

# «Let's Go with the Flow» – High-Flow Nasal Cannula Therapy (HFNCT) en anesthésie

Marie-Louise Peus et Lorenz Theiler

L'oxygénothérapie à haut débit convient pour la narcose pendant des opérations / chirurgies chez le patient réveillé jusqu'à l'oxygénation apnéique.

En soins intensifs, qu'il s'agisse d'adultes ou d'enfants et de prématurés, l'utilisation d'oxygène chauffé, humidifié, à haut débit (HFNCT – High Flow Nasal Cannula Therapy) est une pratique courante depuis de nombreuses années. Ces dernières années, cette technique a également trouvé une utilisation en anesthésie, et pas seulement chez les patients en respiration spontanée mais également chez les patients apnéiques sous anesthésie.

## HFNCT – l'appareil

Plusieurs appareils de plusieurs fabricants sont disponibles pour la thérapie

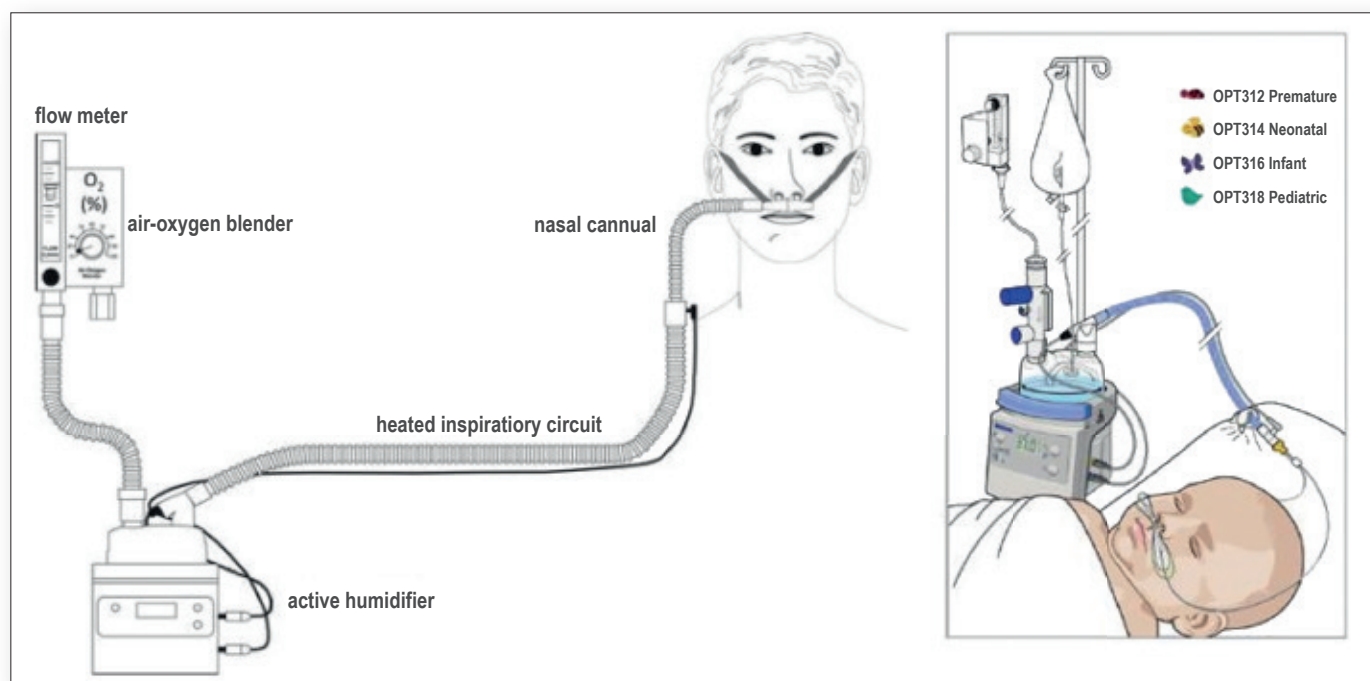
HFNC. Nous, en anesthésie à l'hôpital de l'île, nous utilisons le dispositif Optiflow de Fisher & Paykel Healthcare, c'est pourquoi, nous prendrons cet exemple pour expliquer sa structure et sa fonction. En principe, tous les appareils pour l'HFNCT sont construits de manière similaires.

