

Place de l'oxygénothérapie à haut débit en réanimation

François STEPHAN

Réanimation adulte. Hôpital Marie Lannelongue, 133 avenue de la Résistance 92350 Le Plessis Robinson. France

Téléphone: +33 1 40 94 85 90

Fax : +33 1 40 94 85 86

Email: f.stephan@ccml.fr

Déclaration d'intérêts : l'auteur a reçu des honoraires pour des conférences par le groupe Fisher et Paykel

POINTS ESSENTIELS

- L'oxygénothérapie à haut débit permet de délivrer de l'oxygène réchauffé et humidifié, avec une FiO₂ maîtrisée et ajustable.
- L'administration est continue avec un débit fixe et une génération de pressions variables
- Pour bénéficier de ses mécanismes d'action, le débit doit au moins être égal à 40 L/min
- Ce dispositif génère une pression expiratoire positive de 2 à 5 cmH₂O maximum et entraîne un lavage de l'espace mort anatomique nasopharyngé
- L'oxygénothérapie à haut débit présente les avantages de simplicité d'utilisation et de bonne tolérance
- Les contre-indications se superposent à celles de la ventilation non-invasive
- L'administration de ce traitement doit se faire dans une unité de soins permettant une surveillance clinique et un monitoring adéquat
- Les indications préférentielles sont actuellement l'insuffisance respiratoire aiguë « de novo » et post opératoire ainsi que la période post extubation après chirurgie
- L'échec de la technique ne doit pas faire retarder le moment de l'intubation

Hypoxémie en réanimation

L'apparition d'une hypoxémie est fréquente en réanimation. En fonction de la gravité de l'hypoxémie, des stratégies de plus en plus complexes et invasives peuvent être mises en place. Ces stratégies peuvent également s'intégrer dans une démarche préventive (empêcher le passage à l'insuffisance respiratoire aigüe) ou curative. Pour traiter cette hypoxémie, le clinicien dispose de plusieurs armes thérapeutiques non invasives qui doivent toutes comporter une kinésithérapie respiratoire efficace associée. L'administration d'oxygène par lunettes nasales ou masque, la mise en route d'une ventilation non invasive (VNI) et récemment l'administration d'oxygène nasal à haut débit (ONHD) sont les principaux moyens mis à la disposition du médecin pour améliorer la fonction respiratoire et l'hématose.

Oxygénothérapie à faible débit

Pour améliorer l'oxygénation, le moyen le plus simple est d'administrer de l'oxygène à faible débit. Pour cela, le clinicien dispose des lunettes nasales, du masque simple, du masque Venturi avec jeu de buses pour déterminer la FiO_2 , et enfin les masques à haute concentration avec réservoir et valve anti-retour. Ces dispositifs sont sensés délivrer une FiO_2 allant de 25 à 40% pour les lunettes nasales à 6 L d'oxygène, jusqu'à 60% pour les masques et au moins 70% pour les masques avec réservoir. En fait la FiO_2 dépend de la fréquence respiratoire, du volume courant généré, et du débit inspiratoire. Ainsi, pour des débits inspiratoires élevés, des FiO_2 prévues sont exceptionnellement atteintes.

Quand l'administration d'oxygène à faible débit ne suffit pas à corriger l'hypoxémie, beaucoup de cliniciens ont recours à la ventilation non invasive (VNI) avant d'envisager le recours à une ventilation invasive.

Ventilation non invasive (VNI)

La VNI regroupe l'ensemble des techniques d'assistance au moyen d'un ventilateur prenant en charge tout ou partie du travail respiratoire en l'absence de dispositif endothélial afin d'assurer une ventilation alvéolaire satisfaisante. Actuellement, le mode de VNI de loin le plus utilisée est celui en pression positive.

Une fois les contre-indications écartées, la réalisation pratique de la VNI, autorisant une ventilation discontinuée sur 24 heures, suppose des choix qui vont concerner aussi bien le masque (nasal ou facial) que les modes de ventilation et leur réglage. Outre le fait que la VNI peut éviter l'intubation et ses complications, ses avantages techniques sont multiples: souplesse d'utilisation (interface, support ventilateur intermittent, mode de ventilation), élocution possible, alimentation et prise orale des médicaments, toux physiologique conservée, voire aidée par les insufflations mécaniques, mobilisation simplifiée, absence de sédation nécessaire, sevrage initié d'emblée par son application intermittente.

