

Prise en charge de la dépendance ventilatoire en dehors ou au-delà du séjour en réanimation

J.L. Pépin*

Département de médecine aiguë spécialisée, centre hospitalier universitaire de Grenoble, BP 217X, 38043 Grenoble cedex, France

insuffisance respiratoire aigue / insuffisance respiratoire chronique / lieu de réalisation / ventilation assistée / invasive et non invasive

respiratory failure / acute and chronic / site of performance / mechanical ventilation / pressure-support ventilation

INTRODUCTION

La prise en charge de la dépendance ventilatoire en dehors ou au décours du séjour en réanimation recouvre différents aspects :

La réalisation ou la poursuite, en dehors de la réanimation, d'une ventilation assistée pour des patients qui présentent une décompensation respiratoire aiguë sans critères de gravité imposant absolument une surveillance en milieu de réanimation. La question posée est celle du type de structure qui peut accueillir ces patients avec le meilleur rapport coût-efficacité.

Les indications d'une ventilation assistée au long cours en cas d'insuffisance respiratoire chronique connue ou découverte à l'occasion du séjour en réanimation. Ces indications sont bien codifiées pour les patients présentant une insuffisance respiratoire restrictive ou hypoventilant au cours de leur sommeil. Elles restent débattues pour la VNI au long cours des bronchopneumopathies chroniques obstructives (BPCO). Cette ventilation au long cours est majoritairement non-invasive mais peut également s'effectuer sur trachéotomie avec des passages possibles de l'un à l'autre au cours de l'évolution.

Où ventiler les malades en décompensation respiratoire aiguë ou subaiguë ?

Cette discussion sur le lieu où peut être réalisée la ventilation assistée ne concerne de fait que les IRA

prises en charge par VNI. Il s'agit de contextes d'interventions très différents et de gravités de patients diverses qui font que ce type de prise en charge n'est pas réalisé systématiquement dans un milieu de réanimation. Pour situer l'importance du problème, le nombre d'admissions pour décompensation respiratoire aiguë de BPCO a été chiffré à 72 admissions par an pour 250 000 habitants [1].

La VNI, dans les décompensations aiguës des BPCO, a montré, dans le cadre d'études contrôlées, son efficacité en terme de réduction de la mortalité, de la fréquence d'intubation trachéale et de la morbidité avec en particulier une diminution du risque de pneumopathie nosocomiale et de pneumothorax [2]. Les biais essentiels de ces études sont représentés par le fait qu'un large sous-groupe de décompensations est exclu de ces études. Dans l'étude de Brochard [3], seuls 31 % des patients admis pour une IRA étaient finalement randomisés. Des patients étaient ventilés d'emblée de manière invasive du fait d'une défaillance multiviscérale. Au contraire, d'assez nombreuses décompensations aiguës de BPCO justifient uniquement d'un traitement médical. Quoiqu'il en soit, les résultats positifs de l'utilisation de la VNI sont démontrés pour une gestion de la décompensation respiratoire aiguë réalisée en unité de réanimation. En fait, en pratique, un grand nombre de ces patients sont pris en charge dans des unités de soins intensifs ou même dans des unités plus classiques de pneumologie. Les résultats sont alors beaucoup plus contrastés en terme d'efficacité et de morbi/mortalité

*Correspondance et tirés à part.

Adresse e-mail : jpepin@chu-grenoble.fr (J.L. Pépin).

associée [4-7]. L'intérêt d'initier ou de poursuivre une VNI en situation d'IRA en dehors des unités de réanimation est de débuter plus précocement la VNI chez les patients en cours de décompensation et d'optimiser l'utilisation des lits de réanimation. Les questions posées sont celles de l'efficacité, de la sécurité et des modifications des coûts engendrés lorsque ces patients sont pris en charge en dehors de la réanimation. Enfin, il convient de choisir le lieu le plus adapté à un patient donné. Faut-il développer des structures originales adaptées à ces indications de VNI et qui ne soient ni des unités de réanimation, ni des unités classiques ?