## HFNCT – Principes physiologiques

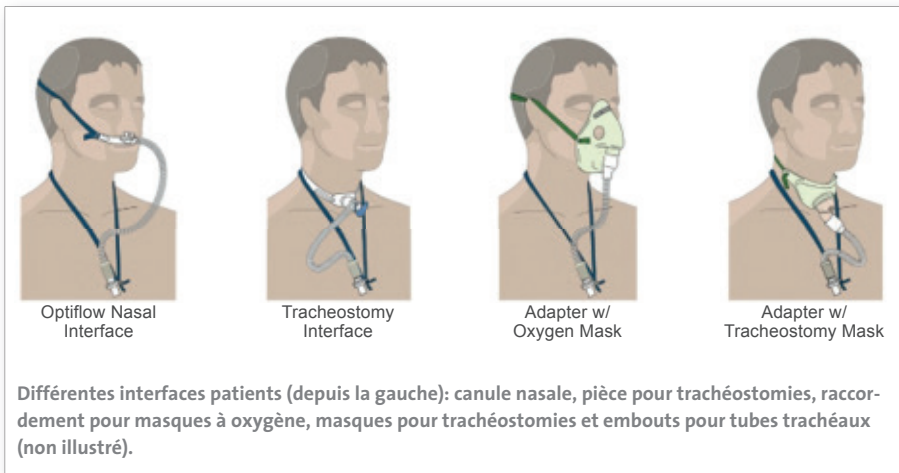
Le HFNCT utilise de l'oxygène chauffé (plaque chauffante et spirale chauffante dans tout le tuyau) et humidifié (100% d'humidité) afin de permettre au patient de tolérer un flux (l/Min.) nettement plus élevé et d'autre part afin que la clearance

mucociliaire ne soit pas abimée par l'application d'oxygène sec (Zhang J. et al, Journal of International Medical Research 2016). Grâce à l'application d'un flux élevé d'oxygène, on assure la  $FiO_2$  désirée et on réduit l'espace mort des voies aériennes supérieures, en lavant l'air expiré dans ces mêmes voies aériennes (Möller et al, Journal of Applied Physiology 2015). De même, la ré-inspiration de gaz avec une haute concentration de  $CO_2$  et une teneur en  $O_2$  basse est réduite. Ce faisant, c'est finalement la ventilation alvéolaire qui est augmentée (Zhang J. et al, Journal of International Medical Research 2016).

Le HFNCT permet, tout comme le CPAP, d'exercer une pression pharyngée d'environ 1cm  $H_2O$  pour un débit de 10 litres d' $O_2$ /min. chez un patient en respiration spontanée avec la bouche fermée (Parke R. et al, British Journal of Anaesthesia 2009;



Le système se compose d'un régulateur de flux d'oxygène, d'un humidificateur actif avec une plaque chauffante et d'un réservoir d'eau, du tuyau respiratoire chauffé et de l'interface patient correspondante. Il y a cinq sortes d'interfaces patients disponibles.



Groves N., Australian Critical Care 2007). Grâce à cela, une pression d'expansion des poumons est engendrée et davantage d'alvéoles peuvent être recrutées. La capacité résiduelle fonctionnelle s'améliore et le travail respiratoire est diminué. Le HFNCT est utilisé depuis des années chez les enfants et les adultes en médecine intensive. Les indications typiques chez l'adulte sont ici l'insuffisance respiratoire aigüe hypoxique (p. ex. grave pneumonie) et l'œdème du poumon d'origine cardiaque. L'insuffisance respiratoire aigüe hypercapnique (p. ex. BPCO exacerbé, asthme bronchique) n'est qu'une indication relative, parce que l'entraînement de la respiration n'est pas du tout augmenté par le HFNCT et le travail respiratoire ne sera pas diminué. Il a été démontré que le taux de ré-intubation pouvait être nettement réduit grâce à l'application du HFNCT après l'extubation (Keenan SP et al., Critical Care Medicine 1997). En médecine intensive pédiatrique, les

indications typiques sont, entre autres, les bronchiolites (RSV), les pneumonies, les malformations cardiaques congénitales, le syndrome de détresse respiratoire (RDS), le syndrome d'apnées du prématuré (Saslow JG et al., Journal of Perinatology 2006) et le soutien respiratoire chez les enfants avec des maladies neuromusculaires. Les contre-indications relatives pour cette thérapie à flux élevé d'oxygène par le nez sont un passage nasal déplacé / atrésie des choanes, traumatisme crânio-cérébral aigu avec perte de LCR ou opérations récentes dans la région du naso-pharynx de même que le déplacement complet du secteur de l'écoulement de l'air.

