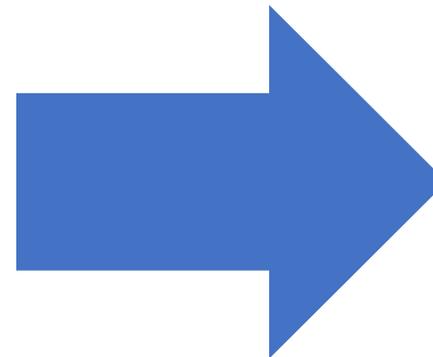


Pré-oxygénation et oxygénation de l'apnée,

De la physiopathologie aux secours en paroi



Introduction



Introduction



- Intubation en secours en montagne?
 - Ausserer, (Innsbruck)
 - a recensé les **actes de réanimation** réalisés sur les **traumatisés** durant une période de **deux ans**.
 - Sur les 58 victimes,
 - 15 ont été intubées.
 - Des opérations sur corde ont été nécessaires pour 40 patients (69%) et des manœuvres de réanimation ont été entamées avant treuillage chez 30 d'entre eux (75%).
 - ICAR :
 - «..., les tentatives d'intubation peuvent mener à des **évènements désastreux**,...
 - le médecin du secours doit décider de l'indication (d'intubation) **en mesurant son expérience** à la lueur des conditions cliniques, des facteurs de risques du patient qui pourraient rendre (la procédure) plus difficile...
 - (l'intubation) expose **au risque d'hypoxémie et d'inhalation** et donc **doit être pratiquée** par des médecins/paramedics **avec une expérience en anesthésie...** ».

Introduction

- Dans le cadre d'un assistantat en réanimation, nous avons mené des recherches **en tentant d'améliorer les conditions d'intubation des patients sévèrement hypoxémiques.**
- Nous avons tenté de profiter de l'expertise acquise et **de répondre aux exigences du secours en montagne.**



Introduction



Vol. 8

- Oxygénation de l'apnée :
 - Le principe repose sur la **différence de solubilité** de l'oxygène et du dioxyde de carbone.
 - Pendant l'apnée, la **consommation d'oxygène** est évaluée à environ **250ml par minute**.
 - En présence d'oxygène au niveau pulmonaire, la diffusion alvéolo-capillaire subvient à ce besoin.
 - En **absence de mouvement** thoracique, **l'élimination du CO₂ est très faible**, étant donné sa haute solubilité sanguine et tissulaire. Seuls 10ml (8 à 20ml) par minute de dioxyde de carbone diffuse au niveau alvéolaire.
 - Il y a donc une **diminution du volume pulmonaire** de 240ml par minute.
 - Par la même occasion, un **gradient de pression** - jusqu'à 20mm Hg- est généré entre les voies aériennes supérieures et les alvéoles.

STUDIES ON DIFFUSION RESPIRATION.* III. ALVEOLAR GASES AND VENOUS BLOOD pH OF DOGS DURING DIFFUSION RESPIRATION †

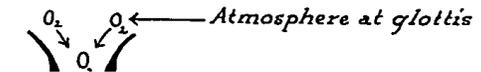
WILLIAM B. DRAPER, M.Sc., M.D., RICHARD W. WHITEHEAD, M.A., M.D.,
AND JOSEPH N. SPENCER, Ph.D.

WITH THE TECHNICAL ASSISTANCE OF DAVID L. G. BESHORE, B.S.,
AND THOMAS M. PARRY, B.A., M.D.

Denver, Colorado

Received for publication March 20, 1947

THE phenomenon of diffusion respiration in the dog in respiratory arrest was described by Draper and Whitehead (1). In this form of respiration, the atmosphere at the glottis is drawn inwards toward the lung alveoli through the action of the hemoglobin-oxygen pump (fig. 1).



APNEIC OXYGENATION IN MAN

Subject Number	Duration of Apnea (minutes)	Lowest Arterial Saturation (per cent)	Lowest Arterial pH	Highest PaCO ₂ (mm. Hg)	Average Rate of Rise of PaCO ₂ (mm. Hg/minute)
1	30	100	—	—	—
2	45	100	—	—	—
3	55	100	—	—	—
4	45	100	6.88	160	3.0
5	18	99	6.97	130	4.0
6	45	98	6.87	160	3.0
7	53	98	6.72	250	3.5
8	38	100	6.96	130	2.7

Figure 2, Frumin MJ, Epstein RM, Cohen G. *Apneic oxygenation in man.* Anesthesiology. 1959.