Ces avantages ne doivent naturellement pas occulter ses complications et ses principaux inconvénients (1, 2) que sont la tolérance locale du masque et la coopération des patients, les fuites aériennes qui peuvent compromettre l'efficacité de la ventilation, le risque d'apnées prolongées sous masque en particulier en aide inspiratoire, et la charge de travail initiale, souvent plus importante qu'une ventilation conventionnelle pour l'équipe soignante. La présence d'une sonde gastrique, des modifications de la complice pariétale thoracique peuvent rendre difficile sa mise en œuvre. Les caractéristiques de la VNI supposent une équipe médicale et soignante motivée et expérimentée et imposent nécessairement une surveillance rigoureuse dans des structures adaptées. En effet, un élément crucial sera de poser de manière adéquate l'indication de l'intubation trachéale. Les indications de la VNI sont résumées dans le **tableau 1**. Seules les indications de la VNI en post opératoire seront développées ici. Il existe en effet de très nombreuses publications sur l'intérêt de la VNI dans l'insuffisance respiratoire aiguë des BPCO et comme traitement complémentaire de l'œdème aigu du poumon cardiogénique.

VNI en postopératoire

De nombreuses publications ont été consacrées aux effets de la VNI délivrée soit en mode de pression continue dans les voies aériennes (*continuous positive airway pressure* ou CPAP), soit en mode BiPAP (*bi-level positive airway pressure* ou ventilation à 2 niveaux de pression) sur la fonction respiratoire postopératoire. Une enquête récente a montré que près de 90% des cliniciens utilisait la VNI pour traiter une insuffisance respiratoire aiguë et que 97% d'entre eux étaient confiants dans cette technique.

Les premières études réalisées ont principalement comparé la CPAP à la prise en charge standard (oxygénothérapie + kinésithérapie). La plupart d'entre elles ont rapporté une amélioration de l'oxygénation et de certains paramètres ventilatoires. La quasi-totalité de ces

études n'a pas retrouvé de diminution de l'incidence des atélectasies dans les groupes traités par VNI qui était principalement de la CPAP.

Matte et al. (3), dans une étude incluant 96 patients, ont évalué l'intérêt de l'utilisation "préventive" de la VNI sous mode BiPAP ou CPAP par rapport à une prise en charge standard dans les 2 jours suivant la chirurgie. L'application de la VNI qu'elle soit utilisée à un (CPAP) ou deux niveaux de pression (AI+PEP) permettait d'obtenir une amélioration de l'oxygénation et une réduction de l'amputation des volumes pulmonaires. Par contre l'incidence des atélectasies était comparable (12-15%) dans les 3 groupes.

Dans un travail prospectif randomisé incluant 2 groupes de 48 patients, Auriant et coll. (4) ont rapporté l'efficacité de la VNI au cours des IRA après résection pulmonaire. Dans ce travail (4) la VNI a permis, en comparaison au traitement standard (oxygénothérapie + kinésithérapie + bronchodilatateurs) d'obtenir une diminution du nombre d'intubation (21 vs 50 %, $p= 0,035$) et de la mortalité (38 vs 13 %, $p= 0,045$). Les auteurs rapportaient également une amélioration de l'oxygénation dès la 2ème heure de VNI, qui était obtenue avec des faibles niveaux de pression d'aide inspiratoire d'environ 9 cmH₂O, et des niveaux de PEP de 4 cmH₂O. Ce travail est la première et la seule étude prospective randomisée à l'heure actuelle montrant l'efficacité de la VNI en postopératoire de chirurgie thoracique en terme de diminution du nombre d'intubation et de mortalité.

Une étude randomisée où la VNI était utilisée à titre prophylactique après chirurgie de résection pulmonaire a été récemment publiée (5). Cent soixante-dix-neuf patients ont été traités par oxygénothérapie standard associée à de la kinésithérapie et ont été comparés à 181 patients qui ont reçu de la VNI (1h toutes les 4 heures) pendant les 48 premières heures post opératoires. Aucune différence significative n'été démontrée sur la survenue d'insuffisance respiratoire aiguë, des pneumopathies et sur la durée de séjour à l'hôpital. L'étude montrait seulement que les patients en insuffisance respiratoire aiguë avaient moins recours à une VNI «de sauvetage».