**Oxygénation apnéique**

Une particularité lors de l'utilisation du HFNCT en apnée complète est, ce que l'on appelle l'«oxygénation apnéique». La première description d'une oxygénation apnéique a eu lieu en 1908 par Volhard

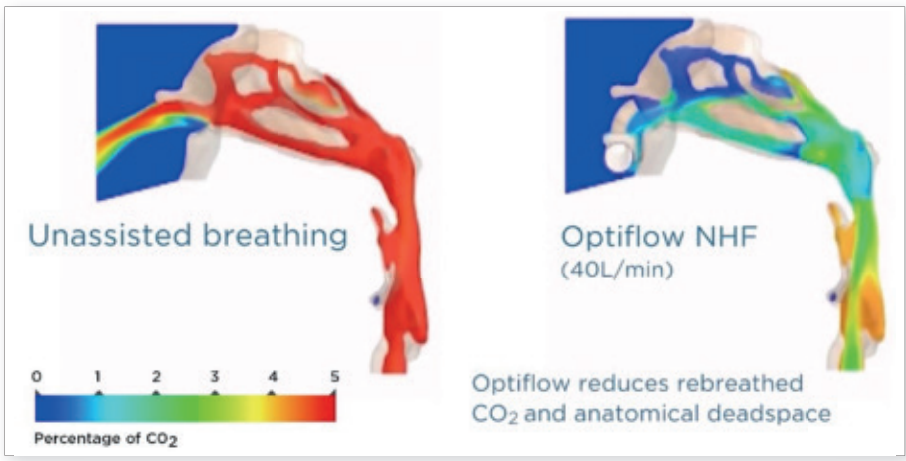
(Volhard F., Münchener Medizinische Wochenschrift 1908): «L'oxygène est résorbé dans les capillaires pulmonaires par les globules rouges s'y pressant et affamés d'oxygène et, de cette manière, formellement aspiré depuis la trachée jusque dans les alvéoles.»

Volhard a pu montrer qu'après injection de curare, des animaux de laboratoire ont pu être maintenus en vie jusqu'à deux heures en leur administrant de l'oxygène low-flow par une canule mise en place au niveau trachéal. La mort se produisait au plus tard après 1,5-2 heures en raison de «faiblesse cardiaque». La raison de ceci a été longtemps méconnue. En 1956, Tenny a ensuite pu démontrer, chez 12 chiens et 20 chats, qu'en cas d'oxygénation low-flow, il n'y avait justement aucune ventilation et que l'hypercapnie qui en résultait, limitait donc son utilisation chez les sujets de l'expérience ne respirant pas spontanément.

En règle générale, on parle de flux bas (low-flow) chez les adultes lorsqu'un flux de 8-10 l/min. est administré. Au contraire, lors du flux élevé (high-flow), un surplus est proposé au patient (avec l'Optiflow, jusqu'à 70 l/min., alors que chez un patient éveillé, 40 l/min. maximum sont tolérés, la plupart du temps). La condition préalable pour l'oxygénation apnéique est que les voies aériennes soient ouvertes, afin que l'oxygène atteigne les alvéoles et que l'excès de gaz puisse s'échapper. Comment l'oxygène arrive-t-il dans les poumons, lors de l'oxygénation apnéique ? Grâce au débit d'oxygène absorbé (correspondant au besoin d'O<sub>2</sub> du corps, donc, au repos, environ 200

**Endexpiration**

Teneur en CO<sub>2</sub> dans les voies aériennes supérieures durant la fin de l'expiration. Comparaison: à gauche, patient respirant spontanément à l'air ambiant; à droite, patient respirant spontanément sous 40 litres d'O<sub>2</sub>/min avec canule nasale Optiflow.



ml/min.) et parallèlement au dépôt de CO<sub>2</sub> plus faible du sang aux alvéoles (environ 160 ml/min.) (Quotient respiratoire ; QR:= dépôt de CO<sub>2</sub>/absorption d'O<sub>2</sub> par unité de temps, dépendant de l'alimentation apportée ≈ 0.8) apparaît une aspiration dans les alvéoles, qui permet, lorsque les voies aériennes sont perméables, d'attirer l'air dans les poumons (débit massique a ventilatoire – a ventilatory mass oxygenation).

