

Samir JABER - Gérald CHANQUES - Mustapha SEBBANE - Jean-Jacques ELEDJAM

La ventilation non-invasive

La ventilation non-invasive (VNI) en pression positive consiste à délivrer une assistance respiratoire à travers un masque nasal ou facial. Elle est moins agressive et dangereuse que la méthode classique (ventilation mécanique invasive) qui utilise comme interface patient-machine une sonde endotrachéale ou une trachéotomie.



Samir JABER

Au début des années 80, la VNI a été utilisée de façon efficace dans la prise en charge des décompensations aiguës d'insuffisance respiratoire chronique (BPCO). A partir des années 90, son utilisation s'est étendue à d'autres types d'insuffisances respiratoires aiguës (IRA) : décompensations de BPCO, œdème aigu du poumon (OAP) cardiogénique hypercapnique, et en postopératoire de chirurgie thoracique.

INTRODUCTION

Le « **poumon d'acier** » développé au début du XXe siècle est une forme de ventilation non-invasive qui utilise une pression négative ⁽¹⁾. A partir des années cinquante, la ventilation en pression positive par l'intermédiaire d'un embout buccal puis par trachéotomie remplaça progressivement la ventilation en pression négative externe ⁽²⁾. Le manque de poumon d'acier au cours de l'épidémie de poliomyélite de 1952 conduisit à l'utilisation d'autres techniques de suppléance respiratoire. Les ventilateurs en pression positive utilisés principalement dans les blocs opératoires par les anesthésistes furent alors largement utilisés en association avec une trachéotomie et une sonde d'intubation. Cependant, les complications liées à cette ventilation (*infectieuses, traumatiques,...*)⁽³⁾ dite conventionnelle, a conduit les cliniciens à reconsidérer les techniques non-invasives.

La VNI regroupe toutes les techniques assurant une assistance ventilatoire sans sonde d'intubation ou sonde de trachéotomie. La **CPAP** (*continuous positive airway pressure*) est le maintien d'une pression positive tout au long du cycle respiratoire de la ventilation spontanée (VS). La **PEP** correspond au maintien d'une pression positive en fin d'expiration. On distingue la VNI utilisant uniquement une CPAP et la VNI utilisant deux niveaux de pression associant une CPAP à une aide inspiratoire (AI). **Ainsi : VS-AI+PEP = Bi-PAP.**

La VNI a été développée dans un premier temps pour la prise en charge d'insuffisants respiratoires chroniques arrivés au terme de leur maladie ⁽⁴⁾. Puis au début des années 80, la VNI « **moderne** » a été réutilisée dans la prise en charge des décompensations aiguës d'insuffisances respiratoires chroniques ^(5,6). En 1989, Meduri et coll. ⁽⁷⁾ montrent l'efficacité de la VNI en utilisant un respirateur moderne de réanimation et un masque facial, dans le

traitement de patients en insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique et/ou hypercapnique. A partir des années 90, son utilisation s'est étendue à d'autres types d'insuffisances respiratoires aiguës (IRA), parmi lesquelles l'IRA des œdèmes aigus du poumon (OAP) cardiogéniques ^(8,9), et en postopératoire de chirurgie thoracique ⁽¹⁰⁾. Depuis les premières publications de Meduri ^(7,11) et Brochard ^(5,6), le nombre de publications sur la VNI n'a cessé de croître ^(12,13) et le développement de cette technique représente aujourd'hui l'une des principales avancées de la réanimation moderne.

AVANTAGES ET LIMITES

Les avantages de la VNI sont principalement la diminution des complications liées à la ventilation invasive, en particulier liées à la sonde d'intubation. La VNI permet de diminuer les complications infectieuses, principalement les pneumopathies et sinusites nosocomiales ⁽¹⁴⁾. La VNI permet également de diminuer l'utilisation de sédatifs, d'améliorer le confort et la communication avec le patient car son application se fait de façon discontinue. La VNI évite les traumatismes laryngés et trachéaux associés à l'intubation endotrachéale et la trachéotomie. Plusieurs études

randomisées contrôlées réalisées auprès de patients présentant une IRA ont permis d'obtenir une réduction de la durée de ventilation, de la durée de séjour, et surtout une diminution de la mortalité ^(12,13).

Tableau 1.

Principaux avantages de la ventilation non invasive

- diminution des pneumopathies et sinusites nosocomiales
- diminution de la consommation de sédatifs
- amélioration du confort du patient avec le patient
- amélioration de la communication
- absence de traumatismes laryngés et trachéaux
- réduction de la durée de ventilation
- réduction de la durée de séjour
- diminution du coût de la prise en charge
- diminution de la mortalité

« diminution des complications liées à la ventilation invasive »



© Resprionics.

Mots clés

Ventilation. Masque facial. Insuffisance respiratoire.

Résumés

La ventilation non-invasive est moins agressive que la ventilation invasive. Elle permet de prendre en charge certaines décompensation : insuffisance respiratoire chronique, OAP. Elle ne doit pas retarder une intubation trachéale nécessaire.