Une étude importante [8] a comparé de manière randomisée VNI et prise en charge médicale standard chez 236 BPCO en décompensation aiguë. Vingt-cinq sites hors réanimation ont participé à cette étude, 22 sites n'avaient aucune expérience antérieure de la VNI. Cette étude montre que la VNI est faisable en aigu en dehors des unités de réanimation et qu'elle permet de réduire la mortalité par comparaison au traitement médical (10 % de décès dans le groupe ventilé versus 20 % de décès dans le groupe non ventilé). Par contre, dans le sous-groupe de patients présentant à l'admission un pH < 7,30, 22 % des patients décèdent dans le groupe VNI ce qui est très significativement supérieur aux 10 % que l'on retrouve habituellement dans les études où les patients sont surveillés en réanimation. Il semble donc que le sous-groupe des patients les plus sévères à l'admission doive être ventilé de manière non-invasive au sein d'une unité de réanimation et non pas dans des unités classiques de pneumologie.

On peut résumer de la manière suivante les critères de choix pour réaliser une ventilation non-invasive en aigu ou en subaigu en dehors d'une unité de réanimation :

- la sévérité de l'IRA intervient ($\text{pH} < 7.30$),
- l'association à une autre défaillance d'organes doit conduire le patient en réanimation
- la probabilité de succès de la VNI intervient également.

Un patient présentant un bon état de conscience, coopérant, modérément encombré et qui ne présente pas de pneumopathie grave avec un $\text{pH} > 7,31$ est une bonne indication de VNI hors réanimation. Les patients non édentés ont de plus grande chance de succès dans des milieux moins spécialisés du fait de la plus grande facilité de mise en œuvre de la VNI.

Le patient sera t-il intubé en cas d'échec de la VNI ?

Les patients âgés pour lesquels une décision de ventilation invasive sera écartée, doivent rester dans une unité de pneumologie classique où une chance supplémentaire d'évolution favorable pourra leur être donnée avec une VNI.

La [figure 1](#) propose une stratégie d'organisation concernant la ventilation assistée au-delà ou à côté du secteur de réanimation en situation aiguë, subaiguë ou chronique. Certains auteurs proposent une structure intermédiaire entre la réanimation polyvalente et la réanimation classique qui est un secteur de soins respiratoires spécialisés [9]. Ce secteur comporterait du personnel habitué à la VNI avec un ratio d'infirmières intermédiaire entre une hospitalisation classique et une

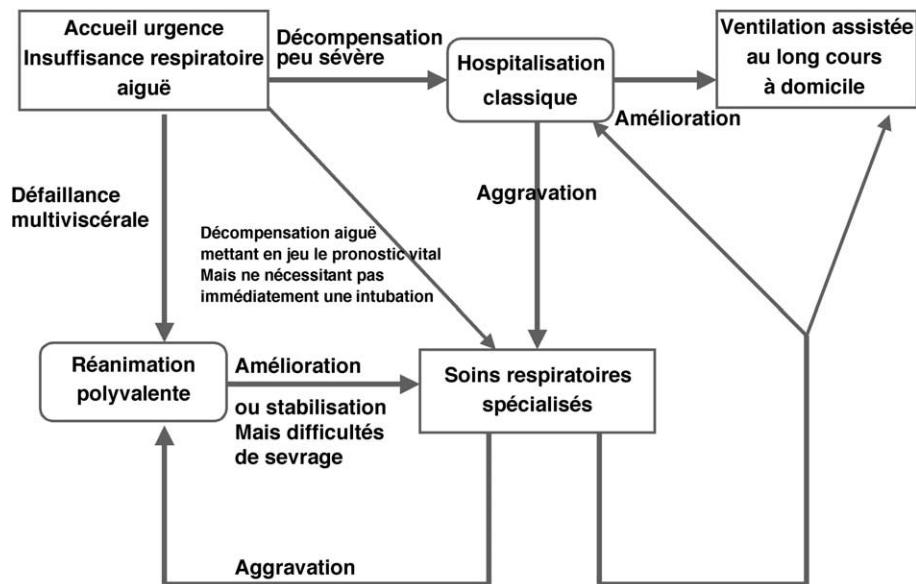


Figure 1.

