

CAS CLINIQUE

PRÉOXYGÉNATION PAR LUNETTES NASALES À HAUT DÉBIT CHEZ UN PATIENT PRÉSENTANT DES CRITÈRES DE VENTILATION ET D'INTUBATION DIFFICILE

SYLVESTRE JB (1), JAVILLIER B (1)

RÉSUMÉ : Les différents protocoles et algorithmes d'intubation difficile mettent en avant la nécessité d'un dépistage précoce des patients à risque de ventilation et d'intubation difficile. Ces protocoles permettent une adaptation de la prise en charge en concluant, tous, à la nécessité d'un abord trans-trachéal en urgence en cas d'intubation impossible. Dans ce contexte, la prévention des hypoxémies se doit d'être une préoccupation majeure de toute prise en charge anesthésique. En effet, en cas d'intubation orotrachéale impossible, la survenue d'une hypoxémie est directement corrélée à la durée de l'apnée. Classiquement, les manœuvres de pré-oxygénation permettent d'augmenter significativement la durée d'apnée sans hypoxémie. A celles-ci peuvent s'ajouter les manœuvres d'oxygénation apnéique en cas de ventilation impossible, mais avec une filière laryngée perméable. Cet article rapporte et discute le cas d'un patient présentant des critères d'intubation et de ventilation difficile qui a pu bénéficier d'une pré-oxygénation associée à une oxygénation apnéique par l'intermédiaire de lunettes nasales à haut débit.

MOTS-CLÉS : *Anesthésie - Optiflow - Préoxygénation - Ventilation difficile*

PREOXYGENATION BY HIGH-FLOW NASAL CANNULA IN A PATIENT WITH DIFFICULT VENTILATION AND INTUBATION CRITERIA

SUMMARY : The different protocols and algorithms for difficult intubation highlight the need for early detection of patients at risk of ventilation and difficult intubation. These protocols allow an adaptation of the management and all conclude that an emergency trans-tracheal approach is necessary in case of impossible intubation. In this context, the prevention of hypoxemia must be a major concern of any anaesthetic management. Indeed, in case of an impossible orotracheal intubation, the occurrence of hypoxemia is directly correlated to the duration of apnea. Classically, preoxygenation maneuvers can significantly increase the duration of apnea without hypoxemia. Furthermore, apneic oxygenation maneuvers may be added in case of impossible ventilation but permeable laryngeal passage. This article reports on a patient with difficult intubation and ventilation criteria who benefitted from preoxygenation associated with apneic oxygenation via high flow nasal cannula.

KEYWORDS : *Anesthesia - High flow nasal oxygenation - Preoxygenation - Difficult ventilation*

INTRODUCTION

La préoxygénation est une étape importante avant l'induction d'une anesthésie générale. Elle est recommandée par la Difficult Airway Society (DAS) et permet une augmentation de la période d'apnée sans désaturation artérielle lors de l'intubation et prévient, ainsi, les risques d'hypoxémie. Comme les difficultés de ventilation et d'intubation ne sont pas toujours prévisibles, la préoxygénation est souhaitable chez tous les patients. Différentes techniques de pré-oxygénation sont envisageables et présentent des avantages et inconvénients propres. Pour diverses raisons, certains patients peuvent avoir des critères (anatomiques, physiopathologiques) laissant suspecter une ventilation ou intubation difficile. Dès lors, la préoxygénation par des lunettes nasales à haut débit associée à l'oxygénation apnéique permettra de suivre les protocoles «can't ventilate can't intubate» avec un degré d'urgence moins important.