Apnoeic oxygenation via high-flow nasal cannula oxygen combined with non-invasive ventilation preoxygenation for intubation in hypoxaemic patients in the intensive care unit: the single-centre, blinded, randomised controlled OPTINIV trial

Samir Jaber^{1,2}, Marion Monnin¹, Mehdi Girard¹, Matthieu Conseil¹, Moussa Cisse¹, Julie Carr¹, Martin Mahul¹, Jean Marc Delay¹, Fouad Belafia¹, Gérard Chanques^{1,2}, Nicolas Molinari³ and Audrey De Jong^{1,2}

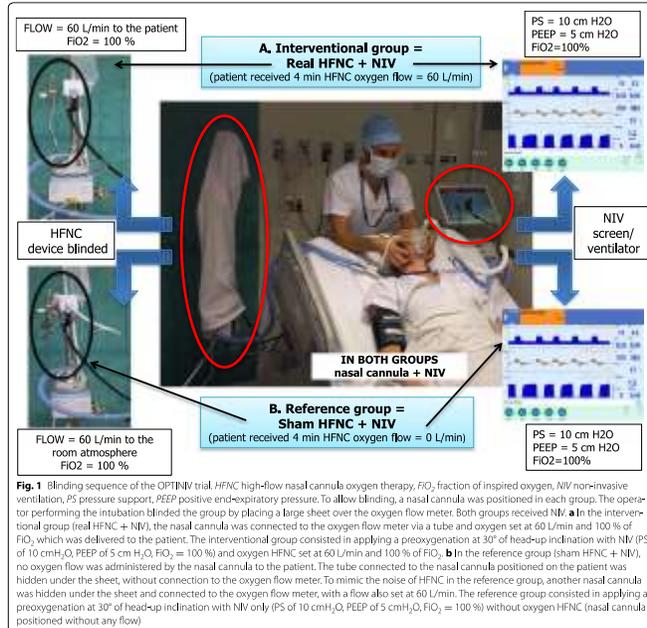


Fig. 1 Blinding sequence of the OPTINIV trial. HFNC high-flow nasal cannula oxygen therapy, FIO₂ fraction of inspired oxygen, NIV non-invasive ventilation, PS pressure support, PEEP positive end-expiratory pressure. To allow blinding, a nasal cannula was positioned in each group. The operator performing the intubation blinded the group by placing a large sheet over the oxygen flow meter. Both groups received NIV. **a** In the interventional group (real HFNC + NIV), the nasal cannula was connected to the oxygen flow meter via a tube and oxygen set at 60 L/min and 100% of FIO₂, which was delivered to the patient. The interventional group consisted in applying a preoxygenation at 30° of head-up inclination with NIV (PS of 10 cmH₂O, PEEP of 5 cm H₂O, FIO₂ = 100%) and oxygen HFNC set at 60 L/min and 100% of FIO₂. **b** In the reference group (sham HFNC + NIV), no oxygen flow was administered by the nasal cannula to the patient. The tube connected to the nasal cannula positioned on the patient was hidden under the sheet, without connection to the oxygen flow meter. To mimic the noise of HFNC in the reference group, another nasal cannula was hidden under the sheet and connected to the oxygen flow meter, with a flow also set at 60 L/min. The reference group consisted in applying a preoxygenation at 30° of head-up inclination with NIV only (PS of 10 cmH₂O, PEEP of 5 cmH₂O, FIO₂ = 100%) without oxygen HFNC (nasal cannula positioned without any flow).

Introduction



- Ils existe de **nombreux travaux récents** et notamment **en pré-hospitalier** utilisant des **moyens de prolonger l'oxygénation pendant l'apnée** avant ou pendant l'intubation.
 - Les résultats sont controversés,
 - les dispositifs utilisés sont divers
 - aucune étude randomisée contrôlée n'a été réalisée à ce jour



Kim TH, Hwang SO, Cha YS, et al. The utility of noninvasive nasal positive pressure ventilators for optimizing oxygenation during rapid sequence intubation. *Am J Emerg Med.* 2016;34(8):1627-1630. doi:10.1016/j.ajem.2016.05.074

Riyapan S, Lubin J. Apneic Oxygenation May Not Prevent Severe Hypoxemia During Rapid Sequence Intubation: A Retrospective Helicopter Emergency Medical Service Study. *Air Med J.* 2016;35(6):365-368. doi:10.1016/j.amj.2016.07.008

Wimalasena Y, Burns B, Reid C, Ware S, Habig K. Apneic oxygenation was associated with decreased desaturation rates during rapid sequence intubation by an Australian helicopter emergency medicine service. *Ann Emerg Med.* 2015;65(4):371-376.

Matériel et méthode



Matériel et méthode



- Nous avons construit un modèle reproduisant les voies aériennes supérieures et inférieures de l'humain.
- Ce modèle est basé sur un assemblage de deux ballons de tests de ventilateurs.
- Il reproduit les caractéristiques anatomiques, physiques et physiologiques du poumon.



Figure 3, vue supérieure du simulateur de voies aériennes, ici intubé pour calibration avec les canules nasales d'oxygénothérapie a haut débit déjà en place.