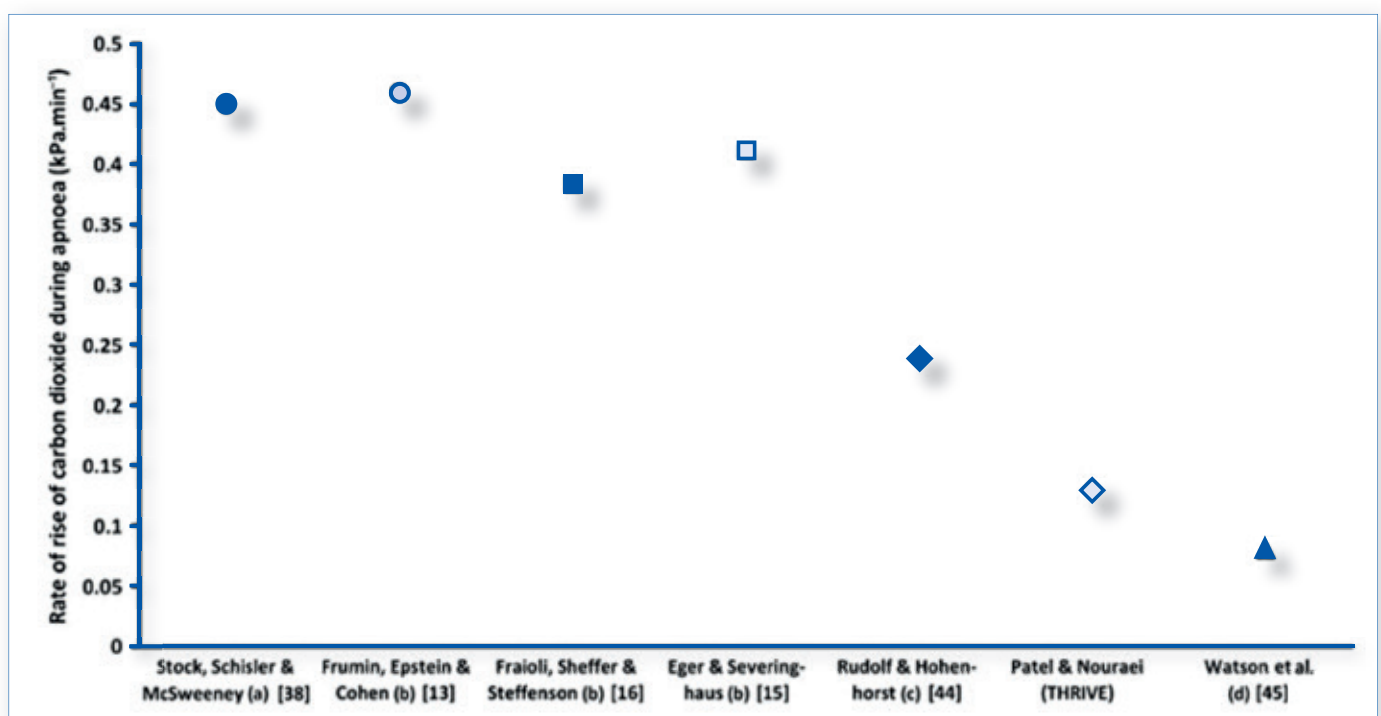
Si les voies aériennes supérieures sont atteintes par l'apport continu d'oxygène et la FiO<sub>2</sub> augmentée en oxygène (réservoir d'oxygène pharyngé), le laps de temps jusqu'à la désaturation est prolongé, il se produit l'oxygénation apnéique. Comme déjà mentionné plus haut, on peut donc, par l'oxygénation apnéique, avec un apport d'oxygène low-flow, maintenir certes longtemps l'oxygénation des patients, pourtant on n'arrive à aucune élimination adéquate de CO<sub>2</sub>, de sorte que l'hypercapnie qui en résulte est finalement limitante. À cause de l'hypercapnie, la valeur de pH du sang chute, il en résulte une acidose respiratoire. L'acidose favorise une vasoconstriction pulmonaire et une vasodilatation au niveau du corps. Il s'ensuit une hyperkaliémie, une aug-

mentation du danger d'arythmies et une augmentation de l'insuffisance cardiaque à cause de la dépression directe de la musculature lisse et de celle du myocarde et une réponse réduite aux catécholamines endogènes (Morgan & Mikhail's, Clinical Anesthesiology). Cliniquement, l'hypercapnie se fait déjà remarquer à une pCO<sub>2</sub> de 45-50 mmHg, tout d'abord par une tachypnée, une tachycardie et une élévation de la tension artérielle ; Un élargissement des vaisseaux conjonctivaux et des vaisseaux de la peau du visage sont visibles. Avec des valeurs de pCO<sub>2</sub> > 70 mmHg, on remarque de plus en plus de confusion et d'altération de la conscience, la pression intra-crânienne augmente à cause de la vasodilatation cérébrale, il se produit un œdème papillaire, et, finalement, le patient est comateux (Scherbaum W. A., Kapitel Endokrinologie, Thiemes Innere Medizin 1999). La limite supérieure encore tolérable de CO<sub>2</sub> chez le patient intubé est individuelle et, chez le patient par ailleurs en bonne santé, se situe de part et d'autre de 70 mmHg. Le consensus parmi les utilisateurs britanniques de l'oxygénation apnéique est que des valeurs de 10 kPa peuvent sans problème être autorisées (environ 75 mmHg).

Anil Patel a décrit en 2015 (Patel A., Nouraei SA, Anaesthesia 2015), pour la première fois la combinaison de l'oxygénation apnéique avec l'utilisation d'oxygène à haut débit (jusqu'à 70 l O<sub>2</sub> / min.) dans le sens d'un HFNCT sous anesthésie. Il a remarqué alors qu'il y a un certain effet de ventilation en comparaison avec l'oxygénation apnéique à bas débit bien connue, qui peut être reconnu par le fait que le CO<sub>2</sub> n'augmente que d'un tiers de la valeur attendue (seulement environ 1 au lieu de 3 mmHg d'augmentation de CO<sub>2</sub> par min.). Il s'opère donc une «oxy-ventilation».