HISTOIRE CLINIQUE

Nous rapportons le cas d'un patient, âgé de 60 ans; se présentant aux urgences pour une altération de l'état général, avec dysphagie aux liquides et aux solides depuis 3 jours, associée à une dyspnée. Il décrit, par ailleurs, une masse cervicale gauche présente depuis deux ans dont la taille se majore progressivement avec des troubles de l'élocution et de la déglutition. Le patient ne présente pas d'antécédents médicaux-chirurgicaux particuliers, mais une consommation d'alcool évaluée à 10 bières par jour. L'examen clinique montre, effectivement, une masse cervicale gauche indurée et ulcérée d'au moins 5 x 5cm et douloureuse à la palpation ainsi que de multiples adénopathies. Une tomodensitométrie de la face et du cou révèle une lésion tumorale infiltrante, entreprenant la base de la langue des deux côtés, l'oropharynx, le larynx sur son versant gauche, avec un envahissement de pratiquement toute la corde vocale gauche, le cartilage arythénoïde ipsilatérale, le sinus piriforme, et mesurant environ 6 à 7 cm d'axe céphalo-caudal. Une fibroscopie nasolaryngée, réalisée par un médecin spécialiste en ORL, retrouve une lésion bourgeonnante endolaryngée comblant quasiment l'entièreté du larynx et laissant place à un unique orifice de

(1) Service d'Anesthésie-Réanimation, CHU Liège, Belgique.

1 cm visible au sein du magma néoplasique et permettant un faible passage d'air.

L'instauration d'un traitement par corticothérapie haute dose est entrepris et une sonde nasogastrique est mise en place pour permettre une alimentation entérale. Un bilan ORL endoscopique sous anesthésie générale est programmé afin de réaliser des biopsies et d'effectuer une exérèse de la lésion (Figure 1). Dès lors, la prise en charge anesthésique pour le bilan de cette lésion tumorale s'avère compliquée.

Les caractéristiques du patient, à savoir son âge supérieur à 55 ans, la limitation de la protrusion mandibulaire, l'absence de dents et sa néoplasie ORL évoque une très haute suspicion de ventilation manuelle difficile. L'intubation est également d'emblée considérée comme problématique, vu les difficultés probables d'exposition du plan glottique lors de la laryngoscopie. Une alternative classique est l'intubation «vigile», mais cette technique est considérée comme une mauvaise option, étant donné les grandes difficultés de visualisation du plan glottique en fibroscopie. Après discussion avec l'équipe chirurgicale et analyse des images de tomodensitométrie, nous optons pour une intubation par vidéolaryngoscope, au risque d'avoir un saignement pharyngé lié à l'érosion tumorale et gênant ou rendant impossible la procédure.

Nous décidons, cependant, de pré-oxygéner le patient avec des lunettes nasales à haut débit à 40 l/min pendant au moins 3 minutes. Après induction du patient avec des sédatifs intraveineux à objectif de concentration (Rémifentanyl® et Propofol® 2 %) et perte de connaissance du patient, une subluxation de la mâchoire de type «Jaw Thrust» est réalisée et un curare non dépolarisant (Rocuronium®) est injecté. Le curare a été choisi afin d'avoir la possibilité d'antagoniser la paralysie musculaire par Sugammadex® si cela s'avérait nécessaire.

Durant les quelques minutes nécessaires avant d'obtenir une curarisation complète, objectivée par un TOF-ratio à 0 au monitoring

de curarisation NMT®, le débit d'oxygène délivré par les lunettes nasales a été majoré à 70 l/min et aucune ventilation manuelle n'a été effectuée (Figure 2).

Deux vidéolaryngoscopies, dont une réalisée par un médecin anesthésiste confirmé dans la gestion des intubations difficiles, ont été réalisées, mais aucune n'a permis de mettre en évidence le plan glottique (Figure 3). Une laryngoscopie rigide a, dès lors, été entreprise par un chirurgien spécialiste en ORL, mais, face à l'impossibilité de trouver une filière laryngée, une décision collégiale de trachéotomie chirurgicale en urgence a été décidée. Durant toute la procédure, l'oxygénation apnéique par lunettes à haut débit a été maintenue et associée à une subluxation de la mâchoire (Figures 4 et 5).