Matériel et méthode

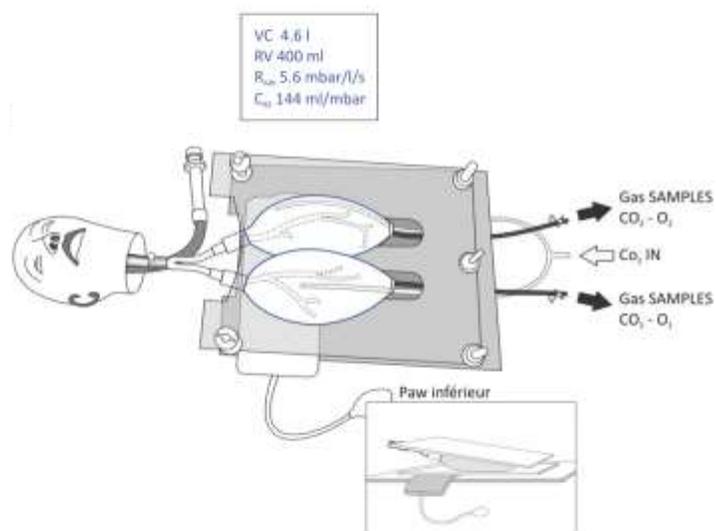


Figure 4, simulateur des voies aériennes, schéma avec le rappel des principales caractéristiques de calibrations.

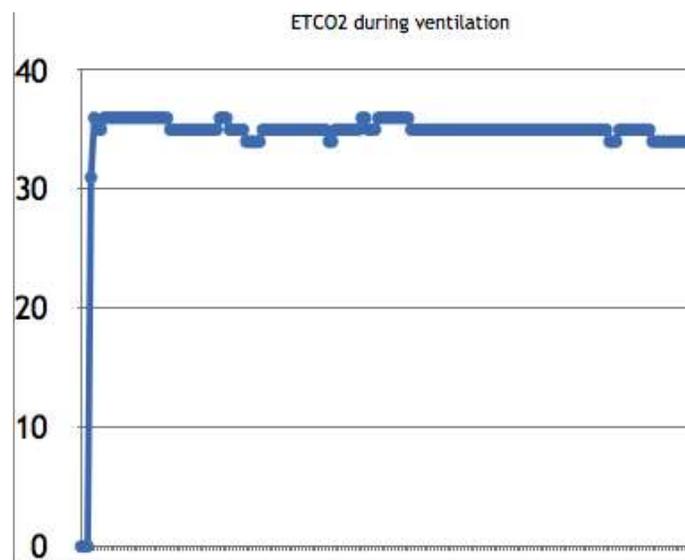


Figure 5, CO_2 expiré (mmHg) mesuré à l'extrémité du tube endotrachéal durant une période de ventilation de 10 minutes. Notez la stabilité obtenue du CO_2 expiré.

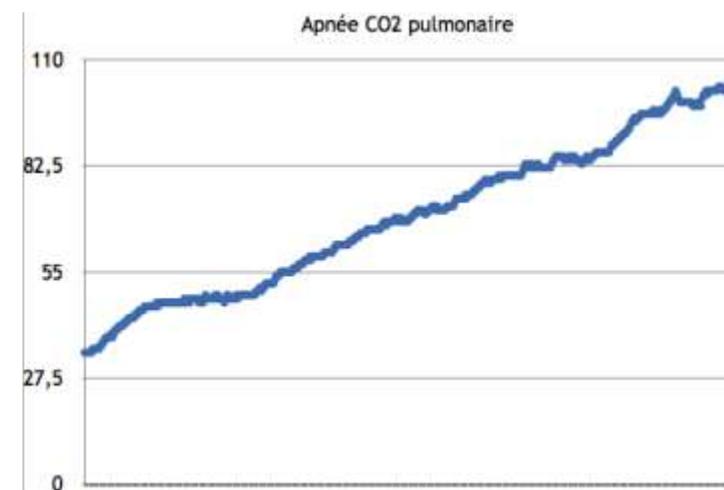


Figure 6, CO_2 intra-pulmonaire durant un test d'apnée durant une durée de 10min.

Matériel et méthode



Dispositif	Images	Consommation O2/min	Poids - Encombrement
BAVU		15L	300gr Comprimé 1l
Lunettes Nasales		6L	Minime
Masque réserve		15L	Minime
O2 sur laryngoscope		15L	Minime
Tube naso-pharyngé		15L	Minime
Tube laryngé		15L	100ml

Jet ventilation		45-50L	50Kg 25L
Mini Jet		15-20L	1200gr 1040ml

Peng J, Ye J, Zhao Y, et al. Supraglottic jet ventilation in difficult airway management. *J Emerg Med.* 2012;43(2):382-390. doi:10.1016/j.jemermed.2011.06.145