réanimation polyvalente. Ceci permettrait en association à des moyens techniques supérieurs à ceux d'un secteur d'hospitalisation classique, de gérer de manière très adaptée des situations intermédiaires entre la défaillance multiviscérale qui justifie une réanimation polyvalente et d'optimiser la sécurité par rapport à ce qui peut être obtenu dans un secteur d'hospitalisation classique de pneumologie.

INDICATIONS D'UNE VNI AU LONG COURS À DOMICILE DANS LES INSUFFISANCES RESPIRATOIRES CHRONIQUES

Mécanismes d'action de la ventilation au long cours au cours de l'insuffisance respiratoire chronique

La ventilation au long cours est efficace essentiellement par :

- La mise au repos des muscles respiratoires. Une fatigue chronique des muscles respiratoires admise chez les patients restrictifs n'a cependant jamais pu être montrée de manière convaincante chez les BPCO.
- La restauration de la sensibilité au CO₂ des centres respiratoires tant en terme de point de réponse que de pente de réponse.
- Les améliorations obtenues de la mécanique ventilatoire. Au cours des maladies neuromusculaires, on note, sous VNI, une augmentation du volume pulmonaire, une amélioration de la compliance pulmonaire et une réduction d'espace mort liée au recrutement lors de la VNI de zones d'atélectasies non ventilées spontanément du fait de la faiblesse des muscles respiratoires.
- La suppression de la pathologie respiratoire nocturne à type d'hypopnées ou d'hypoventilations alvéolaires au cours du sommeil paradoxal. Ces anomalies respiratoires nocturnes presque systématiquement présentes constituent le premier stade de l'insuffisance respiratoire chronique.

Efficacité de la VNI au cours de l'insuffisance respiratoire restrictive

Ce groupe d'insuffisances respiratoires restrictives inclut les anomalies de la cage thoracique (déformations thoraciques, cyphoscoliose) et les maladies neuromusculaires lentement (séquelles de poliomyélite, myotonie, etc.) ou plus rapidement progressives (sclérose latérale amyotrophique, myopathies de Duchenne).

L'indication de ventilation assistée est portée d'emblée sans passer par l'étape intermédiaire d'une oxygénothérapie au long cours. L'oxygénothérapie seule n'est pas efficace sur les symptômes, peut favoriser la rétention de CO₂ et n'est pas logique au regard des mécanismes physiopathologiques de ces insuffisances respiratoires chroniques.

De nombreuses études non contrôlées ont montré l'efficacité à court et à long terme existe en terme de symptômes, d'amélioration de la PaO₂ et de baisse de la PaCO₂ de la ventilation non-invasive [2, 10]. Des études de qualité de vie montrent également une amélioration sous ventilation assistée y compris dans les pathologies telles que la sclérose latérale amyotrophique. Il existe également des réductions du temps passé à l'hôpital et une amélioration de la survie.

Bien que les études contrôlées, randomisées manquent dans le cadre de cette ventilation au long cours des patients en insuffisance respiratoire restrictive, les preuves sont suffisantes pour que cette conduite thérapeutique constitue à l'heure actuelle un standard de soins. Les recommandations sont claires pour cette indication dans les différentes conférences de consensus [2, 10].

Ces indications sont confortées par les études ayant évalué les effets d'un arrêt de la VNI qui ont montré une détérioration progressive de la SaO₂ nocturne, de la qualité de sommeil avec une réapparition des symptômes en particulier à type d'hypersomnolence [2]. Ces changements sont rapidement réversibles lorsque les patients sont remis sous ventilation assistée au long cours. Enfin, le taux de continuation de la VNI est le plus élevé pour les cyphoscolioses et les séquelles de tuberculose par rapport à toutes les autres étiologies d'insuffisances respiratoires chroniques. Ceci constitue un argument indirect d'efficacité de cette prise en charge.

