

OXYGENOTHERAPIE A HAUT DEBIT AU BLOC OPERATOIRE

DE QUOI PARLE-T-ON ?

L'Oxygénothérapie à haut débit (OHD) est un dispositif qui fournit un gaz inspiratoire chauffé et humidifié par une canule nasale à des débits plus élevés que l'oxygénothérapie conventionnelle (jusqu'à 70 L/min). Le gaz inspiratoire est un mélange air-oxygène dont la fraction inspirée en oxygène (FiO₂) peut varier de 21 % à 100 %.



De multiples effets physiologiques sont attribués à l'OHD et sont, de manière générale, à l'origine d'une amélioration des échanges gazeux, d'une réduction de la dyspnée et du travail inspiratoire du patient ainsi que d'une amélioration du confort du patient.

Les principaux effets retenus sont :

- ✓ **Amélioration de l'oxygénation trachéale.** Les dispositifs actuellement disponibles sur le marché permettent d'atteindre des FiO₂ endotrachéales élevées, de l'ordre de 80-90 %.
- ✓ **« Effet PEP »** par augmentation des résistances expiratoires. Cet effet s'explique par le débit constant généré par la canule nasale. En pratique, le système Optiflow® permet de générer une pression modeste, inférieure à 6 cmH₂O de pression expiratoire positive (PEP) et inférieure à 3cmH₂O de pression moyenne, bouche fermée. Ces valeurs s'effondrent respectivement à 3 et 1 cmH₂O en cas d'ouverture de la bouche. Ainsi, son « effet PEP » demeure très modeste et conditionné par l'occlusion buccale.
- ✓ **Effet lavage d'espace mort anatomique.** Au début de l'inspiration, l'espace mort nasopharyngé contient les gaz télé-expiratoires. Cet espace mort contribue au réchauffement et à l'humidification optimal de l'air inspiré, mais réduit l'efficacité des échanges respiratoires. En diminuant l'espace mort nasopharyngé par l'insufflation continue de gaz frais, l'OHD améliore la pression alvéolaire en oxygène. Dans une étude, il a été montré que l'OHD délivrée à 30L/min éliminait le CO₂ contenu dans l'espace mort nasopharyngé.
- ✓ **Amélioration de la clairance muco-ciliaire.** Le mauvais conditionnement des gaz inspiratoire en oxygénothérapie conventionnelle en termes réchauffement et d'humidification cause une dégradation de la qualité du transport muco-ciliaire. L'OHD, en délivrant des gaz réchauffés à 37°C et humidifiés, améliore la clairance muco-ciliaire.
- ✓ **Epargne énergétique due au conditionnement des gaz.** Durant la respiration physiologique, l'air inspiré est réchauffé à 37°C et humidifié à 100 % d'humidité relative. Ce processus implique un coût énergétique au patient. Or, le patient en détresse respiratoire aiguë a une ventilation minute souvent augmentée, responsable d'un coût métabolique non négligeable consacré au conditionnement des gaz. Cette énergie est économisée lors de l'utilisation d'OHD, où les gaz inspirés sont préconditionnés à 37°C et humidifiés à 100 % d'humidité relative.

POURQUOI S'Y INTERESSER ?

La réduction de la mortalité et de la morbidité per et postopératoire est le principal objectif dans la prise en charge des patients en médecine périopératoire. Selon les dernières données disponibles, **plus de 10 %** des patients opérés vont présenter au moins une complication pulmonaire postopératoire. Plus les patients ont des comorbidités et plus la chirurgie est longue et invasive, plus le risque de complications pulmonaires augmente. Les patients qui survivent à ces complications pulmonaires postopératoires et sortent de l'hôpital ont par la suite une dépendance fonctionnelle plus marquée et une espérance de vie à long terme plus courte.

Un des principaux enjeux de la période péri-opératoire est donc de protéger le poumon et de prévenir les complications pulmonaires postopératoires avant leur survenue. Plusieurs outils complémentaires sont à disposition, telle la **ventilation protectrice** per opératoire ou la ventilation non invasive (VNI).