Pendant 17 minutes, incluant le délai de curarisation, deux tentatives de vidéolaryngoscopie, une tentative de laryngoscopie rigide et la réalisation d'une trachéotomie chirurgicale en urgence, la saturation artérielle en oxygène du patient est restée à 100 %. Nous relèverons seulement, au moment de connecter le respirateur sur la canule de trachéotomie, une diminution de saturation à 98 % (Figure 6). Une gazométrie artérielle a été effectuée, par ponction de l'artère radiale, lors de la mise en place de la canule de trachéotomie. On notera essentiellement une PaO₂ de 220 mm Hg, une PaCO₂ à 74 mm Hg et un pH à 7,41.

DISCUSSION

PHYSIOPATHOLOGIE DE LA PRÉOXYGÉNATION

La préoxygénation, décrite depuis 1955 par Hamilton et Eastwood (1), permet d'augmenter la fraction partielle d'oxygène au niveau des alvéoles pulmonaires et d'augmenter ainsi les réserves d'oxygène. Elle permet de prévenir l'hypoxémie, correspondant à la diminution de la pression partielle en oxygène dans le sang artériel.

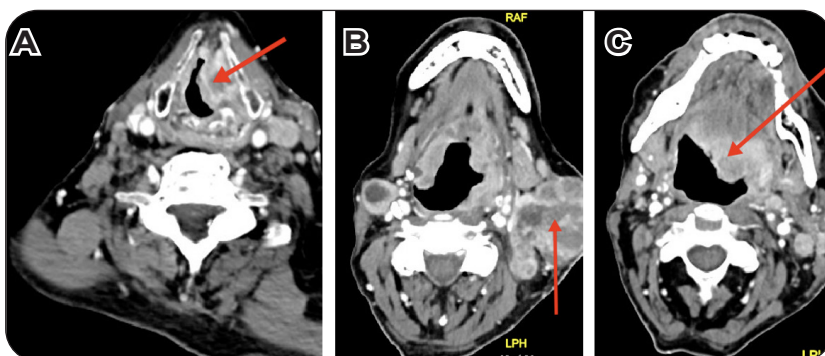


Figure 1. CT scanner du cou. (A) Envahissement laryngé par la tumeur, (B) Volumineuse tumeur cervicale, (C) Envahissement de la base de langue par la tumeur.

Figure 2. Débitmètre du dispositif d'oxygénation aux lunettes nasales à haut débit à 70 l/min avec une FiO_2 à 1.



Figure 3. Vidéolaryngoscopie montrant un magma tumoral empêchant la visualisation du plan glottique. Une sonde nasogastrique est en place dans l'œsophage.

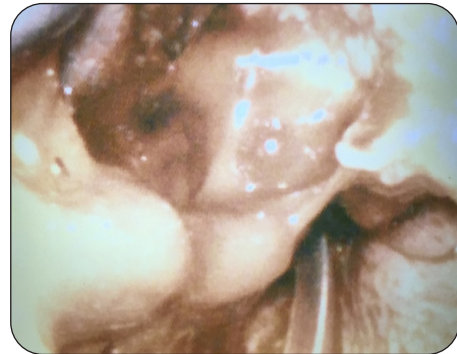


Figure 4. Désinfection du cou pour réalisation d'une trachéotomie chirurgicale en urgence associée à une oxygénation apnéique et d'un Jaw Thrust.



Figure 5. Trachéotomie permettant la ventilation du patient et visualisation de la masse cervicale gauche.