Au cours de ce type d'insuffisances respiratoires chroniques, la difficulté de la décision est plutôt représentée par le moment, au cours de l'évolution de la maladie, qui est le plus adapté pour débuter cette VNI. Ceci est particulièrement vrai dans les pathologies lentement progressives qui ne nécessitent pas d'intervention immédiate (cyphoscoliose, séquelles de tuberculose, myopathies lentement évolutives). Les choses sont beaucoup plus claires pour les atteintes neuromusculaires rapidement progressives où un début précoce est probablement avantageux pour permettre au patient de s'habituer à la VNI avant que ne surviennent les décompensations respiratoires aiguës itératives. Au cours de la myopathie de Duchenne, une étude randomisée évaluant la ventilation de prévention avait montré une mortalité plus importante dans le bras ventilé [11]. Il n'existe pas dans cette étude de documentation de l'observance des patients ni de documentation de la qualité de la ventilation nocturne ce qui peut faire douter des conclusions. Toujours est-il qu'actuellement la ventilation de prévention ne fait pas partie des recommandations au cours de la myopathie de Duchenne ni au cours d'aucune autre myopathie.

Au cours des insuffisances respiratoires restrictives, l'indication de ventilation assistée au long cours ne se conçoit qu'en présence de symptômes. Il s'agit pour l'essentiel des symptômes reliés à une altération de la qualité de sommeil et aux hypoventilations survenant en cours de nuit. L'indication prend en compte la rapidité d'évolution de la pathologie sous-jacente. Elle est indiscutée lorsque existe une hypercapnie diurne même modérée au-delà de 45 mmHg. Les désaturations nocturnes sont systématiquement considérées comme une indication de ventilation assistée. Les niveaux de désaturation proposés sont modestes (plus de 5 min de temps passé à moins de 88 % ou à moins de 90 % de SaO₂). Il faut noter que ces niveaux de désaturation nocturne sont actuellement considérés comme non suffisants pour poser une indication d'oxygénothérapie nocturne au long cours chez les BPCO. En effet, une étude de randomisée récente a montré l'absence d'effet d'une telle désaturation sur la survie et sur l'hémodynamique pulmonaire des patients BPCO [12]. Les autres indications reposent sur des critères fonctionnels respiratoires à savoir une CV au-dessous de 50 % et des pressions maximales mesurées à la bouche inférieures à 60 cm d'H₂O. Ce critère s'applique uniquement pour les insuffisances respiratoires restrictives progressives d'origine neuromusculaire.

Efficacité de la VNI au cours de l'insuffisance respiratoire obstructive

L'insuffisance respiratoire chronique sur BPCO est la plus fréquente des insuffisances respiratoires chroniques. Elle est à l'origine d'une mortalité et d'une morbidité très importantes. La survie de ces patients est améliorée par une oxygénothérapie au long cours à domicile comme cela a été démontré par des études contrôlées au début des années 1980. L'arrêt du tabagisme est le facteur crucial dans l'évolution de cette pathologie. Les thérapeutiques bronchodilatatrices et anti-inflammatoires agissent essentiellement sur les symptômes mais ne modifient que peu le pronostic et l'évolution au long cours. Les prises en charge de type nutritionnel et de réhabilitation améliorent le statut fonctionnel de ces patients, et leurs symptômes (essentiellement la dyspnée d'effort). Les effets sur la survie ou sur les fréquences d'hospitalisation ne sont pas démontrés. La chirurgie de réduction d'emphysème a été proposée mais évaluée uniquement dans un groupe restreint de patients. La place de la ventilation assistée au long cours dans cet arsenal thérapeutique reste aujourd'hui discutée.