Après chirurgie cardiaque, 2 études randomisées ont été publiées. La première était réalisée à titre prophylactique (6). Les 500 patients inclus recevaient soit de la CPAP à 10 cm H₂O pendant au moins 6 heures, soit de la CPAP 10 min toutes les 4 heures. Les résultats rapportaient une meilleure oxygénation, une diminution des complications pulmonaires (pneumopathies et taux de réintubation) chez les patients recevant de la CPAP pendant au moins 6 heures (6). La seconde étude a été récemment publiée par une équipe sud-coréenne (7) et s'inscrivait dans une démarche curative. Les patients de chirurgie cardiaque en insuffisance respiratoire aiguë traités par VNI avaient un taux d'intubation de 18,8% comparé à 80,9% dans

le groupe témoin ($p < 0,001$). La mortalité hospitalière était aussi élevée dans le groupe témoin (38,3% vs 18,8% ; $p = 0,03$).

Après chirurgie abdominale la VNI semble bénéfique dans une stratégie prophylactique ou curative. À titre prophylactique, Squadrone et al. (8) ont évalué l'utilisation d'une CPAP délivrée par un masque type Helmet. Après avoir randomisé 209 patients hypoxémiques sans signes d'insuffisance respiratoire aiguë, les auteurs ont démontré une diminution des réintubations de 10% à 1%. L'intérêt de la VNI dans la prise en charge des patients avec une insuffisance respiratoire aiguë hypoxémiques comparée à une prise en charge standard vient d'être récemment démontré. Jaber et al. (9) ont randomisé 293 patients et ont démontré que la VNI permettait de diminuer significativement le taux de réintubations (33,1% vs 45,5% ; $p = 0,03$) et la survenue d'infections nosocomiales (31,4% vs 49,2% ; $p = 0,003$).

Cependant, dans 20% à 30% des cas, la mise en route d'une ventilation invasive est nécessaire (10). Quatre variables indépendantes étaient associées à un échec de la VNI durant les 48 premières heures: augmentation de la fréquence respiratoire (OR: 4.17 [1.63-10.67]; augmentation du score SOFA (OR: 3.05 [1.12-8.34]; nombre de fibroscopies bronchiques réalisées (OR: 1.60 [1.01-2.54]; et le nombre d'heures passées sous VNI (OR: 1.06 [1.01-1.11]).

Si on observe un certain bénéfice à l'application de la VNI, il faut se souvenir de l'étude publiée par Esteban et al. en 2004 (11) qui rapportait une augmentation de la mortalité chez les patients traités par VNI. Les patients sous VNI étaient réintubés plus tardivement que les patients témoins (médiane de 12h vs 2h30 ; $p = 0,02$).

Oxygénothérapie nasale à haut débit

L'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) est réalisée par l'intégration de l'humidification chauffante et d'un mélange précis d'air et d'oxygène délivré par une canule nasale. Le système Optiflow™ (Fisher&Paykel Healthcare, 91946 Courtaboeuf, France) propose une canule nasale innovante en silicone associée à une humidification d'un mélange gazeux pouvant être administré à des débits élevés (**Figure**). L'utilisation d'une interface nasale humidifiée Optiflow™ en oxygénothérapie comporte un certain nombre d'avantages par rapport aux méthodes classiques. L'administration de l'oxygène à haut débit par voie nasale peut augmenter les valeurs de FiO_2 par rapport à l'administration par masque facial. Des débits élevés de gaz permettent de réduire la dilution de l'oxygène dans l'air, et les débits continus dans le nez entraînent une diminution de l'espace mort anatomique. Les interfaces nasales sont généralement mieux tolérées par les patients et, qui plus est, ces derniers retirent également les bénéfices associés à de hauts niveaux d'humidité. Optiflow™ délivre jusqu'à 60 l/min de gaz

chauffés et humidifiés à 37°C, 44 mgH₂O/l (c'est-à-dire à la température corporelle et saturé de vapeur d'eau, BTPS). Le conditionnement des gaz inspirés à BTPS permet de délivrer confortablement des débits élevés directement dans le nez, de manière pratiquement imperceptible.