Patel a donc appelé ceci «THRIVE» – transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange. Dans une étude de cas auprès de 25 patients, il a montré que THRIVE peut être, sans problème, utilisé jusqu'à une heure lors de chirurgie du secteur de l'hypopharynx et laryngo-trachéal, à condition que les voies aériennes restent ouvertes.

Gustafsson (Gustafsson IM et al, British Journal of Anaesthesia 2017) a publié une étude avec 31 patients ayant subi des interventions laryngées plus courtes, en anesthésie générale, en utilisant THRIVE. Ici, il a pu être montré que, grâce à THRIVE, on atteint une bonne oxygénation pen-



Taux d'augmentation du CO<sub>2</sub> dans diverses conditions d'apnée dans les études individuelles: (a) obstruction des voies respiratoires, (b) l'oxygénation apnéique classique, (c) Canule intra-trachéale avec un faible débit (low-flow), (d) Canule intra-trachéale avec un haut débit (high-flow)

Source des images: Patel A., Nouraei SA., Anaesthesia 2015 (les chiffres entre parenthèses correspondent aux références dans l'article original de Patel)

tant une durée allant jusqu'à 30 minutes, tandis que l'augmentation simultanée de la PaCO<sub>2</sub> est retardée et qu'ainsi, la fenêtre temporelle apnéique peut être étendue. Cependant, la surveillance du CO<sub>2</sub> et / ou du pH est fortement recommandée.

### HFNCT en anesthésie

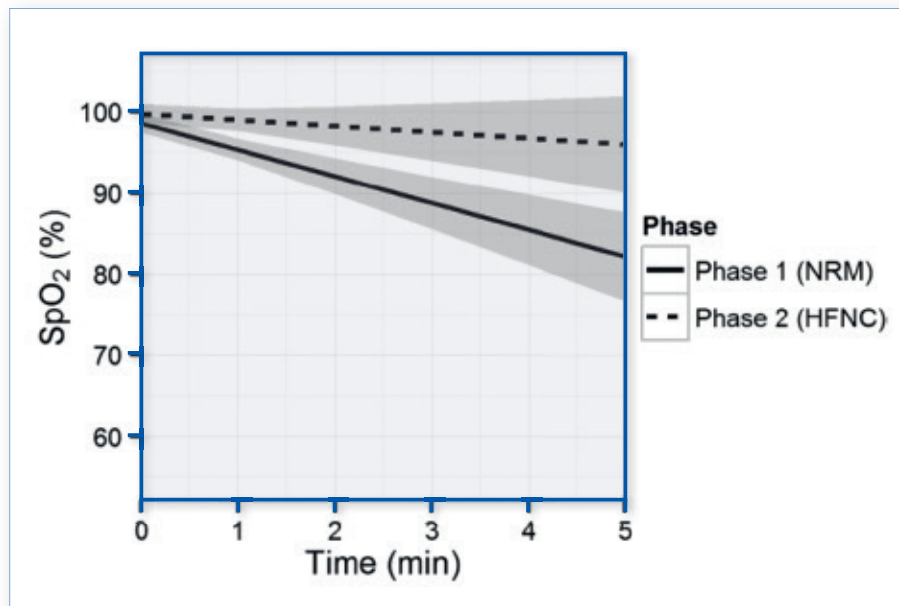
#### La respiration spontanée

Le HFNCT est également une bonne méthode sûre pour l'oxygénation du patient respirant spontanément. Lors d'interventions / opérations pendant lesquelles une sédation profonde est nécessaire, ou souhaitée par le patient et où l'anesthésiste n'a pas d'accès libre à la tête (p. ex. durant les opérations ophtalmiques, les interventions en gastroentérologie), il y aura nettement moins de désaturation en appliquant le HFNCT.

### Introduction

Dans la phase d'induction de l'anesthésie générale, le HFNCT, d'une part grâce à une pré-oxygénation optimale (Miguel Montanes, *Critical Care Medicine* 2015, Zhang J. et al, *Journal of International Medical Research* 2016) et la dénitrégénéation et, d'autre part, grâce à l'oxygénation / ventilation apnéique, prolonge le temps d'apnée du patient lors de l'intubation, sans désaturation (Miguel-Montanes R. et al., *Critical Care Medicine* 2015). Miguel Montanes et al ont montré que, chez 101 patients en soins intensifs qui ont dû être intubés, non seulement la valeur de SpO<sub>2</sub> à la fin de la pré-oxygénation était plus élevée quand on utilisait le HFNC au lieu d'un masque classique, mais aussi que pendant l'intubation on constatait une baisse significativement plus faible de SpO<sub>2</sub> et une hypoxémie moins sévère.