Études contrôlées

Les études contrôlées de la littérature concernant la VNI au long cours dans le cadre de l'insuffisance respi-

ratoire chronique obstructive sont peu nombreuses et concernent toutes un faible nombre de sujets sur de courtes périodes d'observation. L'étude de Gay [13] comparait sept patients sous VNI « efficace » versus six patients sous VNI « inefficace » c'est à dire avec un niveau identique et minimal pour la PEP et la PIP. Il n'existait pas d'amélioration gazométrique sous traitement actif et le taux d'abandon était élevé (43 %). Dans ce travail, les réglages de la VNI étaient probablement inadaptés avec un niveau très faible de pression expiratoire positive à 2 cm H₂O ce qui pouvait participer à une mauvaise correction gazométrique sous VNI [13].

Une autre étude randomisée avec *cross-over* comparant VNI et oxygénothérapie versus VNI sans oxygénothérapie versus oxygénothérapie seule chez 12 patients ne montrait pas d'amélioration gazométrique diurne liée à la VNI nocturne [14]. La qualité du sommeil était plus médiocre sous VNI que sous oxygénothérapie seule. Dans cette étude, l'efficacité de la VNI appliquée apparaît comme devant être mise en doute. Les gaz du sang sous VNI ne sont pas fournis et la VNI ne corrigeait pas l'hypoventilation alvéolaire nocturne de ces patients.

Strumpf [15] a comparé, sur une période de trois mois, de manière randomisée avec *cross-over* VNI versus traitement médical associé ou non à une oxygénothérapie. Sur 19 patients inclus sept abandonnaient la VNI, cinq présentaient une IRA. Seuls sept patients terminaient l'étude. Il existait exclusivement une amélioration des paramètres neuropsychiques sous VNI. Les patients qui ont terminé l'étude étaient peu sévères en terme d'hypercapnie (46 ± 2 mmHg) et modérément hypoxémiques (64 ± 3 mmHg).

L'étude contrôlée la plus convaincante est celle de Meecham-Jones [16]. Il s'agit d'une étude randomisée avec *cross-over* comparant chez 14 patients VNI + oxygénothérapie versus oxygénothérapie seule sur trois mois. Les patients inclus étaient plus sévères avec des niveaux moyens de PaCO₂ de 56 mmHg. Il existait sous VNI une amélioration des gaz du sang diurnes, de la qualité de vie et de celle du sommeil. L'amélioration de la PaCO₂ diurne était corrélée à la réduction de l'augmentation de la PaCO₂ nocturne. Ceci suggère que les patients augmentant le plus sous O₂ leur PaCO₂ au cours du sommeil soient les meilleurs candidats à un traitement associant VNI+ O₂.

Études ouvertes

Au contraire des études contrôlées, les études ouvertes suggèrent que, au cours de l'insuffisance respiratoire chronique, la VNI associée à l'oxygénothérapie puisse apporter des améliorations gazométriques, de qualité de vie mais également permettre une réduction du nombre

d'hospitalisations et de consultations des médecins généralistes. Elles suggèrent même des améliorations en terme de capacité à l'effort et de mortalité. Il faut souligner que la comparaison est faite avec des niveaux de mortalité qui sont ceux de groupes historiques et que cette comparaison n'est pas valide.

Au total

- La VNI au cours de l'insuffisance respiratoire chronique obstructive se caractérise par une fréquence élevée d'abandons par comparaison aux autres causes d'insuffisance respiratoire chronique.
- Le bénéfice de cette ventilation ne survient probablement que dans le groupe de patients le plus hypercapniques en situation diurne ($\text{PaCO}_2 > 55\text{mmHg}$) et/ou désaturant et élevant significativement leur PaCO_2 au cours du sommeil.
- L'efficacité de la VNI restant débattue chez les BPCO sa poursuite au long cours est sous-tendue par une évolution favorable et la démonstration d'une observation correcte du traitement ($> 4\text{ h}/24\text{ h}$).
- La VNI associée à l'oxygénothérapie au long cours est plus probablement génératrice d'une amélioration de la qualité de vie et d'une réduction des hospitalisations qu'à l'origine d'un allongement significatif de la survie de ces patients. Une étude récente suggère enfin un effet synergique entre réhabilitation et ventilation assistée au long cours dans la prise en charge des BPCO hypercapniques [17].