Les effets physiologiques de l'ONHD sont résumés dans le **tableau 2** comprennent: 1) des FiO₂ délivrées plus élevées et plus stables; 2) une diminution de l'espace mort; 3) une amélioration de la synchronicité thoraco-abdominale; 4) une baisse du travail respiratoire avec en particulier un effet «aide inspiratoire» (14); 5) une augmentation des volumes pulmonaires et de la capacité résiduelle fonctionnelle 6) la délivrance d'un gaz réchauffé et humidifié; 7) une pression positive expiratoire de l'ordre de 1 à 5 cmH₂O dépendant du débit.

Les indications potentielles de l'OHDN sont colligées dans le **tableau 3**. Les contre-indications à l'utilisation de l'OHDN sont similaires à celles de la VNI et sont résumées dans le **tableau 4**.

Oxygénothérapie nasale à haut débit dans l'insuffisance respiratoire aiguë

Les résultats de l'étude FLORALI (15) ont démontré l'intérêt potentiel de l'OHDN dans la prise en charge des insuffisances respiratoires aiguës hypoxémiques. Frat et al ont ainsi randomisé 310 patients dans 3 groupes: un groupe OHDN, un groupe oxygénothérapie standard, un groupe VNI + OHDN. Le critère de jugement principal- le taux d'intubation- n'était pas différent parmi les 3 groupes: 38% dans le groupe OHDN, 47% dans le groupe oxygénothérapie standard et 50% dans le groupe VNI (p=0,18). Par contre une baisse de la mortalité en réanimation était notée dans le groupe ONHD (11,3%) comparée à 19,1% dans le groupe oxygénothérapie standard et 24,5% dans le groupe VNI (p=0,01). L'analyse du sous-groupe des patients avec un rapport PaO₂/FiO₂ <200 a également montré une diminution du recours à l'intubation trachéale : 34,9% dans le groupe OHDN, 52,7% dans le groupe oxygénothérapie standard et 58% dans le groupe VNI (p=0,009).

En post extubation

Deux études randomisées ont comparé l'OHDN à de l'oxygénothérapie standard par lunettes ou masques. La première a inclus 105 patients avec un rapport PaO₂/FiO₂ < 300 juste avant l'extubation (16). Les patients du groupe OHDN bénéficiaient de la technique pendant 48 heures. L'évolution du rapport PaO₂/FiO₂ –qui était le critère de jugement principal- était toujours en faveur de l'OHDN de la 24^e heure à la 48^e heure. Le niveau de la fréquence

respiratoire était également toujours plus bas chez les patients traités par OHDN. Sur les critères de jugement secondaires, les patients traités par OHND ont présenté moins d'épisodes de désaturation, de retrait du système d'oxygénothérapie et finalement moins de recours à la réintubation (4% versus 21%).

La deuxième étude a randomisé 527 patients ayant réussi l'épreuve de sevrage de la ventilation et étant à faible risque de réintubation (17). L'OHND était laissée en place seulement 24 heures. Le débit était progressivement augmenté à partir de 10L et par palier de 5L jusqu'au ressenti d'un inconfort par le patient. La nécessité de réintuber les patients dans les 72 heures était significativement diminuée chez ceux traités par OHDN (4,9% versus 12,2%; $p=0,004$).

Oxygénothérapie nasale à haut débit en post opératoire

Les études sur l'utilisation de ONHD en postopératoire de chirurgie sont récentes et sont plus nombreuses après chirurgie cardio thoracique. Une étude observationnelle montrait que l'administration d'ONHD en post opératoire de chirurgie cardiaque comparée à une prise en charge standard était associée à une augmentation de 25% des volumes pulmonaires en fin d'expiration et de 10% sur le volume courant (18). Il était constaté une baisse de la fréquence respiratoire et une amélioration du rapport PaO_2/FiO_2 (18). Une première étude randomisée sur l'administration systématique d' Optiflow™ pendant 48h en post opératoire de chirurgie cardiaque n'a pas montré de différence sur le niveau d'oxygénation comparé à une prise en charge standard (19). Par contre, il semblait que le recours à l'escalade dans les techniques respiratoires était moindre chez les patients traités par Optiflow™ (19). Les auteurs concluaient cependant que l'utilisation en routine après chirurgie cardiaque non compliquée n'était pas justifiée (19). Corley et al. (20) ont rapporté leur expérience sur l'administration systématique d' Optiflow™ chez des patients obèses après chirurgie cardiaque. Par rapport à une prise en charge standard, il n'y avait pas moins d'atélectasies, ni d'amélioration de la PaO_2 (au contraire, le rapport PaO_2/FiO_2 était plus élevé durant les premières 8 heures sous traitement standard (20)).