Les limites de l'utilisation, mais surtout du succès de la VNI, peuvent être schématiquement classées en deux catégories.

La première est celle représentée par les équipes soignantes, médecins compris. La pratique de la VNI ne peut se développer que s'il existe une véritable motivation. En effet, la technique n'est pas toujours facile à appliquer, et consomme du temps, en particulier à la phase initiale (14). Il est impératif que l'introduction et le développement de la technique se conçoivent avec des formations répétées à tout le personnel soignant, l'élaboration de protocoles écrits et la désignation de « **référénts** » (*IDE, IADE, kinésithérapeute...*) de la technique. L'objectif à atteindre est de rendre la pratique de la VNI comme un « **traitement usuel** », et non comme « **une pratique exceptionnelle** ».

La deuxième catégorie de limites est celle en rapport avec le patient. Il est inutile de tenter de réaliser de la VNI chez un patient non coopérant. Par ailleurs, l'efficacité de la VNI est dépendante en grande partie de la cause de la défaillance respiratoire (15). Les principales études montrent que les facteurs associés au succès de la VNI dans la prise en charge d'IRA chez des patients sans antécédents d'insuffisance respiratoire chronique sont une bonne coopération du patient, une amélioration des échanges gazeux se maintenant dans le temps, une étiologie de l'IRA rapidement réversible, une sévérité de la pathologie sous-jacente modérée, une présence initiale d'une hypercapnie et la présence de fuites modérées. Ce dernier point est fondamental car la VNI est une assistance ventilatoire avec des **fuites obligatoires**. C'est la valeur des fuites et leur tolérance qui influencent le confort du patient et le succès de la technique (16). Il est le plus souvent inutile d'augmenter les niveaux d'assistance, donc les niveaux de pressions d'insufflations, dans le but d'améliorer la ventilation alvéolaire en présence de fuites importantes, car cette augmentation ne fera que les majorer. Il faut tenter en priorité d'améliorer l'étanchéité du masque et/ou d'essayer de diminuer les niveaux d'assistances.

Il est inutile de dépasser des pressions d'insufflations supérieures à 25 cmH₂O (*niveau d'aide inspiratoire + PEP*), car au-dessus de ces valeurs les fuites sont le plus souvent mal tolérées et le risque de dilatation gastrique par insufflation de gaz devient majeur. En effet, la pression d'occlusion du sphincter supérieur de l'œsophage est habituellement entre 25-30 cmH₂O. Dans ce cas, il est recommandé de mettre une sonde gastrique en aspiration douce en sachant que celle-ci peut parfois rendre plus difficile l'étanchéité. Pour pallier ce problème, certaines équipes font passer la sonde gastrique au travers d'une pièce en T additionnelle placée entre le masque et le circuit ventilatoire, et percée selon le diamètre de la sonde gastrique (17).

INDICATIONS

Le principal objectif de la VNI est le même que celui de la ventilation invasive à savoir d'assurer une assistance ventilatoire efficace. Cette suppléance ventilatoire doit améliorer les échanges gazeux, la ventilation alvéolaire et diminuer le travail des mus-

cles respiratoires afin d'éviter la survenue d'une fatigue musculaire. Les mécanismes d'actions de la VNI, comparables à ceux de la ventilation invasive qui permettent de diminuer l'effort des muscles respiratoires, permettent de mieux comprendre que les meilleurs bénéfices de la technique aient été obtenus chez les patients ayant une BPCO avec une hypoventilation alvéolaire. Les indications de la VNI se sont élargies et sont en permanence en cours d'évaluation (18,19). Le tableau 1 regroupe les principales indications où la VNI a été utilisée de façon efficace et de façon descriptive et/ou anecdotique dans certaines indications d'IRA. L'intubation ne doit pas être retardée chez un patient ne s'améliorant pas sous VNI.

Indications de la VNI

Etudes randomisées
<ul style="list-style-type: none"> • Décompensation aiguë de BPCO • Oedème aigu pulmonaire cardiogénique • Immunodéprimés et transplantés d'organes solides • Sevrage de la ventilation mécanique chez le patient BPCO • Post-opératoire de chirurgie thoracique
Etudes ouvertes
<ul style="list-style-type: none"> • Pneumopathie infectieuse • Asthme • Mucoviscidose • Post-opératoire de chirurgie cardiaque • Post-opératoire de chirurgie abdominale • Syndrome restrictif aigu • Préoxygénation pour intubation en réanimation • Pré-hospitalier et aux urgences
Séries limitées et/ou cas cliniques
<ul style="list-style-type: none"> • Fibroscopie bronchique • Traumatisme thoracique • Syndrome thoracique aigu du drépanocytaire • Refus de l'intubation endotrachéale • Syndrome de détresse respiratoire aigu • Pancréatite aiguë • Brûlés

Tableau 2 :

EN CE QUI CONCERNE LA VNI POST-OPÉATOIRE :

