2005;293:589-595.
- [23] Auriant I, Jallot A, Herve P, Cerrina J, Le Roy Ladurie F, Fournier JL, Lescot B, Parquin F. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:1231-1235.
- [24] Cartheaux G, Lyazidi A, Thille AW, Brochard L. Comparison of patient ventilator-asynchrony using ICU ventilators and a NIV ventilator (BIPAP Vision, Respironics): preliminary results. *Intensive Care Medicine* 2009;35:A0067.