Wei H. A new tracheal tube and methods to facilitate ventilation and placement in emergency airway management. *Resuscitation.* 2006;70(3):438-444. doi:10.1016/j.resuscitation.2006.01.021

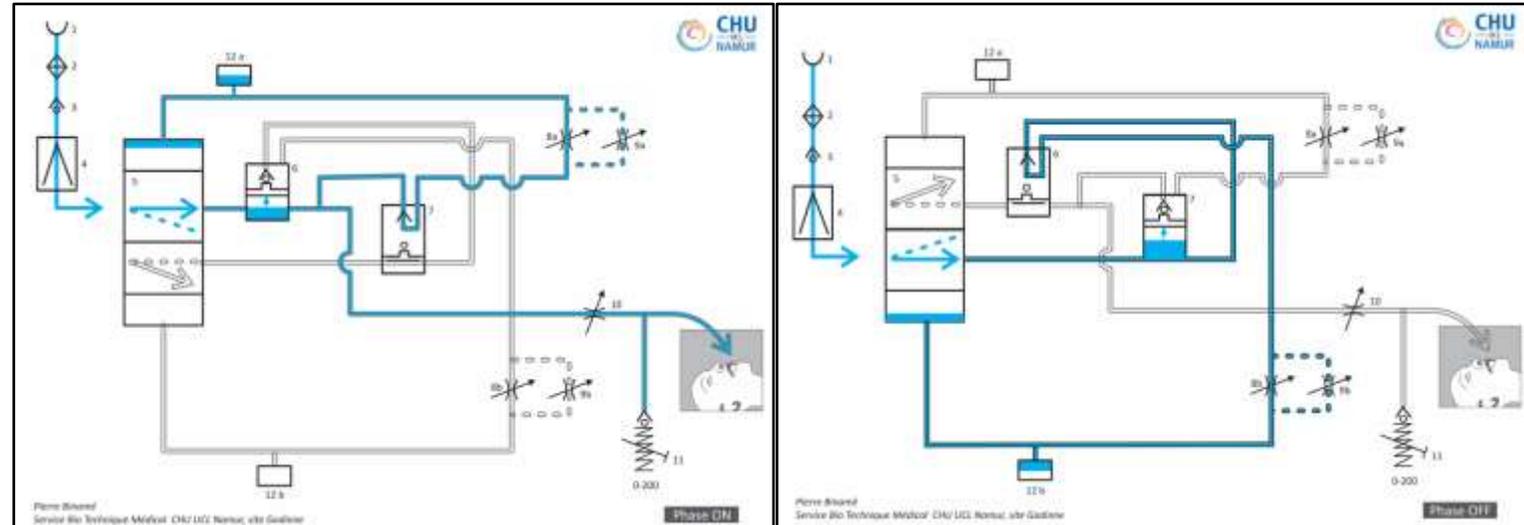
Yang ZY, Meng Q, Xu YH, Wang JW, Yu DS, Wei HF. Supraglottic jet oxygenation and ventilation during colonoscopy under monitored anesthesia care: A controlled randomized clinical trial. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2016;20(6):1168-1173.

- La jet est utilisée pour ventiler un patient alors que les voies aériennes doivent être laissées libres (chirurgie laryngée p.ex.).
- Il s'agit d'un flux rapide compressé et délivré par un fin canal. Le flux est délivré au haute pression (0,3-3bar), à haute fréquence (120-600 oscillations par minute).
- la jet pharyngée a été utilisée comme technique de sauvetage quand l'intubation ou la ventilation s'est avérée impossible.

Matériel et méthode



- La très nette supériorité des résultats obtenus avec la jet ventilation supra glottique nous a poussé à tenter la miniaturisation de ce système.
- Un travail préliminaire nous a permis de déterminer que les paramètres idéaux d'utilisation étaient 150 oscillations par minute avec un temps d'injection de 75% et une pression d'injection de 2 bars.



Légende injecteur O2

1. Connexion O2
2. Filtre
3. Anti-retour
4. Détendeur O2
5. Inverseur
6. Switch pneumatique
7. Switch pneumatique
8. a, b. Régulateur de débit (commande l'inverseur)
9. a, b. Régulateur de débit fixe (commande de l'inverseur)
10. Régulateur de débit de sortie O2 (vers patient)
11. Valve de surpression 0 - 200 mbar.
12. a,b. Volume tampon



Figure 8, schéma-images de la MINI-JET (dépôts de brevet en cours)