L'anesthésie, la chirurgie, et ce d'autant que le site est plus près du diaphragme, la douleur post-opératoire vont entraîner des modifications de la fonction respiratoire (20) : diminution des volumes pulmonaires, avec apparition d'un syndrome restrictif associant une baisse de la capacité vitale et une diminution de la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF). Il apparaît également une modification du régime ventilatoire, avec une diminution du volume courant (VT) de 20 à 30%, et une augmentation de la fréquence respiratoire d'environ 20%, afin de tenter de maintenir la ventilation alvéolaire nécessaire. La réduction des volumes pulmonaires, les modifications du mode ventilatoire, la dysfonction diaphragmatique et la douleur postopératoire vont

Bibliographie

1. - Drinker P , McKhann C (1929) - The use of a new apparatus for the prolonged administration of artificial respiration. - A fatal case of poliomyelitis. JAMA 92:1658.
2. - Collier R , Affeldt J (1954) Ventilatory efficiency of the cuirass respirator in totally paralyzed chronic poliomyelitis patients. J. Appl. Physiol 48:80-94.
3. - Stauffer JL, et al. (1981) -Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy. A prospective study of 150 critically ill adult patients. Am J Med 70:65-76.
4. - Rideau Y. - Prolongation of life in Duchennes's muscular dystrophy. Acta Neurol 5:118-124.
5. - Brochard L, Harf A (1990) - Reversal of acute exacerbations of chronic obstructive lung disease by inspiratory assistance with a face mask. N Engl J Med 323:1523-1530.
6. - Brochard L, Harf A (1995) - Noninvasive Ventilation for Acute Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. New England Journal of Medicine 333:817-822.
7. - Meduri GU (1989) - Non invasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. Chest 95:865-870.
8. - Nava S, et al. (2003) - Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema. Am J Respir Crit Care Med 168:1432-1437.
9. - Masip J, Ballús J (2000) - Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised trial. Lancet 356:2126-2132.
10. - Auriant I. (2001) - Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following Lung resection. Am J Respir Crit Care Med 164:1231-1235.

favoriser une ventilation à petits volumes pulmonaires pouvant conduire à une hypoventilation alvéolaire et à la constitution d'atélectasies.

CONTRE-INDICATIONS

Le succès de la VNI dépend principalement du bon choix de l'indication. En effet, il s'agit d'une technique qui ne peut être réalisée que chez un patient coopérant sans trouble de la vigilance. Certaines études ont rapporté une surmortalité de l'utilisation de la VNI par rapport à une prise en charge standard. Bien que l'une des études de référence dans ce domaine présente de nombreuses limites méthodologiques, elle apporte des informations fondamentales. En effet, ce travail ⁽²¹⁾ réalisé dans un secteur d'urgence avec un personnel insuffisamment formé suggère qu'il est préférable de ne pas tenter d'utiliser la VNI si toutes les conditions permettant son succès ne sont pas réunies.



© Resprionics

Contre-indications de la VNI

1. Arrêt cardiaque et/ou respiratoire
2. Altération grave de l'état de conscience (Glasgow < 9-10) à l'exception de l'encéphalopathie hypercapnique modérée
3. Indication d'intubation immédiate
4. Risque d'inhalation gastrique
5. Absence de collaboration du patient
6. Instabilité hémodynamique
7. Hypoxémie sévère
8. Expectoration trachéale impossible
- 9 Incapacité du patient à retirer lui même son masque facial
10. Impossibilité d'assurer un monitoring et une surveillance adaptés

Tableau 3:

MODALITÉS PRATIQUES

Réglage , modalités ventilatoires et pièges à connaître :

En théorie, la VNI peut être délivrée avec les mêmes modalités ventilatoires que celles utilisées chez les patients intubés ou trachéotomisés. En pratique, ce n'est pas tout à fait le cas. Une des caractéristiques principales de la VNI est qu'il s'agit d'une « **ventilation à fuites** ». La VNI est habituellement utilisée dans des modes partiels (ou assistés), où chaque cycle respiratoire est initié par le patient et délivré par le ventilateur. Rarement, un mode de ventilation totalement contrôlé est utilisé. La VNI sera utilisée soit dans un mode volumétrique (*Volume Assisté Contrôlé*), soit dans un mode en pression (*Aide Inspiratoire...*)⁽²²⁾.

Dans un mode volumétrique, le volume courant est habituellement délivré en réglant le débit de pointe, la forme du débit et le temps inspiratoire. Malheureusement, certaines machines issues d'anciennes générations de ventilateurs, n'avaient pas assez de puissance interne pour surmonter la charge d'aval (ou *impédance externe*), et le clinicien devait augmenter le temps inspiratoire pour

délivrer le volume courant souhaité, car les ventilateurs ne pouvaient pas maintenir le débit. Sur les ventilateurs de dernière génération, le réglage du débit de pointe est le plus souvent accessible et peut être maintenu quelques soit les conditions. Ceci est vrai pour les ventilateurs de réanimation et certains ventilateurs à « **turbine** » disposant d'un mode en volume contrôlé.