Indications de ventilation assistée au long cours liées à la survenue d'hypoventilations alvéolaires nocturnes

Effet du sommeil sur la ventilation

La transition veille-sommeil conduit à la perte du stimulus ventilatoire d'éveil. Il existe une réduction de l'activité des muscles respiratoires au cours du sommeil. Le diaphragme est le seul muscle respiratoire gardant une activité en sommeil paradoxal. Il existe alors une suppression de l'activité compensatrice que les muscles respiratoires accessoires jouent à l'éveil au cours de l'insuffisance respiratoire chronique. Le contrôle de la respiration passe très préférentiellement sous la dépendance du système métabolique à l'exception du sommeil paradoxal phasique. Les réponses ventilatoires à l'hypoxie et à l'hypercapnie sont diminuées. Il existe une réduction du volume minute et une augmentation des résistances des voies aériennes supérieures du fait de la diminution, liée au sommeil, du tonus des muscles dilatateurs du pharynx.

Du fait de ces modifications, trois grands types d'anomalies respiratoires peuvent donc survenir :

- des hypoventilations alvéolaires apparaissant préférentiellement en sommeil paradoxal et qui constituent première étape de toutes les insuffisances respiratoires

chroniques qu'elles soient restrictives, obstructives ou concernant le syndrome obésité-hypoventilation. Dans le cas particulier des hypoventilation alvéolaires primitives, dès le sommeil lent, la perte du stimulus ventilatoire d'origine comportementale et la perte du stimulus d'éveil font hypoventiler ces patients de manière très importante ;

- des épisodes répétés de collapsus des voies aériennes supérieures correspondant à des apnées obstructives ;
- de la respiration périodique et des syndromes d'apnées du sommeil centraux particulièrement au cours de l'insuffisance cardiaque ou dans certaines maladies neurologiques rares.

Efficacité de la ventilation au long cours pour traiter les hypoventilations alvéolaires nocturnes

Au cours de l'hypoventilation alvéolaire primitive, bien qu'il n'existe pas d'étude contrôlée, tous les consensus recommandent une VNI nocturne.

Concernant le syndrome d'apnées du sommeil, la pression positive continue par voie nasale est le traitement de référence. Chez les patients très hypercapniques et répondant de manière incomplète à la PPC, la VNI représente l'indication de recours [18].

Au cours du syndrome obésité-hypoventilation, là encore en l'absence d'étude contrôlée, la VNI au masque est une indication admise de ventilation au long cours [19].

Enfin au cours du SAS central, la PPC en particulier au cours de l'insuffisance cardiaque reste discutée dans ses indications et ne corrige que très partiellement les anomalies respiratoires nocturnes. Un travail au moins a montré l'efficacité de la VNI au cours du SAS central de l'insuffisance cardiaque [20].

Retour à domicile de patients présentant peu d'autonomie respiratoire en dehors de leur ventilation assistée [21, 22].

Transférer à domicile un patient qui nécessite plus de 20 h/24h de ventilation demande une logistique importante. Ce type d'assistances à domicile augmente de manière importante. Cette augmentation d'incidence se fait pour l'essentiel du fait des patients présentant des séquelles de traumatismes médullaires qui sont actuellement mieux pris en charge et du fait de l'indication plus communément admise d'une ventilation au long cours dans des maladies neuromusculaires telles que la myopathie de Duchenne ou la sclérose latérale amyotrophique.