Résultats



Résultats

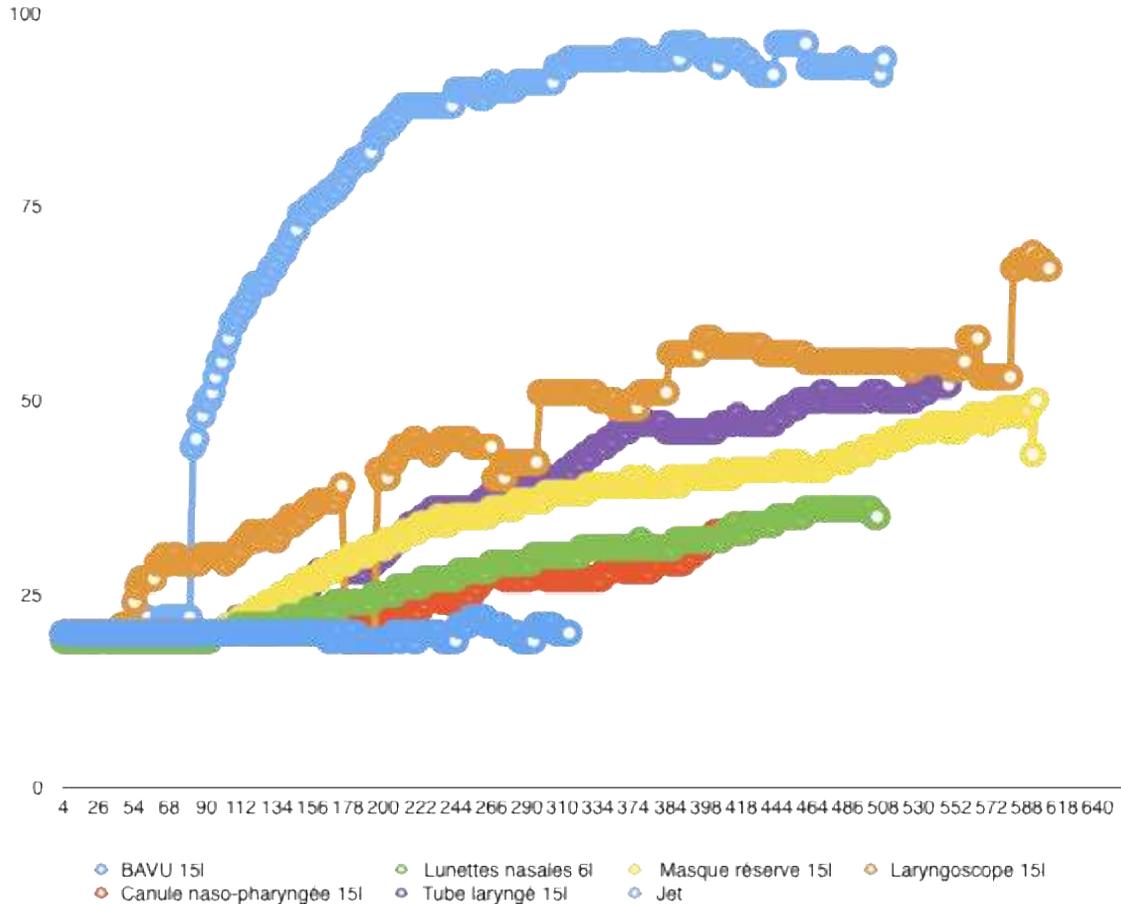


Figure 9 Oxygène mesurée en intra pulmonaire en %, temps en sec.

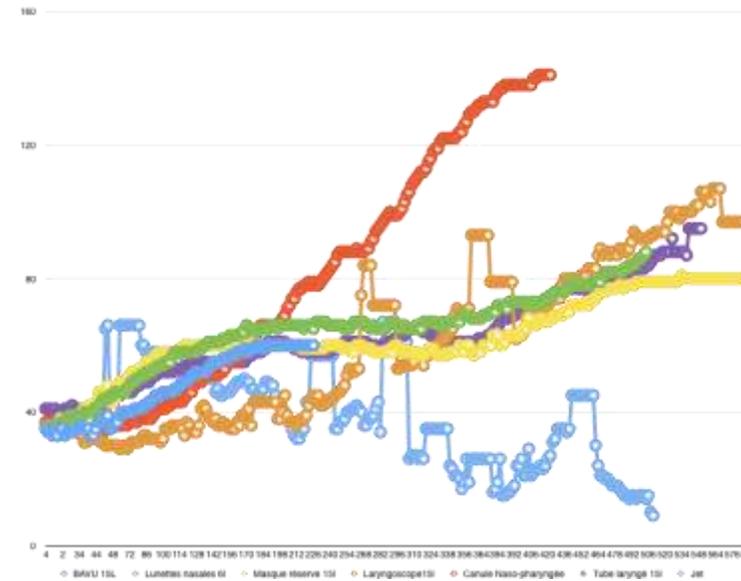


Figure 10, CO2 mesuré en intra pulmonaire en mmHg, temps en sec

Time (sec)	Pressions intra pulmonaire JET (mbar)
0	0
30	0,5
60	1,9
90	1,9
120	1,4
150	1,8
180	1,5
210	1,4
240	1,2
270	1,4
300	1,2
330	1,8
360	1,9
390	1,9
420	2
450	1,8
480	1,7
510	2
540	1,5