Pour les modes en pression, le ventilateur maintient la pression prédéterminée constante après que le patient ait initié le cycle et s'arrête, soit lorsque le débit chute à un seuil donné, supposé indiquer la fin de l'effort inspiratoire du patient, soit à la fin du temps inspiratoire pré-régulé (*pression assistée contrôlée*). Dans tous les cas, une augmentation brutale de pression fera arrêter l'assistance. L'utilisation d'un mode en pression en VNI présentera plusieurs avantages : **1)** en cas de fuites, la pression consigne sera maintenue ce qui permettra de délivrer un volume courant approprié; **2)** la pression d'insufflation étant limitée dans le masque, les fuites et leurs effets indésirables seront réduits; **3)** la synchronisation patient-machine est habituellement bonne, justifiant l'utilisation initiale

« **l'utilisation de modes limités en pression limite la pression dans le masque** »

des modes en pression pour améliorer l'effort respiratoire du patient, **4)** l'association d'une PEP à l'aide inspiratoire a montré son efficacité pour réduire l'effort et le travail respiratoire.

Au total, l'utilisation de modes limités en pression a un intérêt au moins potentiel qui est celui de limiter la pression dans le masque, un facteur jouant probablement un rôle majeur à la fois dans les fuites, dans le risque d'insufflation gastrique et dans le confort et la tolérance de la ventilation. De plus, l'existence de fuites liées à des pressions élevées impose en général une fixation plus serrée du masque, elle-même source d'effets secondaires (*douleur et lésions d'abrasions cutanées*). Ces effets expliquent probablement la meilleure tolérance subjective retrouvée avec les modes en pression par comparaison aux modes en volume ⁽²³⁾.

Bibliographie (suite)

11. - Meduri GU (1996) - Noninvasive positive pressure ventilation via face mask: first line intervention in patients with acute hypercapnic and hypoxemic respiratory failure. *Chest* 109:179-193.
12. - Mehta S, Hill N (2001) Noninvasive Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 163:540-577.
- 13.- (2001) International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: Noninvasive Positive Pressure Ventilation in Acute Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med* 163:283-291.
14. - Guérin C, Girard R, Chemorin C, Fournier G (1997) - Facial mask noninvasive mechanical ventilation reduces the incidence of nosocomial pneumonia. *Intensive Care Med* 23:1024-1032.
15. - Antonelli M, Meduri GU (2001) - Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure. *Intensive Care Med* 27:1718-1728.
16. - Soo Hoo GW, (1994) - Nasal mechanical ventilation for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease. *Crit Care Med* 22:1253-1261.



CPAP en place. - © Urgence Pratique.

Les réglages recommandés lors de la mise en route de la VNI sont l'utilisation comme mode ventilatoire de l'aide inspiratoire avec initialement un faible niveau d'assistance (5-10 cmH₂O) qui sera mieux toléré et accepté par le patient et qui sera progressivement augmenté jusqu'à 15-20 cmH₂O jusqu'à obtenir un volume courant expiré entre 7 et 10 ml/kg avec une fréquence respiratoire entre 15 et 25 c/min et le confort du patient. L'adjonction d'une PEP de 5 à 10 cmH₂O est recommandée en cas d'hypoxémie majeure et pour contrebalancer l'effet délétère de la présence d'une PEP intrinsèque importante avec hyperinflation dynamique.

Le réglage du déclenchement de l'inspiration (*trigger inspiratoire*) est également important en VNI. En ventilation assistée, le patient initie le cycle respiratoire et reçoit une assistance prédéterminée par le réglage du clinicien, alors qu'il continue son effort. Le système de déclenchement représente un des déterminants de cet effort inspiratoire. Deux systèmes sont classiquement utilisés sur les ventilateurs^(24,25). Le premier (*«trigger en pression»*) est le système classique fondé sur le principe d'une valve fermée dite **« à la demande »**, contre laquelle le patient doit développer un effort pour atteindre une dépression mesurée dans le circuit du respirateur. Ces systèmes ont été remplacés par des mécanismes plus sensibles, ouverts, et reposant sur le signal de débit. Ces **« triggers en débit »** (*flow-by*) fonctionnent en détectant le début de l'effort inspiratoire du patient, comme étant la différence entre le débit de base (*débit d'entrée*) délivré en continu dans le circuit du respirateur et le débit de retour (*débit de sortie*) mesuré dans le bloc expiratoire.

La plupart des études comparant les deux systèmes de déclenchement⁽²⁴⁾ ont pratiquement toutes rapporté un avantage des systèmes en débit : effort lié au système de déclenchement plus faible avec les triggers en débit qu'avec les triggers en pression, et ce d'autant plus que le patient présentait une hyperinflation dynamique et une pression expiratoire positive intrinsèque (*PEPi*). Les respirateurs modernes ont considérablement amélioré la performance de leur système de déclenchement⁽¹³⁾. Du fait de cette amélioration, le bénéfice supplémentaire apporté par les systèmes de déclenchement en débit est relativement modeste par rapport à celui des systèmes actuels de déclenchement en pression, mais persiste. On a donc tout intérêt également en VNI, à obtenir un système de déclenchement le plus sensible possible. Cependant la présence de fuites peut entraîner un auto-déclenchement, qu'il faudra savoir évoquer devant une augmentation inopinée de la fréquence respiratoire. La présence de fuites lors de l'utilisation d'un système en pression, entraînera l'impossibilité ou la difficulté pour la machine de maintenir le niveau de PEP externe souhaité, avec une chute de la pression dans le circuit qui sera faussement interprétée comme un appel inspiratoire du patient, entraînant des cycles d'auto-déclenchement. Dans le cas d'un système en débit, un auto-déclenchement pourra

également survenir, mais la PEP externe pourra être maintenue. La baisse du seuil de sensibilité du système de déclenchement, c'est à dire l'augmentation du seuil du débit de déclenchement permettra de maintenir le niveau de PEP externe et éliminera l'auto-déclenchement. Cet aspect représente un avantage potentiel des systèmes en débit.