Ceci est particulièrement pertinent pour les patients obèses (Heinrich, *Journal of Obesity and Bariatrics* 2014) ou dans des situations avec des voies aériennes difficiles inattendues. Heinrich et al ont réalisé une étude sur 33 patients obèses qui ont été anesthésiés pour une chirurgie bariatrique laparoscopique. De manière randomisée, ils ont reçu une pré-oxygénation pendant 7 min, soit classique par un masque facial (STAN – standard), soit par un masque CPAP ou par HFNC (HFHHNO – high-flow heated humidified



SpO<sub>2</sub> prédictif pendant les 5 premières minutes d'intubation. La ligne en pointillé représente la saturation en oxygène lors de la pré-oxygénation avec le HFNC, la ligne continue la pré-oxygénation par un masque avec réservoir de non-réinspiration (NRM), et la zone grise l'intervalle de confiance de chacune.

Source de l'image: Miguel-Montanes R. et al, *Critical Care Medicine* 2015

nasal oxygen). La paO<sub>2</sub> a été mesurée de manière répétitive et il a été constaté que ces valeurs, dans le groupe HFNC, étaient significativement plus élevées que dans les deux autres groupes. En outre, le HFNC a l'avantage, par rapport aux deux autres méthodes, qu'il peut également être poursuivi pendant la laryngoscopie.

### Opérations en apnée

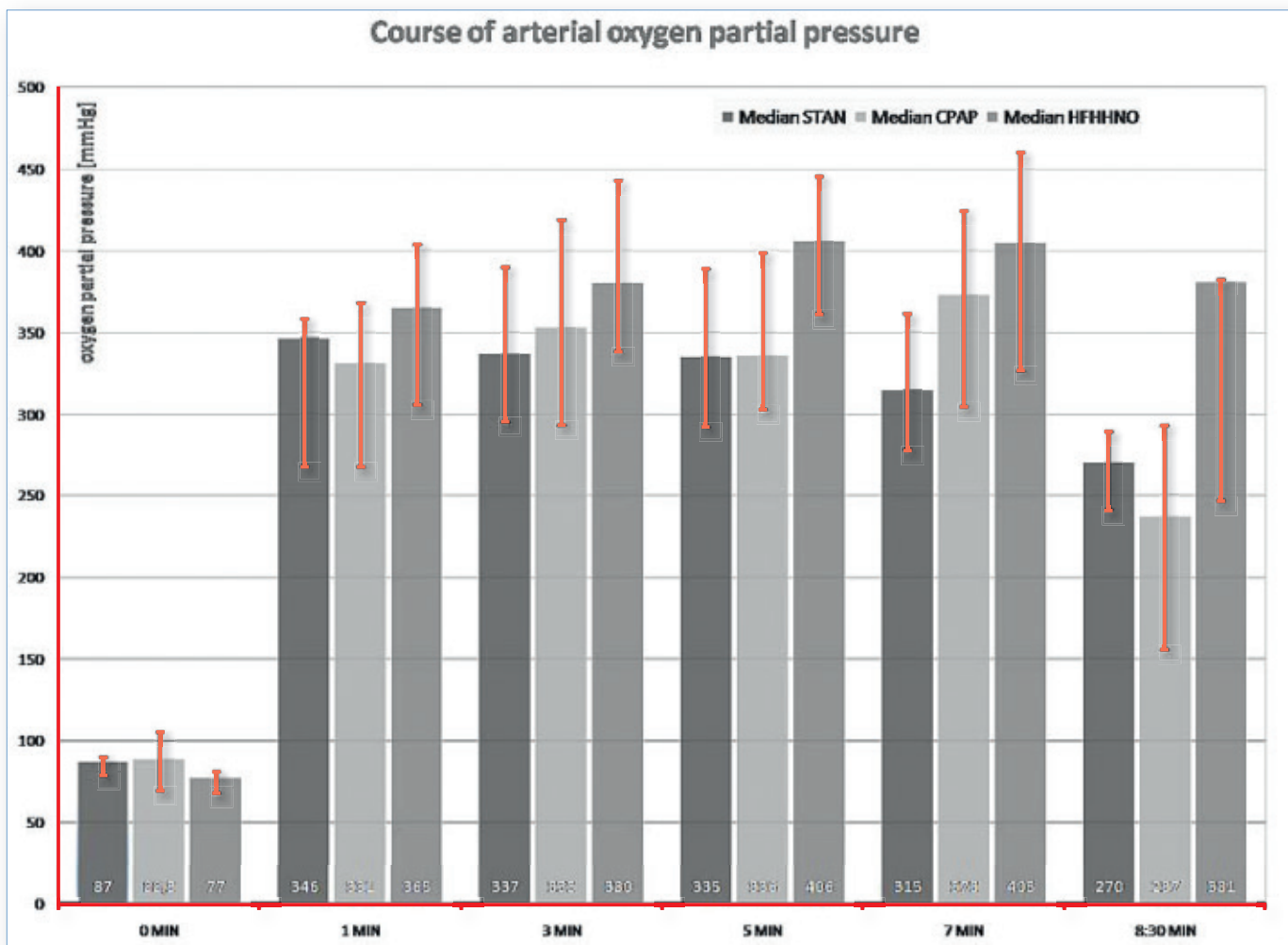
Certaines opérations et interventions en anesthésie générale exigent que le patient n'ait soit aucune assistance des voies respiratoires supérieures, soit aucun mouvement des cordes vocales ou mouvement diaphragmatique avec mouvement thoracique ou abdominal supérieur. Ces procédures comprennent une intervention chirurgicale sur la glotte, les cordes vocales, la trachée et les traitements par radio-fréquence. Jusqu'à présent, ces opérations / interventions ont principalement été faites sous jet-ventilation, cependant, il y avait encore de petits mouvements et il fallait insérer un tube ou une canule pour l'application de la jet-ventilation. Ceci n'est pas nécessaire lors de l'utilisation de THRIVE. En outre, THRIVE permet une extension significative de la fenêtre apnéique avec une bonne oxygénation et une augmentation