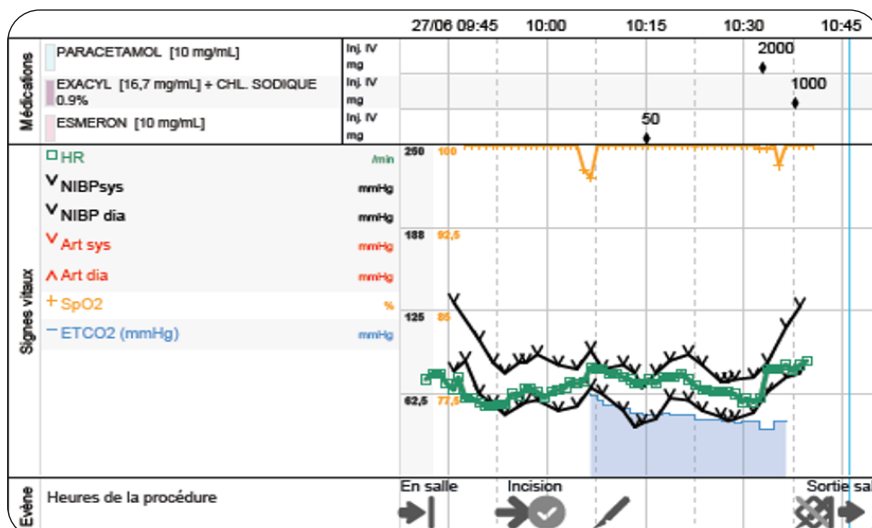


Figure 6. Tendances hémodynamiques montrant l'absence d'hypoxémie pendant les 17 min d'absence de ventilation mécanique.

riel ($\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$), et l'hypoxie tissulaire correspondant à un défaut d'apport d'oxygène aux cellules.

La pré-oxygénation nécessite l'apport d'oxygène avec une fraction inspiratoire proche de 100 % ($\text{FiO}_2 = 1$). Elle provoque ainsi une «dénitrogénéation», correspondant au remplacement au sein du gaz alvéolaire de l'azote par de l'oxygène. Comme la pression partielle alvéolaire en oxygène est augmentée, le gradient de concentration entre l'alvéole et le sang augmente, entraînant un passage d'une plus grande quantité d'oxygène du compartiment alvéolaire vers le compartiment sanguin.

Physiologiquement, chez un patient indemne de toute pathologie cardio-respiratoire, la pression partielle d'oxygène dans l'alvéole (PAO_2) est d'environ 100 mmHg alors que la pression partielle d'oxygène entrant dans le capillaire pulmonaire (PVO_2) est d'environ 40 mm Hg. Ce gradient de pression permet la diffusion de l'oxygène de l'alvéole dans les globules rouges où la pression partielle d'oxygène s'élève rapidement, même si une partie de l'oxygène qui a diffusé se lie à l'hémoglobine et ne participe pas à l'élévation de la pression partielle.

La pression partielle de CO_2 dans l'alvéole (PACO_2) est de l'ordre de 40 mmHg alors que la pression partielle de CO_2 dans le sang qui entre dans le capillaire pulmonaire (PVCO_2) est, elle, de 45 mmHg. Ce gradient de pression permet la diffusion du CO_2 du capillaire vers les alvéoles

L'organisme possède des réserves en oxygène au niveau pulmonaire, plasmatique et tissulaire. Au vu de la faible concentration en oxygène de l'air (21 %), ces réserves sont physiologiquement faibles. Si on considère une consommation d'oxygène de 250 ml/min, en air ambiant, la saturation pulsée en oxygène (SpO_2) diminue à 85 % après 1,5 min d'apnée chez le patient sain (2).

1. La réserve pulmonaire en oxygène est la multiplication de la fraction alvéolaire en oxygène (FaO_2) par la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF). La CRF est la somme du volume de réserve expiratoire (VRE) (quantité d'air qu'une personne peut encore expirer à la suite d'une expiration normale, soit environ 1,5 l) et du volume résiduel (VR) (volume d'air restant dans les poumons à la fin d'une expiration forcée, volume d'environ 1,2 l). Par un calcul simple, nous pouvons donc déduire que la CRF est de l'ordre de 2.700 ml.