Une autre raison pour le patient de ne pas déclencher le respirateur peut être l'apparition d'efforts inefficaces liés à un niveau de PEPi important et/ou à un réglage inadéquat de la ventilation. En général, cela survient lors de pressions d'insufflations trop élevées, à l'origine de volumes insufflés excessifs. La vidange de ces «trop grands volumes» va nécessiter des temps expiratoires plus prolongés que ceux dictés par la fréquence respiratoire propre du patient, entraînant le déclenchement de l'effort suivant bien avant le retour à la position d'équilibre du système respiratoire.

La présence de fuites en VNI peut également entraîner une absence de cyclage de fin d'inspiration en aide inspiratoire et une désynchronisation majeure patient-machine comme cela a été récemment montré⁽²⁷⁾. Il est donc très important d'essayer de minimiser ces fuites. Dans le cas spécifique de l'aide inspiratoire lorsque le seuil de déclenchement expiratoire ne peut être atteint, plusieurs solutions sont possibles: augmenter le seuil de déclenchement expiratoire (*trigger expiratoire*), fixer une limite de temps inspiratoire maximum (*Ti max*) courte de l'ordre de 1 seconde, voire passer

dans un mode assisté en pression contrôlée, qui permet d'emblée de régler le temps inspiratoire. Il est fondamental de bien expliquer la méthode au patient, de le rassurer en lui présentant l'ensemble du matériel nécessaire à la pratique de la VNI (*masque, respirateur, monitoring...*). Lors des premières séances de VNI, il est nécessaire que le masque facial soit initialement appliqué à la main et tenu lors des premières minutes de VNI. Le masque sera ensuite fixé

avec des sangles autour de la tête, dès l'obtention des bons réglages.

Respirateurs :

A la phase aiguë, la plupart des équipes utilisent les respirateurs lourds de réanimation qui possèdent d'excellentes performances pneumatiques ainsi qu'une bonne qualité de l'aide inspiratoire et des triggers⁽²⁶⁾. Les respirateurs spécifiquement dédiés à la VNI en particulier pour les patients appareillés de façon chronique à domicile possèdent pour la plupart de bonnes performances pour les modes ventilatoires proposés^(26,28).

Masques :

Il est bien établi que la qualité de l'interface entre le patient et le ventilateur est un élément clé du succès de la VNI. Il s'agit le plus souvent d'un masque nasal ou naso-buccal. L'embout buccal n'est plus utilisé au cours des insuffisances respiratoires aiguës mais est parfois utilisé chez les patients ventilés à domicile. Ces dernières années des progrès significatifs ont été réalisés permettant d'obtenir un compromis acceptable entre étanchéité et confort.

« effort lié au système de déclenchement plus faible avec les triggers en débit qu'avec les triggers en pression »

Bibliographie (suite)

17. - Duprez F, Marcovitch O, Vermeersch F (1999) - Ventilation non invasive en présence d'une sonde gastrique. Actualité en Kinésithérapie de Réanimation Elsevier, Paris:135-136.
 18. - Jaber S, Delay J, Perrigault P, Eledjam J (2005) Outcomes of patients with acute respiratory failure after abdominal surgery treated with noninvasive positive-pressure ventilation. Chest in press.
 19. - Garfield M, (2000) - Noninvasive ventilation for thoracic trauma. Br J Anaesth 85:788-790.
 20. - Dureuil B, Cantineau JP, Desmonts JM (1987) - Effects of upper or lower abdominal surgery on diaphragmatic function. British Journal of Anaesthesia 59:1230-1235.
 21. - Wood K, Lewis L, Von Harz B, Kollef M (1998) - The use of noninvasive positive pressure ventilation in the emergency department: results of a randomized clinical trial. Chest 113:1339-1346.
 22. - Jaber S, Brochard L (2002) - Modes ventilatoires. Mise en place de la ventilation non invasive en réanimation (M. Wisocky) Collection d'anesthésie, de réanimation et d'urgences:139-154.
 23. - Girault C, Bonmarchand G (1997) - Comparative physiologic effects of noninvasive assist-control and pressure support ventilation in acute hypercapnic respiratory failure. Chest 111:1639-1648.
 24. - Aslanian P, Corsi D, Harf A, Lemaire F, Brochard L (1998) - Effects of flow triggering on breathing effort during partial ventilatory support. Am J Respir Crit Care Med 157:135-143.

Certaines équipes réalisent des masques moulés sur mesure sur le patient.