L'OHD est une technique récente qui a de plus en plus sa place dans la prise en charge globale du patient chirurgical. En effet, comme vu précédemment, en prenant en compte l'ensemble des effets physiologiques, l'OHD est associé avec l'amélioration de multiples paramètres respiratoires. Ainsi, son utilisation a été proposée en anesthésie et en médecine périopératoire dans de nombreuses situations : en per opératoire, pendant la procédure d'intubation (préoxygénation et/ou oxygénation apnéique) ou au cours de procédures lors d'une anesthésie générale sans intubation (chirurgies oro-pharyngées, endoscopies digestives), ainsi qu'en post opératoire, que ce soit de manière préventive (avant la survenue d'une détresse respiratoire aiguë) ou de manière curative.

OHD ET PREOXYGENATION

Les RFE actuelles recommandent de réaliser une pré-oxygénation systématique avant l'intubation trachéale afin de prévenir des désaturations artérielles. L'objectif d'atteindre une $EtO_2 \geq 90\%$, permet d'obtenir une apnée d'environ 6-8 min [RFE « Intubation difficile » et extubation en anesthésie chez l'adulte. SFAR 2017]. La méthode la plus utilisée est celle de la ventilation spontanée au masque facial. Elle nécessite cependant une bonne étanchéité au masque et un débit de gaz frais élevé. Une alternative très intéressante est la VNI, utilisée notamment chez le patient obèse ou dans le contexte de l'urgence (raccourcissement du délai de préoxygénation et augmentation de la durée d'apnée).

L'OHD ou « Trans nasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange (THRIVE) » (terme utilisé dans de nombreuses études) a été particulièrement étudiée dans cette indication, que ce soit en terme de préoxygénation ou d'oxygénation apnéique.

L'oxygénation apnéique correspond à l'oxygénation alvéolaire même après abolition de la ventilation spontanée. C'est un phénomène physiologique où la différence entre les taux alvéolaires d'élimination de l'oxygène et d'excrétion du CO₂ génère un gradient de pression négative allant jusqu'à 20cmH₂O. Ce gradient de pression négative permet l'entrée de l'oxygène dans les poumons, à condition qu'il existe une perméabilité des voies aériennes.

Les principales études retrouvées à son utilisation sont celles des patients hypoxiques en situation de soins critiques. Les résultats apparaissent cependant contradictoires. Une méta-analyse récente [Holoak R.S. *J Crit Care* 2017] a tout de même confirmé les effets positifs de l'oxygénation apnéique chez les patients sévèrement hypoxémiques, pour lesquels une désaturation pendant l'intubation trachéale était significativement plus faible lorsque l'oxygénation apnéique était utilisée.

Concernant le bloc opératoire, diverses études ont été réalisées, notamment pour des populations et des situations spécifiques (obésité, parturiente, séquence rapide, etc.).

1/ Obésité morbide ?

Chez l'obèse, la réduction de la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) limite la réserve en oxygène de l'organisme et diminue la durée de tolérance à l'apnée. L'utilisation d'une PEP ou d'un mode VS AI associée à une position proclive est recommandée pour la préoxygénation de ces patients, car elle permet d'augmenter la durée d'apnée non hypoxique.

Une étude de 2014 [Heinrich S. *J Obes Bariatrics* 2014] a comparé 3 stratégies de préoxygénation pendant 7 minutes : OHD, pression positive continue (CPAP) ou insufflation d'oxygène via un masque

facial standard. Malgré un taux de PaO₂ médian supérieur dans le groupe OHD, ces résultats n'est pas significativement différents.

En 2019, deux études ont étudié l'utilisation spécifique de l'OHD pour la préoxygénation chez des patients obèses. La première étude randomisée [Vourc'h. *LANCET* 2019] n'a pas montré de bénéfice à préoxygéner avec l'OHD en comparaison de la VNI. Au contraire, il était noté une EtO₂ après intubation plus faible et un taux de désaturation < 95% plus élevé dans le groupe OHD. La seconde étude [Wong D.T. *Anesth Analg* 2019] a montré que la combinaison d'une pré-oxygénation par OHD et oxygénation apnéique par OHD prévenait mieux la désaturation qu'une simple pré-oxygénation par masque faciale avec poursuite d'une oxygénation passive au masque facial derrière. A noter l'absence de ventilation au masque après l'induction dans le groupe masque facial.