Figure 11, pression lors de l'application de la JET en fonction du temps (mbar)

Discussions



Discussions



- Wimalasena a réalisé une étude post hoc après l'introduction systématique d'une canule nasale à 5l/min d'O₂.
 - Réduction de 22,6% à 16,5% du taux de désaturation.
- Riyapan a analysé les données enregistrées a priori de 93 intubations.
 - Il a comparé les patients ayant reçu, ou non, 15L via des lunettes nasales pendant la laryngoscopie.
 - Pas de différence statistiquement significative.
- Honn a exporté l'oxygénothérapie nasale à haut débit. Aucun des 30 malades enrôlés n'a présenté une saturation en-dessous de 97%.
- L'effet net des dispositifs employés est particulièrement complexe à mettre en évidence.
 - Hétérogénéité technique
 - En clinique il est difficile de laisser désaturer un malade.
 - Les modèles animaliers sont rares, onéreux et la conformation des voies aériennes est différente.

AIRWAY/ORIGINAL RESEARCH

Apneic Oxygenation Was Associated With Decreased Desaturation Rates During Rapid Sequence Intubation by an Australian Helicopter Emergency Medicine Service

Yashvi Wimalasena, BM, FCEM¹; Brian Burns, MSc, MRCEd; Cliff Reid, BM, FCEM; Sandra Ware, BSc, MSc, Med; Karel Hadig, MBBS, BSc (Med)

¹Corresponding Author. E-mail: yashvi279@yahoo.co.uk, Twitter: @yashviw.

Air Medical Journal 35 (2016) 105-108

Contents lists available at ScienceDirect

Air Medical Journal

journal homepage: <http://www.airmedicaljournal.com/>

Original Research

Apneic Oxygenation May Not Prevent Severe Hypoxemia During Rapid Sequence Intubation: A Retrospective Helicopter Emergency Medical Service Study

Sattha Riyapan, MD, MPH^{1,2,*}, Jeffrey Lubin, MD, MPH¹

¹ Department of Emergency Medicine, Penn State Hershey Medical Center, Hershey, PA

² Department of Emergency Medicine, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University, Thailand

American Journal of Emergency Medicine 34 (2016) 1627-1630

Contents lists available at ScienceDirect

American Journal of Emergency Medicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ajem

Brief Report

The utility of noninvasive nasal positive pressure ventilators for optimizing oxygenation during rapid sequence intubation

Tae Hoon Kim, MD^a, Sung Oh Hwang, MD^b, Yong Sung Cha, MD^b, Oh Hyun Kim, MD^b, Kang Hyun Lee, MD^b, Hyun Kim, MD^c, Kyoung-Chul Cha, MD^{b,*}

^a Department of Emergency Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul, Republic of Korea

^b Department of Emergency Medicine, Seoul National University College of Medicine, Republic of Korea

^c Department of Emergency Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul, Republic of Korea

Discussions



- Mitterlechner a modélisé les voies aériennes
 - Sur le modèle il a administré de l'oxygène via un canal sur le laryngoscope
 - Les poumons pré-oxygénés étaient saturés à 100%
- Nous avons choisi de faire l'inverse et de partir d'un système calibré à 21%
 - Cela nous permet d'étudier directement l'effet des dispositifs
 - et non pas leur influence sur un poumon saturé dont l'oxygène est consommé artificiellement.