Système d'humidification des gaz :

En VNI au masque facial, l'inspiration se pratique indifféremment par le nez, la bouche ou par les deux. Si l'inspiration se pratique préférentiellement par la bouche, les gaz inspirés ne sont pas réchauffés et humidifiés. Si l'inspiration se pratique par le nez, la fonction de réchauffement et d'humidification des gaz inspirés du naso-pharynx peut dans certaines situations (*demande ventilatoire élevée*) être dépassée par un gaz trop froid et trop sec. Nous avons récemment démontré que l'utilisation d'un échangeur de chaleur et d'humidité (ECH), d'un volume interne de 85 ml, entraînait par rapport à l'utilisation d'un humidificateur chauffant (HC) une augmentation de la ventilation minute ($14,8 \pm 0,8$ vs $13,2 \pm 4,3$ l/min; $p < 0,001$). Cette augmentation minute se faisait au dépend d'une augmentation de la fréquence respiratoire ($26,5 \pm 10,6$ vs $24,1 \pm 9,8$ cycles / min; $p = 0,002$), alors que le volume courant n'était pas significativement modifié entre les deux systèmes d'humidification. La PaCO₂ était significativement plus élevée avec le filtre qu'avec l'humidificateur chauffant ($43,4 \pm 8,9$ vs $40,8 \pm 8,2$ mmHg; $p < 0,005$) sans changement significatif des paramètres d'oxygénation. Des résultats similaires ont été rapportés par l'équipe de Créteil sur une population de patients BPCO en décompensation aiguë⁽²⁹⁾. L'étude multicentrique Française⁽³⁰⁾ réalisée dans 15 centres et incluant 247 patients évaluant l'impact du système d'humidification utilisé au cours de la VNI n'a pas montré de différence significative sur le pronostic des patients, en particulier sur le taux de recours à l'intubation entre les deux groupes (30.6% pour le groupe filtre et 37.6% pour le groupe humidificateur chauffant, $p = 0.31$).

« le degré d'assistance souhaité va dépendre de la mécanique respiratoire du patient »

Monitoring et surveillance :

Quelque soit le mode ventilatoire utilisé, il est fondamental de s'assurer de l'efficacité de la VNI, qui dépendra essentiellement de la capacité de l'assistance ventilatoire à augmenter la ventilation alvéolaire. Celle-ci dépendra d'une bonne adaptation du patient à l'assistance ventilatoire et du niveau de fuites. **Le paramètre le plus important à monitorer est le volume courant expiré.** Une ventilation adéquate est le plus souvent obtenue par l'application combinée d'une aide inspiratoire à une PEP. Les niveaux de pressions de l'aide inspiratoire et de la PEP seront réglés de façon à obtenir le meilleur volume courant expiré. Habituellement, les durées des séances de VNI varient de 30 min à 3 h répétées toutes les 2 à 6 heures en essayant de respecter au mieux le cycle nyctéméral du patient.

L'AVENIR

LA VENTILATION ASSISTÉE PROPORTIONNELLE (PAV) :

La ventilation assistée proportionnelle (PAV) est un support ventilatoire partiel dans lequel le respirateur

délivre une pression (*Paw*) proportionnelle à l'effort du patient (*Pmus*). Ce mode ventilatoire développé au début des années 90 par Magdy Younes constitue, au moins en théorie, le moyen le plus approprié pour « **décharger** » les muscles respiratoires d'une manière totalement adaptée à leur besoin⁽³¹⁾. Ainsi la PAV diffère radicalement des modes précédents, puisque aucun des réglages traditionnels (*volume, débit, pression, fréquence*) n'est disponible ni nécessaire, en dehors du système de déclenchement, de la PEP et de la FIO₂. Le seul réglage à effectuer est le degré d'assistance souhaité (*de 0 à 100%*), qui va dépendre de la mécanique respiratoire du patient que doit intégrer le respirateur. Celui-ci

analyse les signaux de débit et de volume venant du patient, ce qui lui permet de calculer l'effort effectué par le patient s'il connaît la résistance (*R*) et l'élastance (*E*) (*inverse de la compliance*) du système respiratoire. Pour mieux appréhender le principe de la PAV, il est indispensable de rappeler l'équation de mouvement du système respiratoire. Si l'on assume la linéarité de *R* et de *E*, la pression totale (*Pappl*) nécessaire à la mobilisation d'un certain volume (*V*) et d'un

certain débit (*V'*) dans le système respiratoire est la somme de la pression nécessaire pour produire ce débit, c'est à dire pour vaincre les forces résistives et de la pression nécessaire pour produire le volume c'est à dire pour contre balancer les forces de rétraction élastique.

Ainsi :

$P_{appl} = P_{aw} + P_{mus} = (E \times V) + (R \times V')$

Pappl est générée exclusivement par le ventilateur (*Paw*) quand les muscles respiratoires sont paralysés (*Pmus* = 0). Cette pression est exclusivement générée par le patient (*Pappl* = *Pmus*) lors de la ventilation totalement spontanée (*Paw* = 0). Enfin, cette pression sera une combinaison des deux comme cela arrive lors de la ventilation en PAV ou dans d'autres modes de ventilation assistée. Suivant ces principes, en PAV l'utilisateur devra rentrer dans la machine les gains respectifs de l'assistance en volume (*VA*) et en débit (*DA*).