Toujours avec l'oxygénothérapie à faible débit comme comparateur, l'effet bénéfique de l'administration de l'ONHD était également constaté sur la PaO_2 et la $PaCO_2$ chez des patients hypoxémiques après chirurgie cardiaque, bien que le rôle de la VNI compliquait l'interprétation de l'étude (21).

Récemment, une étude multicentrique randomisée de non infériorité a comparé l'ONHD à la VNI délivrée sur un mode BiPAP sur une population de patients en postopératoire de

chirurgie cardiothoracique (étude BiPOP) (22). 830 patients ont été inclus sur les conditions suivantes : a) l'échec d'une épreuve de sevrage de la ventilation mécanique définie par un rapport $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ ou une $\text{SaO}_2 < 90\%$; b) une insuffisance respiratoire aigüe post extubation ; c) une épreuve de sevrage réussie chez des patients à risque d'échec (obésité, insuffisance cardiaque, antécédent d'échec d'extubation). On était donc sur une stratégie curative et préventive. Sur le critère de jugement principal qui était l'échec du traitement (intubation trachéale, changement pour l'autre technique, arrêt prématuré), la différence de risque était de 0,86% (intervalle de confiance: -4,9 – 6,6%) confirmant la non-infériorité de l'ONHD par rapport à la VN I. Les arrêts prématurés étaient plus fréquents chez les patients traités par VNI (16,5% vs 6,9%). De façon parallèle, le taux d'échec était moindre chez les patients extubés "à risque" (12,6% vs 5,7%; $p=0,04$). Les patients traités par ONHD avaient une augmentation moindre de la PaO_2 par rapport aux patients traités par VNI, mais une baisse de la PaCO_2 et de leur fréquence respiratoire plus rapide. Environ 20% des patients dans chaque groupe éprouvaient un confort médiocre de la technique imposée et 60% d'entre eux ressentaient une amélioration de leur sensation de dyspnée. Enfin, il y avait moins de lésions cutanées avec l'ONHD et la charge de travail était moindre pour le personnel infirmier (22). Une étude randomisée récente plaide également en faveur de l'ONHD en termes de durée de séjour à l'hôpital et de satisfaction des patients après chirurgie de résection pulmonaire.

La place de l'ONHD après chirurgie abdominale devrait être précisée après l'analyse des résultats de l'étude OPERA (23).

Bien que certains auteurs évoquent la possibilité d'utilisation d' Optiflow™ dans les services de chirurgie ou de médecine, l'utilisation de l' Optiflow™ dans le cadre de l'insuffisance respiratoire aigüe ou de l'hypoxémie sévère doit se faire en réanimation ou en unité de soins continus afin d'assurer une surveillance optimale et un délai d'intervention optimisé en cas de détérioration de l'état clinique. Une étude récente a rapporté une augmentation de la mortalité chez les patients traités par ONHD avec une augmentation du délai de réintubation (24). Cependant, plusieurs remarques doivent être faites: La mortalité au 28^e jour est similaire, proche de 47%; les patients concernés avaient reçu l'ONHD pendant 126h comparé à 10h; les patients en décompensation de BPCO étaient inclus; enfin, il manquait les données sur les modalités d'application de l'ONHD.

Oxygénothérapie à haut débit avant intubation et lors de la fibroscopie bronchique

Après des premiers résultats encourageants, basés sur une étude avant-après (masque à oxygène versus OHDN) monocentrique qui montrait des SaO_2 plus élevées à la fin de la période de préoxygénation et durant l'intubation (25). Ces résultats n'ont pas été confirmés par

une étude multicentrique randomisée (26) qui ne montrait pas de différence sur les SaO₂ les plus basses enregistrées entre une préoxygénation par OHDN ou par masque facial. Enfin, une dernière étude randomisée monocentrique ne montrait pas de différences en termes de SaO₂ lors de la laryngoscopie chez les patients recevant de l'OHND ou non (27).