2/ Urgence et induction en séquence rapide ?

L'oxygénation par OHD pourrait avoir un intérêt majeur en cas d'induction en séquence rapide, car une oxygénation au masque sur estomac plein présente un risque d'insufflation gastrique majeur avec risque d'inhalation.

Dans un essai contrôlé randomisé [Lodenus A. *Anaesthesia* 2018] portant sur 80 patients adultes, il a été comparé la SpO₂ la plus basse jusqu'à 1 min après intubation entre OHD 70 L/min et masque facial 10L/min. Il n'en ressort pas de différence significative entre les deux techniques, mais 5 patients du groupe masque facial ont désaturé en-dessous de 93% contre 0 pour l'OHD. Ainsi, l'OHD pourrait prévenir l'hypoxie lorsque l'apnée est prolongée en raison de difficulté d'intubation.

Un autre essai contrôlé randomisé [F. Mir. *Anesthesia* 2016] portant sur 40 patients subissant une chirurgie en urgence, a comparé une préoxygénation par OHD 70 L/min (persistante jusqu'à la fin de l'intubation) à l'utilisation d'un masque facial 12 L/min sans ventilation apnéique derrière. Il n'en est pas ressorti de différence significative entre les groupes dans la valeur de la PaO₂ post intubation.

3/ Situation d'intubation difficile

Dans le cadre de la chirurgie ORL, une étude observationnelle prospective [Patel A. *Anaesthesia* 2015] a montré une augmentation significative du temps d'apnée médian à l'utilisation de l'OHD chez les patients présentant une intubation prévue difficile et admis pour une chirurgie ORL. Ce temps médian était de 14 (5-65) minutes et aucune désaturation artérielle en oxygène n'a été observée pendant la période d'apnée.

4/ Parturiente à terme ?

Une étude prospective [Tan P.C.F. *Br J Anaesth* 2019] a évalué un protocole d'OHD pour la préoxygénation des femmes enceintes, mais apparaissait comme insuffisant. En effet, seul 60% des parturiente obtenait une EtO₂ ≥ 90 % après 3 min de préoxygénation.

5/ Induction et intubation standard.

Les principales études sur le sujet ont montré que l'utilisation de l'OHD dans la préoxygénation associée à une l'oxygénation apnéique n'était pas aussi efficace que la ventilation au masque pour maintenir l'oxygénation et la ventilation après curarisation. Ces résultats ont été appuyés par une récente étude physiologique [Hanouz J.-L. *Eur J Anaesthesiol* 2019] sur patients sains : en effet, lorsque l'OHD était utilisée comme méthode de préoxygénation, les niveaux d'EtO₂ demeuraient plus bas que la préoxygénation au masque relié à un ballon.

6/ Que retenir en pratique ?

En regard de la littérature actuelle et de l'absence de recommandation de la SFAR, l'application de **l'OHD ne doit pas se substituer à l'application du masque facial** (ou à la VNI chez le patient obèse par exemple) que ce soit en terme de **préoxygénation** ou de la **ventilation manuelle** après curarisation.

Les RFE de 2017 ajoutent cependant qu'il faut probablement utiliser l'OHD comme technique d'oxygénation apnéique, en complément d'une préoxygénation, pour prévenir les désaturations artérielles en oxygène, notamment chez les sujets à risques (obèses, détresse respiratoire aigüe, IOT difficile prévue ou non, estomac plein).

OHD ET PROCEDURES SANS INTUBATION

Les trois principales procédures sous anesthésie générale sans intubation où l'OHD a été étudiée sont les chirurgies oropharyngées, les endoscopies digestives et l'électroconvulsivothérapie.

1/ Chirurgie ORL ?