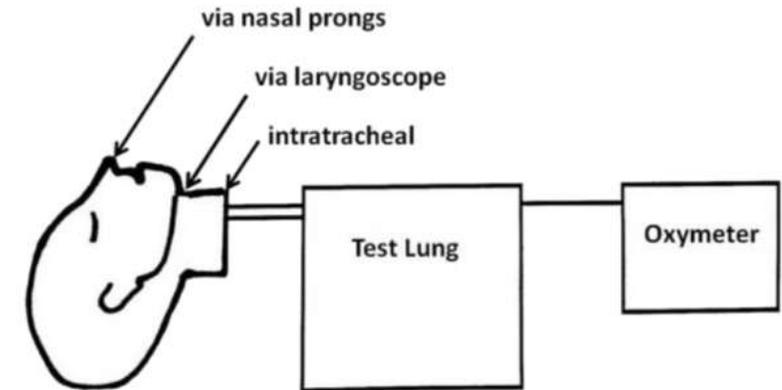
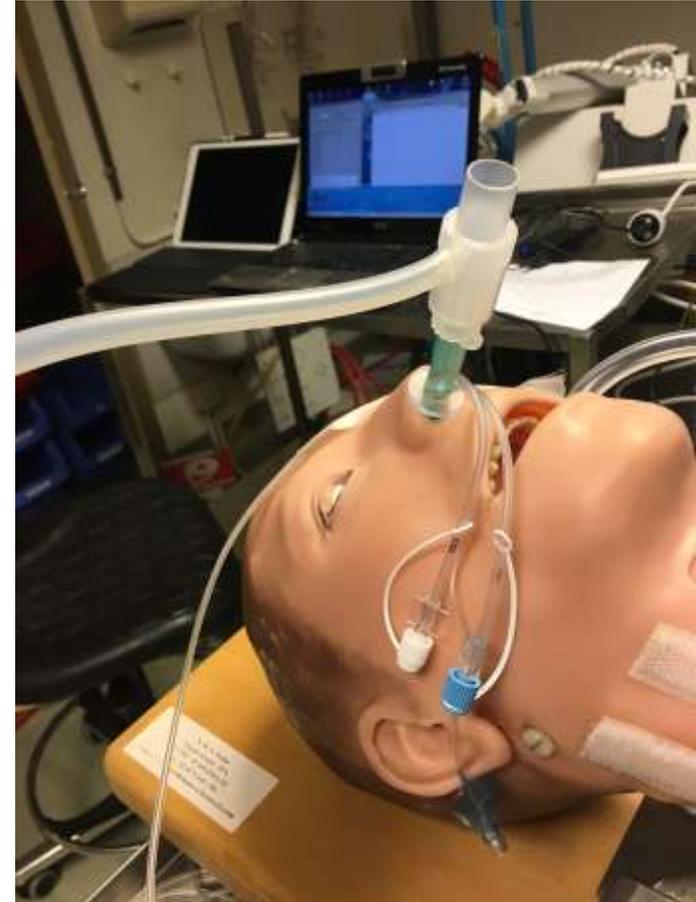


Figure 2. A manikin with an anatomically correctly shaped airway was attached to a test lung of 2.5 L. Nasal oxygen insufflation via nasal prongs, laryngeal oxygen insufflation via the laryngoscope, or direct intratracheal oxygen insufflation was applied.

Figure 12, Mitterlechner et AL. *The Journal of Emergency Medicine*, Vol. 48, No. 1, pp. 103–107, 2015

Discussions

- La jet permet une modification efficace et rapide du contenu gazeux pulmonaire.
 - Le poumon du simulateur est oxygéné (PAO₂ de 50% en 90 secondes),
 - le CO₂ est lavé.
- Connecté à un tube laryngé, la jet permet une alternative à l'intubation
 - s'installe en quelques secondes,
 - sécurise les voies aériennes et
 - ventile en permettant au médecin d'avoir les mains libres.



Apnea oxygenation : a novel respiratory system model for physiological studies using high-flow nasal cannula oxygen therapy

K. Wassy, B. Béné, J. Paillet
Université Clermont Auvergne, CHU Clermont Auvergne, Institut
Ministère de la Santé, UCL Namur - Soudimex, Belgique



Introduction

Since the advent of high-flow nasal cannula (HFNC) oxygen therapy, apnea oxygenation has been again the subject of numerous clinical studies whose results are conflicting. The physiological basis of this type of ventilation, when used to support breathing during apnea, is not clear. This study aimed to develop a novel respiratory model. The model was designed to study the effects of an apnea oxygenation period under HFNC oxygen therapy by means of a novel model of the respiratory system.

Methods

Using an in-vitro model, we built a mechanical, physical and mathematical model of the respiratory system (Fig. 1). This system reproduces the mechanical and functional characteristics of the respiratory system by progressively increasing the flow rate during the apnea. The model was used to study the effects of an apnea oxygenation period under HFNC oxygen therapy by means of a novel model of the respiratory system.

Results

After a period of apnea oxygenation, the model's oxygen flow rate was stable at 40 L/min, oxygen fraction was 21%, and resistance was 1.5 kPa in all models. Reducing O2 flow rate led to a significant decrease in resistance.

Fig. 1. Respiratory system model

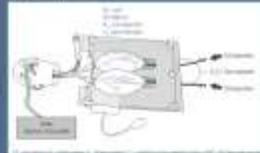
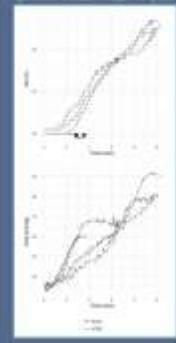


Fig. 2. Evolution of resistance during apnea



Conclusion

A novel mechanical and mathematical model of the respiratory system was developed and validated. The model was used to study the effects of an apnea oxygenation period under HFNC oxygen therapy by means of a novel model of the respiratory system. The model was used to study the effects of an apnea oxygenation period under HFNC oxygen therapy by means of a novel model of the respiratory system.