La réalisation d'une fibroscopie bronchique sous masque à oxygène et couplée à une CPAP type Boussignac avait montré une amélioration de la SaO₂ comparé à de l'oxygénothérapie standard. Une étude randomisée a comparé la réalisation d'une fibroscopie sous VNI ou ONHD. La VNI reste supérieure à l'OHND en termes d'oxygénation péri procédure (28). L'utilisation de l'OHND reste cependant licite si la tolérance respiratoire est bonne.

En conclusion, l'avenir de l'ONHD semble prometteur dans plusieurs indications dont l'insuffisance respiratoire aigüe « de novo » et en postopératoire. Les premières études méritent d'être confirmées afin de définir au mieux sa place dans notre arsenal thérapeutique. Sa simplicité de mise en route associée à une charge de travail moindre pour les infirmières en fait une technique concurrentielle de la VNI. L'analyse des nouveaux résultats publiés devra tenir compte de l'hétérogénéité des populations étudiées avec des conditions d'inclusion variables; des critères de jugement concernant des variables cliniques (recours à l'intubation, mortalité), mais parfois des variables physiologiques; les modalités d'administration de l'ONHD en terme de réglage et durée d'administration; le moment de l'évaluation du traitement; et enfin le comparateur utilisé: oxygénothérapie standard, masque Venturi, VNI.

REFERENCES

1. Jaber S, Chanques G, Jung B. Postoperative noninvasive ventilation. *Anesthesiology*. 2010; 112: 453-461.
2. 3eme Conférence de Consensus commune. Ventilation Non Invasive au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë (nouveau-né exclu). 12 octobre 2006 Paris, Institut Montsouris.
3. Matte P., Jacquet L., Van Dyck M., Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and noninvasive ventilatory support with bilevel airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol. Scand*. 2000; 44: 75-81.
4. Auriant I, Jallot A, Hervé P, et al. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:1231-1235
5. Lorut C, Lefebvre A, Planquette B, et al. Early postoperative prophylactic noninvasive ventilation after major lung resection in COPD patients: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med*. 2014; 40 :220-227.
6. Zarbock A, Mueller E, Netzer S, Gabriel A, Feindt P, Kindgen-Milles D. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure following cardiac surgery protects from postoperative pulmonary complications: a prospective, randomized, controlled trial in 500 patients. *Chest*. 2009; 135: 1252-1259
7. Zhu G-F, Wang DD-J, Liu S, Ming JIA, Jia S-J. Efficacy and safety of noninvasive positive pressure ventilation in the treatment of acute respiratory failure after cardiac surgery. *Chin Med J*. 2013; 126 :4463-4469
8. Squadrone V, Cocha M, Cerutti E, et al. Continuous Positive Airway Pressure for Treatment of Postoperative Hypoxemia. A Randomized Controlled Trial *JAMA*. 2005; 293: 589-595
9. Jaber S, Lescot T, Futier E, et al. Effect of noninvasive ventilation on tracheal reintubation among patients with hypoxemic respiratory failure following abdominal surgery. A randomized clinical trial. *JAMA* 2016; 315: 1345-1353.
10. Riviere S, Monconduit J, Zarka V, et al. Failure of non invasive ventilation after lung surgery: A comprehensive analysis of incidence and possible risk factors. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2011; 39: 769-776
11. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *New Engl J Med*. 2004;350(24):2452-2460
12. Spoletini G, Alotaibi M, Blasi F, et al. Heated humidified high-flow nasal oxygen in adults. Mechanisms of action and clinical implications. *Chest*. 2015;148:253-261.