Comme vue précédemment, l'utilisation de l'OHD chez les patients présentant une intubation prévue difficile et admis pour une chirurgie ORL [Patel A. *Anaesthesia* 2015] permettait d'obtenir un temps médian d'apnée de 14 (5-65) minutes et sans aucune désaturation artérielle en oxygène. Ce résultat a été confirmé par une étude physiologique [Gustafsson I.M. *Br J Anaesth* 2017] qui a démontré que l'OHD était capable d'assurer une bonne oxygénation apnéique pouvant aller jusqu'à 30 minutes chez des patients ASA 2 ayant un IMC < 30 et subissant une chirurgie laryngée. Il était cependant noté une augmentation de PaCO₂ et de CO₂ en fin d'expiration d'environ 1,8 et 0,9 mmHg/min. Enfin, en cas de trachéotomie chirurgicale en urgence, l'OHD pourrait également aider à maintenir une oxygénation [Ffrench-O'Carroll R. *Br J Anaesth* 2017].

Il convient néanmoins de noter le risque d'embrasement lors de l'électrochirurgie (utilisation d'un laser ou d'une diathermie). En effet, un seul cas d'embrasement a été signalé suite à l'utilisation d'une diathermie au cours de l'administration d'oxygène via le dispositif d'OHD. Cela devient, dans ce type de procédure, une contre-indication absolue en cas d'utilisation de FiO₂ > 30 %.

2/ Endoscopies digestives ?

Une grande étude multicentrique prospective randomisée en simple aveugle [Lin Y. *Gastrointest Endosc* 2019] a inclus 1994 patients en ambulatoire subissant une gastroscopie de routine avec une sédation au propofol. En comparant les deux groupes (groupe oxygène nasal et groupe OHD à un débit de 30 à 60L/minute), l'OHD a permis de réduire de façon significative l'incidence de l'hypoxémie et de l'hypoxémie sévère. D'autres études sur l'intérêt d'utiliser l'OHD plutôt que l'oxygénothérapie conventionnelle par lunettes nasales dans les procédures d'endoscopie, en particulier digestives, sont en cours [Eugene A. ODEPHI study protocol. *BMJ open* 2020].

3/ Sismothérapie ?

Au cours de l'électroconvulsivothérapie, l'oxygénation est généralement difficile après l'induction des convulsions. Elle se fait principalement à l'aide d'un simple masque facial ou d'une canule nasale à faible débit. Dans une étude de faisabilité monocentrique [Jonker Y. *J ECT* 2018], 13 patients atteints d'un trouble dépressif résistant à la pharmacothérapie ont reçu 20 séances de sismothérapie avec l'utilisation de la méthode d'OHD, sans aucune désaturation observée.

6/ Que retenir en pratique ?

L'OHD paraît intéressante pour l'ensemble des actes sous AG sans nécessité d'intubation, en particulier pour la **chirurgie ORL** (panendoscopies, IOT difficiles...) et les **endoscopies digestives**.

Néanmoins, la littérature actuelle présente une majorité d'études de petite taille et de puissance insuffisante pour détecter des événements respiratoires ou d'autres complications rares. En effet, une oxygénation apnéique prolongée peut être néfaste chez certains patients présentant des comorbidités, telles qu'une augmentation de la pression intracrânienne, une acidose métabolique, une hyperkaliémie et une hypertension pulmonaire.

Ainsi, il convient de s'adapter à chaque patient et chaque procédure en fonction de la balance bénéfique/risque. Le Tableau ci-dessous résume les avantages et les inconvénients de l'OHD pendant les procédures sans intubation.

Avantages	Inconvénients
Haut débit d'oxygène humidifié et réchauffé : pourrait améliorer la sécurité des procédures	Inconfort associé au haut débit
Oxygénation apnéique	Augmentation du CO ₂ durant l'apnée Acidose majeure durant l'apnée Ne remplace pas la ventilation au masque
Ne gêne pas la chirurgie oropharyngée	Risque d'embrassement en cas d'électrochirurgie (laser, diathermie)
Évite de devoir appliquer un masque pour l'oxygénation	Moindre EtO ₂ comparé au masque pour la préoxygénation

EtO₂ : Fraction expirée en dioxygène ; CO₂ : dioxyde de carbone.

OHD EN SSPI

1/ En post opératoire prophylactique ?

L'OHD est de plus en plus utilisée comme alternative à l'oxygénothérapie conventionnelle en postopératoire, et ce avant même la survenue de détresse respiratoire aiguë. Son utilisation en post extubation immédiate a largement été étudiée, mais les résultats sont controversés.