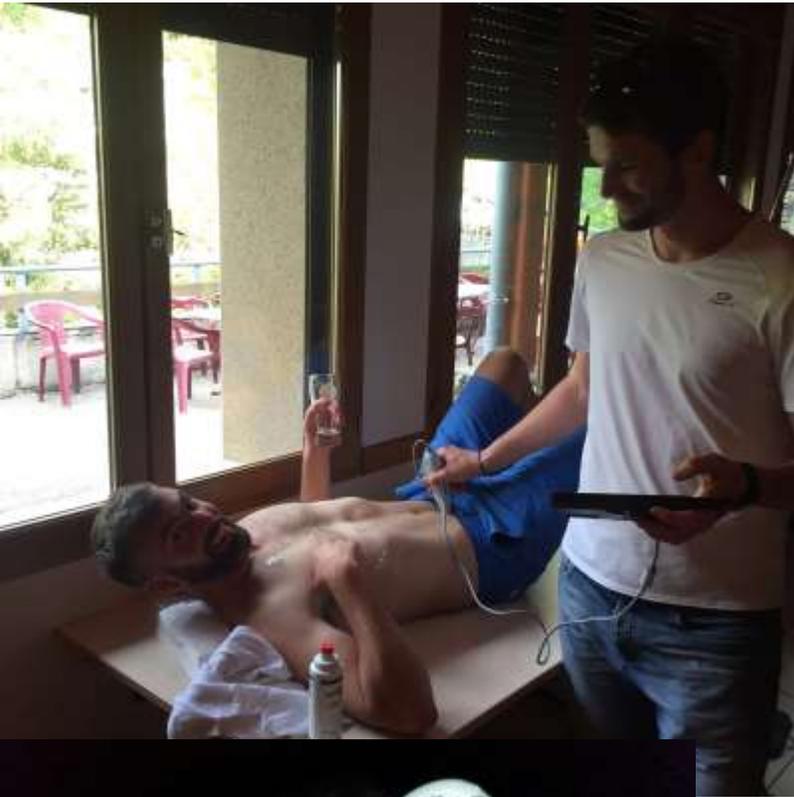
Discussions



- sérieuses limitations
 - nos investigations sont toujours en cours donc pas de données statistiquement exploitables.
 - Notre modèle de simulateur est lui-même en cours de validation.
- la jet portable est un mécanisme pneumatique
 - Il doit être testé en altitude et
 - devra être calibré en fonction de celle-ci.



Conclusions





Conclusions

- L'intubation est une phase critique de la réanimation.
- En secours en montagne c'est possible mais au vu des complications et difficultés possibles, différents auteurs nous invitent à la plus grande prudence.
- Notre travail se focalise sur la prévention du risque d'hypoxémie.

Conclusions

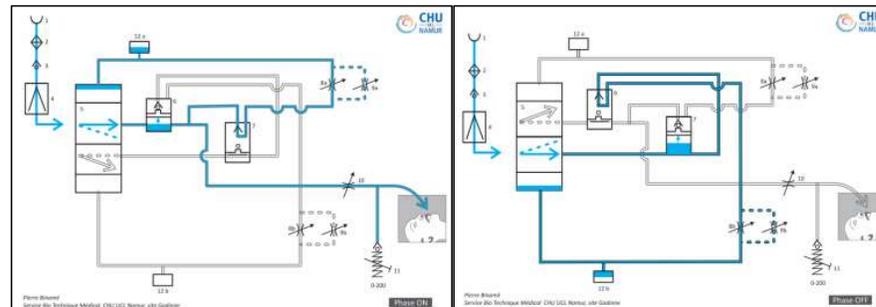


- L'oxygénation sans ventiler au BAVU est strictement inefficace
- L'oxygénation au masque réserve en apnée est loin d'être inutile
- Les résultats obtenus avec la JET sont nettement supérieurs en termes d'oxygénation. Et cette technique permet une ventilation en laissant les mains libres aux soignants
- Notre équipe a donc développé un appareil portable à faible consommation permettant de mimer le flux de jet.
- Nos résultats sont le fruit de travaux préliminaires, effectués en laboratoire, à pression barométrique de plaine, sur un simulateur dont la validation est en cours.

Conclusions



- Nos investigations ne sont pas terminées.
 - continuer les investigations physiologiques sur l'oxygénation de l'apnée,
 - définitivement valider notre simulateur et, en parallèle,
 - continuer à tester et à développer nos hypothèses sur la ventilation par jet.
 - Nous aimerions également pouvoir configurer l'appareil à l'altitude et automatiser une partie des réglages nécessaires.
 - Il sera ensuite nécessaire de le tester in vivo et, bien sûr, sur le terrain.



Remerciements



Pr Dive

Pr Gourdin

Pr Mayné

Dr Masy

Mr Julien Petit

Unité de support scientifique

Services techniques
(menuiserie et mécanique)



Mr Pierre Biname,
biotechnicien au
CHU UCL namur

Massimo, Fischer and
Pyckle et Acutronic



Ne pas circuler
sur le terrain
(semences)
Merci
Le comité

Ne pas circuler
sur le terrain
(Semences)
Merci
Le comité