13. Papazian L, Corley A, Hess D, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygenation in ICU adults : a narrative review. *Intensive Care Med* 2016 ; DOI : 10.1007/s00134-016-4277-8
14. Vargas F, Saint-Leger M, Boyer A, et al. Physiologic effects of high-flow nasal cannula oxygen in critical care subjects. *Resp Care* 2015; 60: 1369-1376.
15. Frat J-P, Thille AW, Mercat A, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *New Engl J Med*. 2015;372: 2185-2196.
16. Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, et al. Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Resp Crit Care Med*. 2014;190:282-288.
17. Hernandez G, Vaquero C, Gonzalez P, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients. A randomized clinical trial. *JAMA* 2016;315:1354-1361.
18. Corley A, Caruana LR, Barnett AG, Tronstad O, Fraser JF. Oxygen delivery through high-flow nasal cannulae increase end-expiratory lung volume and reduce respiratory rate in post-cardiac surgical patients. *Br J Anaesth* 2011; 107: 998-1004.
19. Parke R, McGuinness S, Dixon R, et al. Open-label, phase II study of routine high-flow nasal oxygen therapy in cardiac surgical patients. *Br J Anaesth* 2013; 111: 925-931.
20. Corley A, Bull T, Spooner AJ, Barnett AG, Fraser JF. Direct extubation onto high-flow nasal cannulae post-cardiac surgery versus standard treatment in patients with a BMI \geq 30: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med* 2015; 41: 887-894.
21. Nicolet J, Poulard F, Baneton D, et al. Oxygénation nasale à haut débit pour hypoxémie après chirurgie cardiaque. *Ann Fr Anesth Réan* 2011; 30: 331-334.
22. Stéphan F, Barrucand B, Petit P, et al. High-flow nasal oxygen vs noninvasive positive airway pressure in hypoxemic patients after cardiothoracic surgery. A randomized clinical trial. *JAMA* 2105; 313: 2331-2339.
23. Futier E, Paugam-Burtz C, Constantin JM, et al. The OPERA trial - comparison of early nasal high flow oxygen therapy with standard care for prevention of postoperative hypoxemia after abdominal surgery: study protocol for a multicenter randomized controlled trial. *Trials*. 2013; 14:341.
24. Kang BJ, Koh Y, Lim C-M, et al. Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality. *Intensive Care Med* 2015; 41: 623-632.

25. Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent desaturation during tracheal intubation of intensive care patients with mild-to-moderate hypoxemia. *Critical care medicine* 2015; 43: 574-583
26. Vourc'h M, Asfar P, Volteau C, et al. High-flow nasal cannula oxygen during endotracheal intubation in hypoxemic patients: a randomized controlled clinical trial. *Intensive care medicine* 2015; 41: 1538-1548.
27. Semler MW, Janz DR, Lentz RJ, et al. For FELLOW investigators, the pragmatic critical care research group. Randomized trial of apneic oxygenation during endotracheal intubation of the critically ill. *Am J Respir Crit Care Med* 2015; 193: 273–280
28. Simon M, Braune S, Frings D, et al. High-flow nasal cannula oxygen versus non-invasive ventilation in patients with acute hypoxaemic respiratory failure undergoing flexible bronchoscopy—a prospective randomised trial. *Crit Care* 2014; 18:712

Légende des figures

Figure. Appareil d'oxygénothérapie nasale à haut débit. Le mélangeur air/oxygène permet d'obtenir des FiO_2 entre 21 et 100% pour un débit gazeux pouvant atteindre 60 L/min. Le mélange gazeux est chauffé et humidifié par un humidificateur/chauffeur et délivré par un seul tuyau (d'après 13).

Tableau 1 : Indications de la ventilation non invasive classées selon leur niveau de recommandation (d'après 2)

<p>Intérêt certain. Il faut faire</p>	<p>Décompensation de BPCO <i>C'est est la situation clinique où la VNI a été la plus étudiée. Elle diminue la nécessité d'intubation d'environ 60% et la mortalité d'environ 50%</i> OAP <i>La VNI améliore les conditions hémodynamique et ventilatoire. Associée au traitement médical, elle diminue la nécessité d'intubation d'environ 60% et la mortalité d'environ 40%</i></p>
<p>Intérêt non établi de façon certaine. Il faut probablement faire</p>	<p>IRA hypoxémique de l'immunodéprimé Post-opératoire chirurgie thoracique et abdominale Stratégie de sevrage de la ventilation invasive chez les BPCO Prévention d'une IRA post extubation Traumatisme thoracique fermé isolé Décompensation de maladies neuro musculaires chroniques et autres IRC restrictives Mucoviscidose décompensée Forme apnéisante de la bronchiolite aiguë/laryngo-trachéomalacie Réalisation de fibroscopie bronchique</p>
<p>Aucun avantage démontré. Il ne faut probablement pas faire</p>	<p>Pneumopathie hypoxémiante SDRA Traitement de l'IRA post-extubation Maladie neuro musculaire aiguës réversibles</p>
<p>Situations sans cotation possible</p>	<p>Asthme aigue grave Syndrome d'obésité-hypoventilation Bronchiolite aiguë du nourrisson (hors forme apnéisante)</p>