Lors d'une respiration en air ambiant, c'est-à-dire avec une fraction inspiratoire d'oxygène à 21 %, la FaO_2 est de 21 % et la réserve en oxygène = $0,21 \times 2.700 = 567 \text{ ml}$. Lors d'une pré-

oxygénation à l'oxygène pur, c'est-à-dire à FiO_2 de 1, la FaO_2 est de l'ordre de 95 % et la réserve en oxygène = $0,95 \times 2.700 = 2.565 \text{ ml}$. Nous pouvons donc constater un gain de réserve de 390 %.

2. La réserve plasmatique en oxygène peut être subdivisée en deux catégories, étant donné que l'oxygène est transporté sous deux formes, une forme dissoute et une forme liée à l'hémoglobine.

2.1. La quantité d'oxygène dissoute est d'environ 0,003 ml/100 ml/mmHg. Si nous considérons que le volume plasmatique est de 3.000 ml et que la PaO_2 est de 80 mmHg, la quantité d'oxygène dissoute dans le plasma est de $0,003 \times 80 \times 3 \times 10 = 7 \text{ ml}$. En oxygène pur, la PaO_2 est de 500 mmHg, ce qui correspond à un volume d'oxygène dissous de $0,003 \times 500 \times 3 \times 10 = 45 \text{ ml}$. Il en résulte un gain de réserve de 642 %.

2.2. La quantité d'oxygène liée à l'hémoglobine est régie par la règle suivante : 1 gramme d'hémoglobine lie 1,39 ml d'oxygène. Si l'on considère un taux d'hémoglobine à 12 g/100 ml, un volume sanguin de 5 l et une SpO_2 à 98 %, la quantité d'oxygène liée à l'hémoglobine en air ambiant est de $1,34 \times 0,98 \times 12 \times 10 \times 5 = 788 \text{ ml}$ alors qu'elle est de 804 ml en oxygène pur si on considère une SpO_2 de 100 %

Néanmoins, le faible coefficient de solubilité de l'oxygène (0,003) rend impossible tout bénéfice clinique apporté par l'augmentation de la PaO_2 (3).

3. La réserve tissulaire en oxygène est difficile à évaluer, mais, selon la loi de Henry et les différents coefficients de partage, 3 minutes de pré-oxygénation multiplie la réserve tissulaire en oxygène par un facteur 15. Si la vitesse de «dénitrogénéation» est quasiment complète après 1 min, le compartiment tissulaire nécessite une exposition plus importante à une $\text{FiO}_2 = 1$ pour optimiser sa capacité en oxygène (4)

TECHNIQUES DE PRÉOXYGÉNATION

Il existe plusieurs techniques de préoxygénation. La technique conventionnelle chez le sujet ne présentant pas de pathologie pulmonaire (obstructive et/ou restrictive) est réalisée par apport d'oxygène à $\text{FiO}_2 = 1$ pendant 3 minutes : il s'agit de la technique dite «en volume courant». Une expiration forcée avant la période des 3 minutes améliore l'efficacité de cette technique (5, 6). Cette technique est efficace en l'absence de fuite dans le dispositif

Une alternative utilisée dans les situations d'urgence, où 3 minutes de préoxygénation entraînent un risque vital pour le patient, est la

technique en «capacité forcée». Elle consiste à demander au patient d'effectuer des inspirations et expirations profondes à raison de 8 cycles/minute. Les résultats en termes d'obtention de PaO₂ (11), de FeO₂ (12) et de durée de tolérance à l'apnée (13) sont équivalents comparativement à la méthode de référence en «volume courant». L'objectif est l'obtention d'une fraction expiratoire en oxygène supérieure ou égale à 90 %.