En pratique deux populations existent :

- Les patients qui ont développé de manière chronique une insuffisance respiratoire et qui sont ventilés de manière continue ou quasi continue. Il s'agit essentiellement de l'évolution de maladies neuromusculaires

comme la myopathie de Duchenne, la sclérose latérale amyotrophique.

– Les patients qui à la suite d'une IRA ayant entraîné leur séjour en réanimation n'ont jamais pu être sevrés de leur respirateur.

Le retour à domicile demande que soit successivement vérifiés, étape par étape, les points suivants :

la stabilité du patient doit être obtenue au moins à court et à moyen terme. Rien n'est plus démoralisant pour le patient, sa famille et l'équipe de soignants qu'une ré-hospitalisation rapide.

Équipement du domicile : doivent être disponibles à domicile deux respirateurs ainsi que des sources électriques accessoires en l'occurrence une batterie permettant plusieurs heures d'autonomie. Des alarmes de haute et basse pressions sont nécessaires sur le respirateur et obligatoires en France. Dans certaines circonstances, un monitoring par oxymétrie peut être proposé mais il n'est pas habituellement requis chez les patients stables. Des instructions claires pour contacter 24 h/24 h un référent médical et un référent responsable de la maintenance technique doivent être disponibles dans la chambre du patient et clairement écrites.

L'ensemble des intervenants au domicile : infirmiers, kinésithérapeutes et familles doivent être entraînés à l'occasion du séjour hospitalier, confiants dans leurs possibilités et doivent être en mesure de répondre 24 h/24h aux situations de crises. Ils doivent en particulier être capables d'aspirer le patient, de le ventiler de manière manuelle si cela s'avère nécessaire et de changer la canule de trachéotomie le cas échéant.

Les alternatives à la ventilation à domicile [23] sont peu nombreuses. De ce fait de nombreuses places de réanimation, théoriquement dédiées à des soins aigus, sont occupées par des patients qui sont sevrables de leur respirateur, uniquement quelques min ou quelques h par j. Un certain nombre de centres de moyen séjour de soins respiratoires sont équipés mais leur nombre de places reste extrêmement limité. Leur intérêt est de pouvoir poursuivre au-delà de la réanimation les programmes de sevrage et de procurer aux patients avant leur retour à domicile une autonomie respiratoire plus prolongée sur 24 h.

INDICATION DE TRACHEOTOMIE CHEZ DES PATIENTS VENTILÉS AU LONG COURS DE MANIÈRE NON-INVASIVE POUR UNE INSUFFISANCE RESPIRATOIRE CHRONIQUE

Le passage à une ventilation invasive sur canule de trachéotomie est exceptionnellement justifié par la durée de ventilation nocturne. Ainsi un patient ventilé 20 à 24 h/24 h peut parfaitement être géré en ventilation au masque et/ou à l'embout buccal si on obtient une

correction gazométrique satisfaisante sous ventilation. Les principales raisons d'évoluer vers une trachéotomie sont :

- L'impossibilité malgré une prise en charge optimale d'obtenir une correction gazométrique sous VNI,
- l'incapacité pour le patient à protéger ses voies aériennes contre les inhalations et à réaliser un drainage bronchique permettant une VNI efficace,
- l'impossibilité pour le patient et sa famille à coopérer pour réaliser une VNI adaptée.

À noter que l'amélioration de la qualité des masques faciaux a encore fait reculer l'indication de trachéotomie.