Deux études récentes, randomisées sont en faveur de son utilisation. La première étude, contrôlée randomisée, portant sur 105 patients [Maggiore S.M. *Am J Respir Crit Care Med* 2014], a démontré une meilleure oxygénation (SpO₂ plus élevée et rapport PaO₂/FiO₂ plus élevé) ainsi qu'une PaCO₂ plus faible avec l'OHD préventive en comparaison de l'apport d'oxygène au masque Venturi (permettant un débit d'O₂ de 40L/min). La seconde étude, contrôlée randomisée mais en ouverte [c. Ferrando. *Minerva Anesthesiol* 2019] a étudié l'utilisation de l'OHD en comparaison du masque Venturi chez les patients obèses morbides opérés pour une chirurgie bariatrique. Les conclusions montraient une diminution significative d'hypoxémie et d'épisodes de désaturation dans le groupe OHD.

Cependant, ces 2 études sont en contradiction avec une grande étude randomisée multicentrique française [Futier E ; OPERA trial. *Intensive Care Med* 2016] qui a inclus 220 patients à risques modéré à élevé de complications pulmonaires en post opératoire de chirurgie abdominale majeure (fonction du score ARISCAT). Elle évaluait l'efficacité de l'OHD dans la survenue des hypoxémies en comparaison avec l'oxygène au masque traditionnel et la VNI. Le taux d'hypoxémie n'était pas significativement différent et l'administration préventive d'oxygène à haut débit par voie nasale ne diminuait pas les complications respiratoires (et notamment la survenue des atélectasies et des hypoxémies). Les auteurs concluaient à une absence de supériorité de l'OHD par rapport à

l'oxygénothérapie conventionnelle chez le patient non hypoxémique, en postopératoire de chirurgie abdominale majeure. Ces résultats ont été confirmés dans une étude randomisée monocentrique italienne en chirurgie thoracique [M. Pennisi. *Critical Care* 2019] : l'utilisation de l'OHD préventive en comparaison au masque venturi dans le contexte post opératoire de lobectomies ne diminuait pas l'incidence des épisodes d'hypoxémies post opératoires.

En comparaison à la VNI préventive, deux grandes études ont montré qu'en post opératoire de chirurgie thoracique [Stephan & al. *JAMA* 2015] ou chez les patients de réanimation à haut risque de ré-intubation post opératoire [Hernandez G. *JAMA* 2016], l'utilisation de l'OHD préventive n'était pas inférieure en ce qui concerne le taux de réintubation et de détresse respiratoire aiguë post-extubation.

Au vu de l'ensemble des résultats, on ne peut privilégier l'utilisation de l'OHD sur la survenue de l'hypoxémie en postopératoire de chirurgie non compliquée.

En revanche, au vue de l'étude précédente de Stephan & al et des dernières recommandations européennes de 2020 de l'ESA et l'ESICM, il est préconisé d'utiliser l'OHD à visée préventive chez le patient postopératoire hypoxémique en cas de mauvaise tolérance de la VNI ou de la CPAP [Leone M. ESA/ESICM guideline. *Intensive Care Med* 2020].

2/ En post opératoire curatif ?

La détresse respiratoire aiguë (DRA) postopératoire est multifactorielle et principalement associée à l'atélectasie causée par l'hypoventilation, la rétention de sécrétions muqueuses et la dysfonction diaphragmatique. La VNI, comparée à l'oxygénothérapie, présente un potentiel de recrutement alvéolaire nettement plus important. Ce fait a largement été démontré par les études, comme par exemple l'étude NIVAS [Jaber S. *JAMA* 2016] qui s'est intéressée au traitement de la DRA postopératoire après une chirurgie abdominale majeure et qui a montré une réduction du taux d'intubation en comparaison de l'oxygénothérapie conventionnelle, et une diminution de la mortalité dans le sous-groupe des patients BPCO.

La VNI apparait donc aujourd'hui comme le support ventilatoire de référence en cas de survenue d'une DRA hypoxémique postopératoire, et le reste dans les dernières recommandations européennes de 2020 de l'ESA et l'ESICM.