Plus récemment, de nombreux auteurs ont évalué la pertinence d'une pré-oxygénation par lunettes nasales à haut débit (High Flow Nasal Oxygenation : HFNO). Elle s'effectue par un apport nasal d'oxygène humidifié et réchauffé à 30 l/min. Une fois la perte de conscience, le débit est augmenté à 70 l/min et associé à une manœuvre de Jaw Thrust. Il s'agit, dès lors, de l'oxygénation apnéique, permettant de majorer significativement la durée avant la survenue d'une hypoxémie. La préoxygénation par ventilation non invasive offre, d'après les essais cliniques, une belle perspective d'avenir, notamment chez les patients au préalable hypoxémiques (14, 15). Elle comporte, cependant, des contre-indications telles que les troubles de conscience ou les patients non à jeun, et procure des problèmes de tolérance.

TRANSNASAL HUMIDIFIED RAPID INSUFFLATION VENTILATORY EXCHANGE (THRIVE)

L'évaluation des critères de ventilation difficile (**Tableau I**), d'intubation difficile (**Tableau II**) et l'anticipation ont été primordiaux dans la prise en charge anesthésique de ce patient. La pré-oxygénation aux lunettes nasales à haut débit associé à une oxygénation apnéique (THRIVE) a permis de tenir une longue période sans ventilation active et sans hypoxémie. La durée de préoxygénation doit encore être étudiée plus précisément. Hanouz et coll. ont montré que 3

minutes pouvaient ne pas suffire pour atteindre une fraction expiratoire en oxygène (End-Tidal O₂) satisfaisante et, même après 6 minutes de pré oxygénation, seuls 46 % des patients atteignaient une valeur de 90 % (16). Dès lors, nous pensons que l'instauration de HFNO devrait commencer le plus tôt possible, probablement avant même le monitoring du patient. Même si, a priori, la préoxygénation par ventilation non invasive semble plus efficace chez les patients à risque d'hypoxémie, les lunettes nasales à haut débit permettent de réaliser une oxygénation apnéique. Malgré l'absence de mouvement diaphragmatique, le haut débit d'oxygène nasal permet un transfert des gaz (O₂ et CO₂) à travers la membrane alvéolo-capillaire due à des différences significatives de solubilités des gaz dans le sang. Dans les situations où la ventilation et/ou l'intubation sont à risque, cette technique de ventilation devrait être utilisée car elle permet de suivre les protocoles instaurés, en procurant au patient un plus haut degré de sécurité et en diminuant le stress des intervenants. Elle permet d'envisager l'ultime recours, qui est la trachéotomie chirurgicale ou la cricothyroïdectomie, plus sereinement pour le patient et l'équipe médicale. Dans ses prochaines recommandations, la «Difficult Airway Society» (DAS) devrait se positionner sur l'indication de cette technique de ventilation dans les protocoles d'intubation/ventilation difficile.

L'utilisation plus générale de cette technique chez les patients sans critères d'intubation ou ventilation difficile doit encore être évaluée. Un calcul du coût lié à la consommation d'une grande quantité d'oxygène pourrait être un frein. Par ailleurs, les contre-indications devraient être précisées, notamment son utilisation dans le cadre de l'urgence. Le haut débit d'oxygène génère une pression dans les voies aériennes supérieures. En théorie, cette pression est inférieure à la pression de fermeture du sphincter œsophagien inférieur et ne provoquerait pas d'insufflation gastrique. Néanmoins, l'utilisation

Tableau I. Critères de ventilation difficile.

Indice de masse corporelle ≥ 26 kg/m ²
Âge ≥ 55 ans
Limitation de la protrusion mandibulaire
Absence de dents
Barbu
Ronflement, SAHOS
Antécédent de ventilation au masque difficile
Néoplasie ORL
SAHOS : syndrome d'apnée-hypopnée obstructive du sommeil.

Tableau II. Critères d'intubation difficile

Mallampati III ou IV
Distance Thyro-Mentonnière (DTM) < 5 cm
Ouverture de bouche 1 ou 2 travers de doigt
Mobilité cervicale réduite
Incisives supérieures proéminentes
Antécédent d'intubation difficile
Néoplasie ORL

des médicaments d'anesthésie diminue la tonicité de ce sphincter et une quantité d'oxygène pourrait pénétrer dans l'estomac et provoquer ainsi un risque de régurgitation.