RÉFÉRENCES

- 1 Plant PK, Owen JL, Elliott MW. One-year period prevalence study of respiratory acidosis in acute exacerbations of COPD : implications for the provision of non-invasive ventilation and oxygen administration. *Thorax* 2000 ; 55 : 550-4.
- 2 Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001 ; 163 : 540-7.
- 3 Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *New Engl J Med* 1995 ; 333 : 817-22.
- 4 Bott J, Carroll MP, Conway JH, Keilty SE, Ward EM, Brown AM, et al. Randomized controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airways disease. *Lancet* 1993 ; 341 : 1555-7.
- 5 Angus RM, Ahmed AA, Fenwick LJ, Peacock AJ. Comparison of the acute effects on gas exchange of nasal ventilation and doxapram in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1996 ; 51 : 1048-50.
- 6 Barbe F, Togores B, Rubí M, Pons S, Maimó A, Agustí AGN. Noninvasive ventilatory support does not facilitate recovery from acute respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1996 ; 9 : 1240-5.
- 7 Wood KA, Lewis L, Von Harz B, Kollef MH. The use of noninvasive positive pressure ventilation in the emergency department. Results of a randomized clinical trial. *Chest* 1998 ; 113 : 1339-46.
- 8 Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards : a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2000 ; 355 : 1931-5.
- 9 Nava S, Confalonieri M, Rampulla C. Intermediate respiratory intensive care units in Europe : a European perspective. *Thorax* 1998 ; 53 : 798-802.
- 10 Clinical indications of noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation. A consensus conference report. *Chest* 1999 ; 116 (2) : 521-34.
- 11 Raphael J, Chevret S, Chastang C, Bouvet F. French multicenter trial of prophylactic nasal ventilation in Duchenne muscular dystrophy. *Lancet* 1994 ; 343 : 1600-4.
- 12 Chaouat A, Weitzenblum E, Kessler R, Schott R, Charpentier C, Levi Valensi P, et al. Outcome of COPD patients with mild daytime hypoxaemia with or without sleep-related oxygen desaturation. *Eur Respir J* 2001 ; 17 : 848-55.
- 13 Gay PC, Hubmayr RD, Stroetz RW. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in stable, severe chronic obstructive pulmonary disease during a 3-month controlled trial. *Mayo Clin Proc* 1996 ; 71 : 533-42.
- 14 Lin CC. Comparison between nocturnal nasal positive pressure ventilation combined with oxygen therapy and oxygen mono

thérapie in patients with severe COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996 ; 154 : 353-8.

15 Strumpf DA, Millman RP, Carlisle CC, Grattan LM, Ryan SM, Erickson AD, et al. Nocturnal positive-pressure ventilation via nasal mask in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1991 ; 144 : 1234-9.

16 Meecham-Jones DJ, Paul EA, Jones PW. Nasal pressure support ventilation plus oxygen compared with oxygen therapy alone in hypercapnia COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1995 ; 152 : 538-44.

17 Garrod R, Mikelsons C, Paul EA, Wedzicha JA. Randomized controlled trial of domiciliary noninvasive positive pressure ventilation and physical training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000 ; 162 : 1335-41.

18 Piper AJ, Sullivan CE. Effects of short-term NIPPV in the treatment of patients with severe obstructive sleep apnea and hypercapnia. *Chest* 1994 ; 105 : 434-40.

19 Masa JF, Celli BR, Riesco JA, Hernandez M, Sanchez de Cos J, Disdier C. The obesity hypoventilation syndrome can be treated with noninvasive mechanical ventilation. *Chest* 2001 ; 119 : 1102-7.

20 Wilson GN, Wilcox I, Piper AJ, Flynn WE, Grunstein RR, Sullivan CE. Treatment of central sleep apnoea in congestive heart failure with nasal ventilation. *Thorax* 1998 ; 53 : S41-6.

21 Simonds AK. From intensive care unit to home discharge in the 24 h ventilator-dependent patient. *Eur Respir Monograph* 1998 ; 8 : 364-79.

22 Make BJ. Indications de la ventilation à domicile pour les patients insevrables traités en unités de soins intensifs. *Assistance ventilatoire à domicile*, D. Robert, éd. Paris : Arnette ; 1994. p. 243-56.

23 Sheinhorn SJ, Artinian BM, Catlin JL. Weaning from prolonged mechanical ventilation. The experience at Regional Weaning Center. *Chest* 1994 ; 105 : 534-9.