Tableau 2. Bénéfices physiologiques de l'oxygénothérapie à haut débit nasal comparés à l'oxygénothérapie conventionnelle (d'après 12, 13)

<p>Les FiO₂ délivrées sont plus élevées et plus stables</p> <p><i>Le débit machine doit être réglé pour être en concordance avec la demande inspiratoire du patient et/ou la sévérité de la maladie respiratoire</i></p>	<p>Le débit inspiratoire fourni est plus élevé que la demande spontanée inspiratoire du patient.</p> <p>Moins d'entraînement d'air ambiant</p>
<p>Diminution de l'espace mort anatomique par lavage de l'espace nasopharyngé</p>	<p>Une plus grande fraction de la Ventilation min participe aux échanges gazeux</p> <p>Meilleure efficacité des efforts respiratoires</p> <p>Amélioration de la synchronicité thoraco abdominale</p>
<p>Le travail respiratoire est diminué</p>	<p>Ouverture des voies aériennes</p> <p>Baisse de la résistance liée au nasopharynx</p> <p>Effet "aide inspiratoire"</p>
<p>Le gaz délivré est chauffé et humidifié</p> <p><i>Le débit doit être >40L/min pour bénéficier des effets positifs</i></p>	<p>Baisse du travail respiratoire</p> <p>Amélioration de la fonction muco ciliaire</p> <p>Meilleure conductance et compliance pulmonaire</p> <p>Epargne d'énergie (réchauffement les gaz)</p>
<p>Génération d'une pression expiratoire positive (PEP)</p> <p><i>Il est important de diminuer les fuites autour de la canule nasale</i></p>	<p>Dépendante du débit</p> <p>Bouche fermée>bouche ouverte</p> <p>Augmentation du volume pulmonaire télé expiratoire</p>
<p>LIMITES</p>	
<p>Le volume courant engendré ne peut être mesuré ou modifié</p> <p>Mobilité diminuée</p> <p>Fuites non compensée autour de la canule nasale</p> <p>La pression dans les voies aériennes nasopharyngées et l'effet PEP nécessite plus d'exploration</p> <p>Risque de retard à l'intubation et augmentation de la mortalité</p>	

Tableau 3. Indications potentielles de l'oxygénothérapie à haut débit nasal (adaptée de 12, 13)

Indications	Bénéfices
Insuffisance respiratoire aigue <ul style="list-style-type: none">- SDRA- Pneumopathie	Baisse de la mortalité Amélioration de l'oxygénation Amélioration de la dyspnée Meilleur confort
Fibrose pulmonaire	Baisse de la fréquence respiratoire
Oedeme pulmonaire cardiogénique	Amélioration de l'hématose
Post opératoire <ul style="list-style-type: none">- Chirurgie cardio-thoracique- Chirurgie abdominale	Non-infériorité comparée à la VNI sur le taux de réintubation. Charge de travail du personnel infirmier diminuée Attente de l'étude OPERA
Post extubation	Amélioration de l'hématose Meilleur confort Moins de déplacement de l'interface Moins d'escalade thérapeutique (VNI ou VM)
Patients « à ne pas intuber »	Amélioration de l'hématose et de la mécanique respiratoire

Tableau 4. Contre-indications à l'oxygénothérapie à haut débit

Absolues
Environnement inadapté, expertise insuffisante de l'équipe
Patient non coopérant, agité, opposant à la technique
Intubation imminente
Coma
Immédiatement après un arrêt cardio-respiratoire
Epuisement respiratoire
Etat de choc, troubles du rythme ventriculaire graves
Obstruction des voies aériennes supérieures
Traumatisme crânio-facial grave
Relatives
Altération de l'état de conscience
Vomissement
Hémoptysies
Saignement digestif haut