CONCLUSION

La préoxygénation par HFNO pourrait devenir le Gold Standard, chez les patients présentant des critères de ventilation ou d'intubation difficile, grâce à l'oxygénation apnéique qu'elle propose. Elle permet d'éviter l'hypoxémie pendant le temps nécessaire à l'application des protocoles de crise et à la réalisation d'une potentielle voie d'abord trans-trachéale (trachéotomie, cricothyroïdotomie) pour assurer la ventilation. Son utilisation doit, néanmoins, être anticipée et tout doute devrait faire pencher la balance bénéfice-risque en faveur de son utilisation.

BIBLIOGRAPHIE

- Hamilton WK, Eastwood DW. A study of denitrogenation with some inhalation anesthetic systems. *Anesthesiology* 1955;**16**: 861-7.
- Farmery AD, Roe PG. A model to describe the rate of oxyhaemoglobin desaturation during apnoea. *Br J Anaesth* 1996;**76**:284-91.
- Solis A, Baillard C. Préoxygénation chez l'adulte. 51^{ème} congrès national d'anesthésie et de réanimation 2009.
- Campbell IT, Beatty PC. Monitoring preoxygenation. *Br J Anaesth* 1994;**72**:3-4.
- Baraka AS, Taha SK, Aouad MT, et al. Preoxygenation: comparison of maximal breathing and tidal volume breathing techniques. *Anesthesiology* 1999;**91**:612-6.
- Baraka AS, Taha SK, El-Khatib MF, et al. Oxygenation using tidal volume breathing after maximal exhalation. *Anesth Analg* 2003;**97**:1533-5.
- Gold MI, Durate I, Muravchick S. Arterial oxygenation in conscious patients after 5 minutes and after 30 seconds of preoxygenation. *Anesth analg* 1981;**60**:313-5.
- Russel G, Smith C, Snowdon S, Bryson TH. Preoxygenation and the parturient patient. *Anaesthesia* 1987;**42**:346-51.
- McCarthy G, Elliot P, Mirakhor RK, Mc Loughlin C. A comparison of different preoxygenation techniques in the elderly. *Anaesthesia* 1991;**46**:824-7.
- Baraka AS, Taha SK, Aouad MT, et al. Preoxygenation: comparison of maximal breathing and tidal volume breathing techniques. *Anesthesiology* 1999;**91**:612-6.
- Gold MI, Duarte I, Muravchick S. Arterial oxygenation in conscious patients after 5 minutes and after 30 seconds of oxygen breathing. *Anesth Analg* 1981;**60**:313-5.
- Pandit JJ, Duncan T, Robbins PA. Total oxygen uptake with two maximal breathing techniques and the tidal volume breathing technique : a physiologic study of preoxygenation. *Anesthesiology* 2003;**99**:841-6.
- Benumof JL. Preoxygenation : best method for both efficacy and efficiency. *Anesthesiology* 1999;**91**:603-5.
- Guitton C, Ehrmann S, Volteau C, et al. Nasal high-flow preoxygenation for endotracheal intubation in the critically ill patient: a randomized clinical trial. *Intensive Care Med* 2019;**45**:447-58
- Frat JP, Ricard JD, Thille AW, et al. Non-invasive ventilation versus high-flow nasal cannula oxygen therapy with apnoeic oxygenation for preoxygenation before intubation of patients with acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, multicentre, open-label trial. *Lancet Respir Med* 2019;**7**:303-12
- Hanouz JL, Lhermitte D, Gérard JL, Fischer MO. Comparison of pre-oxygenation using spontaneous breathing through face mask and high-flow nasal oxygen: A randomised controlled crossover study in healthy volunteers. *Eur J Anaesthesiol* 2019;**36**:1-7

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Dr B. Javillier, Service d'Anesthésie-Réanimation, CHU Liège, Belgique.
Email : Benjamin.javillier@chuliege.be