de CO<sub>2</sub> retardée par rapport à l'oxygénation apnéique low-flow (Patel A., Nouraei SA, *Anaesthesia* 2015; Gustafsson IM et al, *British Journal of Anesthesia* 2017). Une contre-indication pour l'utilisation de THRIVE est le reflux avec risque d'aspiration pulmonaire.

### HFNCT – Let's Go with the Flow!

Notre expérience en pratique clinique anesthésique journalière, au cours des dernières années a montré que le HFNCT offre un haut degré de confort pour patient. Il peut facilement être installé et utilisé chez le patient éveillé parce que les patients tolèrent bien un débit nasal de 20 l / min jusqu'à 40 l / min, selon le système utilisé (Optiflow). La sécurité dans la prise en charge des patients avec une tolérance modérée à l'apnée est augmentée de manière significative et permet, le cas échéant, un mode de ventilation non invasif en terme d'oxygénation / ventilation (THRIVE) pendant les apnées lors d'interventions spéciales.

Comme pour la ventilation non invasive et la CPAP, des complications telles que l'insufflation de l'estomac sont concevables, bien que ce soient des pressions significativement plus faibles qui sont produites. En cas d'oblitération du nez



Évolution de la pression partielle d'oxygène artériel dans les trois groupes de pré-oxygénation (quartile respectivement médian, 25% et 75%)

Source: Heinrich, Journal of Obesity and Bariatrics 2014

avec la canule nasale et en même temps une fermeture agressive de la bouche, un pneumothorax est également envisageable. En principe toutefois, le HFNCT / THRIVE en anesthésie générale semble être une alternative très sûre à l'apnée, la ventilation au masque et la jet-ventilation. Cependant, la technique ne doit pas être utilisée à la place d'un tube trachéal ou d'un masque laryngé.

Jusqu'à présent, aucune complication n'a été décrite avec le HFNCT sous anesthésie. Récemment, un cas a, toutefois, été publié (Onwochei D. et al, Anaesthesia 2017), où il s'est produit, sous THRIVE, des brûlures dans la bouche dans la région des implants dentaires avec utilisation de la diathermie monopolaire (électro-cautérisation). Le cas montre que des précautions doivent être prises avec des niveaux élevés d'oxygène lors d'utilisation de corps étrangers dans la zone chirurgicale.

#### Utilisation du HFNCT / THRIVE au département d'anesthésie de l'hôpital de l'île à Berne

Les indications pour l'utilisation du HFNCT respectivement THRIVE dans notre département sont:

- Pré-oxygénation et induction chez les patients gravement malades et les patients obèses (patients chez qui on peut s'attendre à une faible tolérance à l'apnée), car on peut, également pendant la laryngoscopie, continuer avec le HFNCT et donner de l'oxygène en continu, à haut débit, pour l'oxygénation.
- Pendant l'intubation vigile par fibroscopie pour une meilleure oxygénation.
- À l'hôpital pour enfants: opérations sur la glotte. Là, il a pu être démontré que grâce à THRIVE, la durée de la chirurgie pouvait être réduite de 60 à 20 minutes et que les ré-intubations et les désaturations pouvaient être diminuées. Cela

a entraîné une amélioration massive des conditions chirurgicales opératoires.

- ORL: opérations sur les cordes vocales. L'avantage de THRIVE par rapport à la jet-ventilation est que, contrairement à cette dernière ventilation, les mouvements des cordes vocales ne se produisent pas et que les conditions préalables pour le chirurgien sont donc meilleures.
- Bronchoscopie rigide, en particulier la cryobiopsie: Mais là, il a été démontré que la capacité de diffusion, souvent pauvre, des poumons des patients est un facteur limitant et que chez de nombreux patients, les structures de la trachée et du pharynx / larynx se «collent» au bronchoscope rigide de sorte que l'oxygène offert par le HFNCT par voie orale s'échappe et n'atteint pas la trachée et les poumons.