A contrario, la place de l'OHD curative est incertaine à ce jour. En effet, dans la plupart des études pratiquées en réanimation, dont l'étude FLORALI [Frat J.P. *N Engl J Med* 2015], chez des patients médicaux atteint d'une détresse respiratoire hypoxique, il n'a pas été montré de différence significative entre la VNI, l'OHD et l'oxygénothérapie conventionnelle en termes de taux de réintubation.

Dans le contexte post opératoire, la seule étude multicentrique avec large effectif ayant randomisé des patients en DRA est l'étude de Stéphan et al. [*JAMA* 2015], incluant 830 patients en post opératoire de chirurgie cardiaque. Dans cette étude, l'OHD n'était pas inférieure à la VNI pour prévenir un critère composite incluant la nécessité de réintubation à 72h ou de changement de méthode d'oxygénothérapie.

Au total, les dernières recommandations européennes ESA/ESICM préconisent l'utilisation de l'OHD avant la VNI dans le traitement de la DRA en post opératoire de chirurgie cardiaque [Leone M. ESA/ESICM guideline. *Intensive Care Med* 2020].

Pour la période postopératoire des chirurgies non cardiaques, la place de l'OHD dans le traitement curatif de la DRA reste à définir.

QU'EN EST-IL DES CONTRE-INDICATIONS ?

Aucune étude n'a déterminé les contre-indications de ce dispositif. Cependant, il faut être prudent lorsqu'il est employé dans les situations contre-indiquées pour la ventilation non invasive. Celles-ci sont :

- Les troubles de la conscience (coma, agitation, non-coopération)
- La claustrophobie (l'OptiFlow™ peut être utilisé dans cette situation)
- L'obstruction des VAS
- Les déformations ou plaies faciales
- Les expectorations abondantes et fréquentes
- Les vomissements avec risque d'inhalation
- L'instabilité hémodynamique

De même, il apparaît important de citer une nouvelle fois les effets délétères possibles d'une oxygénation apnéique tels que l'augmentation de la pression intracrânienne, l'acidose métabolique, l'hyperkaliémie et l'hypertension pulmonaire.

CONCLUSION

L'OHD est une technique récente permettant d'administrer un débit élevé d'oxygène. Elle est associée à de multiples effets physiologiques intéressants : une amélioration de l'oxygénation endotrachéale, une augmentation des résistances expiratoires (« effet PEP » à condition que le patient ait la bouche fermée), un lavage de l'espace mort nasopharyngé et une amélioration de la clairance muco-ciliaire. Il en résulte notamment une amélioration de l'oxygénation, une réduction de la dyspnée et une amélioration du confort du patient. Les niveaux de pression générés avec l'OHD ne sont cependant pas comparables avec ceux générés par une VNI ou une CPAP, qui sont les seuls dispositifs non invasifs à fournir une pression positive tout au long du cycle respiratoire.

Au bloc opératoire, l'OHD peut permettre une oxygénation apnéique du patient durant la phase d'intubation, notamment s'il est à risque d'hypoxémie. Cependant, elle ne remplace pas le masque pendant la préoxygénation, mais peut s'y associer. Elle ne se substitue pas non plus à une ventilation au masque après curarisation (hors estomac plein). Pour certaines procédures sans intubation (chirurgies ORL, endoscopies digestives, sismothérapie), l'OHD permet d'allonger considérablement la tolérance de l'apnée, mais nécessite de peser la balance bénéfique/risque pour chaque patient et nécessite une surveillance étroite du CO₂ expiré.

En postopératoire, l'OHD a été étudié pour la prévention de la détresse respiratoire aiguë. Les recommandations les plus récentes préconisent l'OHD préventive chez le patient postopératoire hypoxémique en cas de mauvaise tolérance de la VNI ou de la CPAP. Pour le traitement curatif de la détresse respiratoire aiguë postopératoire, la VNI est à l'heure actuelle le support ventilatoire de référence. L'OHD peut être considérée avant la VNI pour le traitement curatif de la détresse respiratoire aiguë des patients en post opératoire de chirurgie cardiaque. D'autres études sont nécessaires pour définir la place de l'OHD dans le traitement curatif de la détresse respiratoire aiguë chez les autres catégories de patients chirurgicaux.