Ainsi la *Paw* en PAV suivra l'équation suivante : $P_{aw} = (VA \times V) + (DA \times V')$

Puisque $P_{appl} = P_{aw} + P_{mus}$, alors $P_{mus} = ((E \times VA) \times V) + ((R \times DA) \times V')$

Ainsi, le respirateur s'adapte en permanence au cours du cycle pour délivrer une assistance directement proportionnelle au besoin du patient. En d'autres termes, l'assistance ventilatoire va s'adapter en continu à des changements de demande ventilatoire (*douleur, fièvre, sommeil...*), ce qui constitue la singularité et l'avantage théorique de ce mode⁽³¹⁾. Peu d'études ont été réalisées en PAV au cours de la VNI. Le premier travail est celui de Patrick et coll.⁽³²⁾, qui ont utilisé la PAV en VNI chez un groupe de 11 patients présentant des insuffisances respiratoires aiguës rapidement réversibles (*asthme, œdème aigu du poumon...*) et chez qui

Bibliographie (suite)

- 25. - Nava S, (1997) - Physiological effects of flow and pressure triggering during non-invasive ventilation. *Thorax* 52: 249-254.
- 26. - Richard JC, Harf A , Brochard L (2002) - Bench testing of pressure support ventilation with three different generations of ventilators. *Intensive Care Medicine* 28:1049-1057.
- 27. - Calderini E, Stella L , Gregoretti C (1999) - Patient-ventilator asynchrony during noninvasive ventilation: the role of expiratory trigger. *Intensive Care Med* 25:662-667.
- 28. - Tassaux D, (2002) Comparative bench study of triggering, pressurization, and cycling between the home ventilator VPAP II and three ICU ventilators. *Intensive Care Medicine* 28:1254-1261.
- 29. - Lellouche F, Pigeot J, Harf A , Brochard L (2002) - Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. *Intensive Care Medicine* 28:1582-1589.
- 30. - Lellouche F, Brochard L (2005) - Impact of the humidification device on intubation rate during NIV. *Intensive Care Medicine Abstract: Amsterdam-Congres ESICM*.

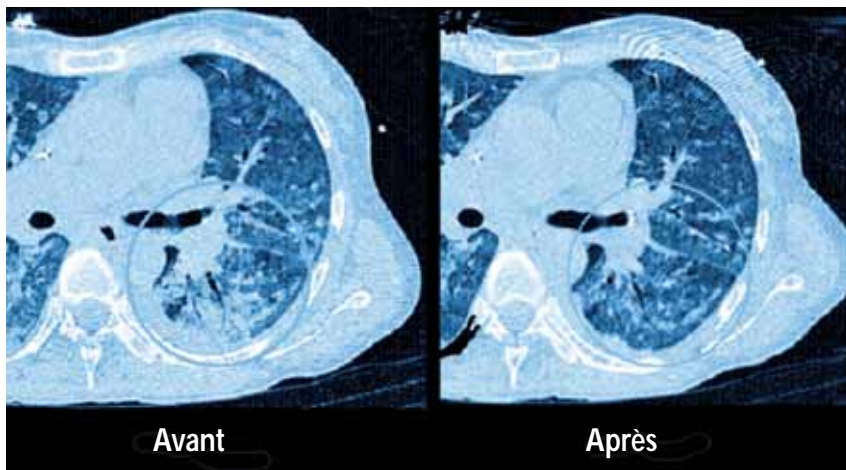


Figure 1 : Effets de la VNI (30 min - AI+15; PEP+5) sur les volumes pulmonaires (recrutement- atelectasies) chez une patiente en IRA à J3 post-opératoire d'une péritonite.

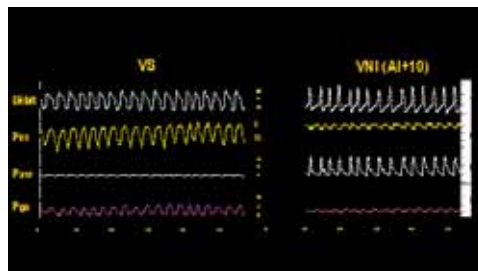


Figure 2. Effets de la VNI (30 min - AI+10; PEP=0) sur le travail respiratoire chez une patiente en IRA à J2 post-opératoire d'une hépatectomie.



Evita 4 edition. - Photo Dräger Médical.

une meilleure vidange pulmonaire et augmentait l'élimination du CO₂. Dans un autre travail physiologique, l'effet de l'hélium et de son association à la VNI a été évalué chez 10 patients insuffisants respiratoires chroniques obstructifs hospitalisés pour décompensation aiguë⁽³⁷⁾. La VNI-HeO₂ a permis une réduction de 50% de l'effort respiratoire vs 35% avec la méthode standard (VNI-AirO₂). La plus grande diminution de PaCO₂ était obtenue avec la VNI-HeO₂. Cette nouvelle modalité d'assistance respiratoire pourrait améliorer la tolérance de la VNI et renforcer son efficacité en améliorant le travail respiratoire et les échanges gazeux lors des décompensations de BPCO.