- Ophthalmologie: sédation la plus profonde possible chez les patients âgés, avec une marge de sécurité accrue.

Lors de l'utilisation de THRIVE, il est impératif pour nous d'utiliser simultanément le moniteur transcutané CO<sub>2</sub> / O<sub>2</sub>. Nous tolérons facilement des valeurs de CO<sub>2</sub> transcutané jusqu'à 70 mmHg (en accord avec la pratique britannique).

L'utilisation de HFNCT et THRIVE dans l'anesthésie n'a vraiment commencé que ces dernières années, mais c'est un principe prometteur, facilement applicable et sûr. En ce sens: «Let's go with the flow!»

## Bibliographie

Groves N., High Flow Nasal Oxygen Generates Positive Airway Pressure in Adult Volunteers. *Australian Critical Care* 2007 20, 126–131

Gustafsson IM, Lodenius A, Tunelli J, Ullman J, Jonsson Fagerlund M. Apnoeic Oxygenation in Adults under General Anaesthesia Using Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE) – a Physiological Study. *British Journal of Anaesthesia* 2017; 118:610–617.

Heinrich Sebastian, Thomas Horbach, Benedikt Stubner, Johannes Prottengeier, Andrea Irouschek, Joachim Schmidt, Benefits of Heated and Humidified High Flow Nasal Oxygen for Preoxygenation in Morbidly Obese Patients Undergoing Bariatric Surgery: A Randomized Controlled Study. *Journal of Obesity and Bariatrics* December 2014 Volume 1, Issue 1.

<https://www.fphcare.co.nz/hospital/adult-respiratory/optiflow/understand/mechanisms/> (letztmals aufgerufen: 09.10.2017)

Johnson S., High-Flow Oxygen Therapy in Hypoxemic Respiratory Failure: Review. *Saudi Critical Care Journal* 2017;1:43–6.

Keenan SP et al. Effect of Noninvasive Positive Pressure Ventilation on Mortality in Patients Admitted with Acute Respiratory Failure: a Meta-Analysis. *Critical Care Medicine* 1997.

Miguel-Montanes R., MD; David Hajage, MD; Jonathan Messika, MD; Fabrice Bertrand, MD; Stéphane Gaudry, MD; Cédric Rafat, MD; Vincent Labbé, MD; Nicolas Dufour, MD; Sylvain Jean-Baptiste, MD; Alexandre Bedet, MD; Didier Dreyfuss, MD; Jean-Damien Ricard, MD, PhD, 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.

Winfried Möller, Gülnaz Celik, Sheng Feng, Peter Bartenstein, Gabriele Meyer, Oliver Eickelberg, Otmar Schmid, Stanislav Tatkov, Nasal High Flow Clears Anatomical Dead Space in Upper Airway Models. *Journal of Applied Physiology* 2015 Jun 15; 118(12): 1525–1532.

Morgan & Mikhail's, *Clinical Anesthesiology*.

Onwochei D., El-Boghdady K., Oakley R., Ahmad I. Intra-oral Ignition of Monopolar Diathermy During Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilator Exchange (THRIVE). *Anaesthesia* 2017; 72: 781–3.

Parke R. et al, Nasal High-Flow Therapy Delivers Low Level Positive Airway Pressure. *British Journal of Anaesthesia* 2009.

Patel A., Nouraei SA, Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE): a Physiological Method of Increasing Apnoea Time in Patients with Difficult Airways.

*Anaesthesia*. 2015 Mar;70(3):323–9.

Saslow JG, Aghai ZH, Nakhla TA, Hart JJ, Lawrysh R., Stahl GE, Pyon KH. Work of Breathing Using High-Flow Nasal Cannula in Preterm Infants. *Journal of Perinatology* 2006 Aug;26(8):476–80. Epub 2006 May 11.

Scherbaum WA., *Kapitel Endokrinologie Thiemes Innere Medizin* 1999.

Tenney SM. Mechanism of Hypertension During Diffusion Respiration. *Anesthesiology*. 1956;17(6):768–776.

Volhard F. Über künstliche Atmung durch Ventilation der Trachea und eine einfache Vorrichtung zur rhythmischen künstlichen Atmung. *Münchener Medizinische Wochenschrift* 1908; 55: 209±211.

Zhang J., Ling Lin, Konghan Pan, Jiancang Zhou, Xiaoyin Huang, High-Flow Nasal Cannula Therapy for Adult Patients. *Journal of International Medical Research* 2016 Volume: 44 issue: 6, page(s): 1200–1211.

### Contact:

Marie-Louise Peus  
Médecin assistante  
marie-louise.peus@insel.ch