Bibliographie (suite)

31. - Younes M (1992) - Proportional assist ventilation. Theory. Am Rev Respir Dis 145:114-120.
32. - Patrick W, et al. (1996) Noninvasive positive-pressure ventilation in acute respiratory distress. Am J Respir Crit Care Med 153:1005-1011.
33. - Polese G, et al. (2000) Nasal proportional assist ventilation unloads the inspiratory muscles of stable patients with hypercapnia due to COPD. Eur Respir J 16:491-498.
34. - Vitacca M (2000) - Effects of early administered mask proportional assist ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. Crit Care Med 28:1791-1797.
35. - Gay P, (2001) - Randomized prospective trial non invasive pressure ventilation and proportional assist ventilation to treat acute respiratory insufficiency. Am J Respir Crit Care Med 164:1606-1611.
36. - Jolliet P, Chevolet (1999) - Beneficial effects of helium-oxygen vs. air-oxygen noninvasive Pressure Support in decompensated COPD patients. Crit Care Med 27:2422-2429.
37. - Jaber S, Brochard L (2000) Noninvasive ventilation with helium-oxygen in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 161:1191-1200.

Cet article a été soumis au comité de lecture d'Urgence Pratique et validé.

l'intubation semblait nécessaire très rapidement. Les auteurs ont observé une rapide diminution de la fréquence respiratoire après l'initiation de la PAV et ont été capable d'éviter l'intubation chez 8 de ces 11 patients. Les paramètres de dyspnée étaient également très rapidement améliorés. Des travaux récents montrent que cette modalité ventilatoire est applicable chez le patient atteint de BPCO, aussi bien à l'état stable⁽³³⁾, qu'au cours d'une décompensation aiguë⁽³⁴⁾. Une étude récente multicentrique⁽³⁵⁾ comparant la PAV à l'aide inspiratoire au cours de la VNI chez des patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë, concluait à une efficacité comparable des deux modes ventilatoires, cependant, les auteurs rapportaient un plus grand confort avec une meilleure tolérance de la VNI en mode PAV comparé à l'aide inspiratoire. La PAV est donc un mode ventilatoire prometteur, encore en cours de développement.

VENTILATION À L'HELIUM-OXYGÈNE :

L'hélium (He) est un gaz rare, inerte et dénué d'effet biologique. Sa faible densité (*sept fois inférieure à celle de l'air*) permet une diminution des résistances des voies aériennes. L'utilisation combinée de la VNI avec l'hélium (VNI-HeO₂) employé comme gaz vecteur à la place de l'azote, a été évaluée au cours de deux études chez des patients BPCO en décompensation aiguë et/ou subaiguë. Dans un travail randomisé croisé, Jolliet et coll.⁽³⁶⁾ ont comparé les effets de la VNI-HeO₂ (70-30) à ceux obtenus en VNI-AirO₂ chez 20 patients BPCO en décompensation aiguë. Comparée à l'aide inspiratoire conventionnelle, la VNI en HeO₂ améliorait la tolérance de la technique, diminuait la dyspnée, augmentait le temps expiratoire permettant

CONCLUSION

La ventilation mécanique à travers un prothèse endotrachéale peut être responsable d'une surmorbidity (*complications barotraumatiques, pneumopathie acquise*). La VNI a fait la preuve de son efficacité dans différentes situations d'IRA en diminuant le recours à l'intubation et en diminuant la mortalité. La VNI ne doit pas être opposée à la ventilation conventionnelle utilisant l'intubation oro-trachéale. Elle doit se faire en respectant les recommandations d'utilisation et être utilisé en pratique clinique dans les indications validées (Figure 1).

La VNI appliquée pendant 30 min a permis une diminution de la taille des atelectasies vertébro-basiliaires et du poumon insuffisamment aéré et une augmentation du volume du poumon normalement ventilé (Figure 2).

L'application d'une aide inspiratoire à 10 cmH₂O a permis une diminution du travail respiratoire chez cette patiente en insuffisance respiratoire aiguë à J2 post-opératoire d'une hépatectomie. L'amplitude des variations de la pression oesophagienne (Pes) reflet de l'effort inspiratoire effectué par la patiente diminue de 13±3 cmH₂O en ventilation spontanée (VS) à 4±2 cmH₂O sous VNI.

Dr Samir JABER

Maitre de Conférence des Universités-Praticien Hospitalier (MCU-PH)
 Chef de service adjoint. Chef de l'Unité de Réanimation
 Courriel: s-jaber@chu-montpellier.fr

Gérald CHANQUES, Mustapha SEBBANE,

Jean-Jacques ELEDJAM
 Réanimation et Unité de Transplantation
 Département d'Anesthésie-Réanimation B (DAR B)
 Hôpital Saint Eloi, CHU MONTPELLIER
 80 Avenue Augustin Fliche - 34295 MONTPELLIER Cedex 5