ECOLE D'INFIRMIER(E)S ANESTHESISTES DIPLOME(E)S D'ETAT

ETUDE SUR L'UTILISATION DES MASQUES DE VENTILATION LORS DE LA PREOXYGENATION EN VENTILATION SPONTANEE.

Par

Valentin Landrevie

Sous la direction de

Dr Elsa Carise

Médecin Anesthésiste Réanimateur – CHU de Poitiers

M. Alexandre CAMBONI

Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat – CHU de Poitiers

Septembre 2017

UE 7 : MEMOIRE PROFESSIONNEL

En vue de l'obtention du diplôme d'Etat d'infirmier anesthésiste

REMERCIEMENTS

J’adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m’ont apporté de l’aide et du soutien durant ces deux années et dans la réalisation de ce travail de recherche en particulier :

Le Docteur Elsa CARISE, Médecin Anesthésiste Réanimateur au CHU de Poitiers, pour son aide précieuse, ses conseils éclairés et sa disponibilité. En tant que directeur de mémoire, elle m’a guidé dans l’orientation de mon travail et apporté les notions et visions nécessaires à la réalisation de ce travail.

Monsieur Alexandre CAMBONI, Infirmier Anesthésiste Diplômé d’Etat au CHU de Poitiers, pour son suivi tout au long de la réalisation de ce mémoire, pour ses conseils précieux et le temps qu’il ma généreusement consacré.

Monsieur Philippe PELETIER, Cadre de Santé Formateur de l’école d’IADE pour son encadrement et sa disponibilité, ainsi que l’ensemble de l’équipe pédagogique.

Ma conjointe, Edith, pour sa patience et son réconfort durant toute la formation.

Mes collègues et amis de promotion, merci pour ces beaux moments de rigolade tout au long de cette difficile mais belle aventure qu’est la formation d’IADE.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

I. RAPPELS 2

1. Les Réserves en oxygène de l'organisme 2

2. La préoxygénation 3

II. MATERIEL ET METHODE 5

1. Les objectifs de l'étude 5

2. Méthodologie 6

III. RESULTATS ET ANALYSE 9

1. Phase expérimentale sur mannequin 9

2. Mesures sur volontaires sains 11

IV. DISCUSSION 17

V. LIMITES DE L'ETUDE 20

VI. PROPOSITIONS ET PERSPECTIVES 21

CONCLUSION 21

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 23

ANNEXES

INTRODUCTION

L'anesthésie est souvent considérée comme une activité à haut risque. Cependant, la mortalité imputable à un acte d'anesthésie a été divisée par dix entre 1978 et 1999 [1,2]. La diminution de cette mortalité peut être expliquée en France par plusieurs mesures comme l'introduction de l'oxymètre de pouls, l'obligation légale du passage en salle de surveillance post-interventionnelle et l'arrivée de produits anesthésiques plus maniables. Néanmoins, cette mortalité imputable à l'anesthésie n'est pas nulle. En 1999, sur 537 459 certificats de décès analysés en France, 53 décès étaient totalement imputables à l'anesthésie. Pour 32 de ces 53 décès, l'hypoxie était la cause de l'arrêt cardiaque.

Le maintien d'une bonne oxygénation est une préoccupation majeure en anesthésie, notamment lors de l'induction de l'anesthésie. En effet, entre l'induction de l'anesthésie et la sécurisation des voies aériennes, il existe une période d'apnée au cours de laquelle le patient est susceptible de présenter une désaturation de l'oxyhémoglobine artérielle pouvant alors entraîner une souffrance cellulaire. Drummond et Park ont montré qu'en l'absence de préoxygénation, la Saturation Pulsée en Oxygène (SpO_2) chutait à 85 % une minute après l'induction anesthésique et que cette désaturation pouvait être prévenue par des manœuvres simples d'oxygénation préalable [3]. Afin de prévenir cette désaturation, il est recommandé de réaliser une préoxygénation dans le but d'augmenter le temps d'apnée sans désaturation [4].

I. RAPPELS

1. Les Réserves en oxygène de l'organisme

Au cours d'une apnée, les besoins en oxygène de l'organisme sont assurés par les réserves de celui-ci. Ces réserves sont réparties en trois compartiments : pulmonaire, plasmatique et globulaire.

En faisant respirer au patient de l'oxygène pur, c'est-à-dire une Fraction inspirée en Oxygène (FiO_2) de 100 %, on augmente très significativement les réserves en Oxygène (O_2). Toutefois, les compartiments ne sont pas équivalents, car il existe des différences en termes de capacité et de cinétique d'absorption. Le principal gain se situe dans la Capacité Résiduelle Fonctionnelle (CRF). Pour une CRF de 2500 ml et une Fraction Alvéolaire en Oxygène (FAO_2) de 0.133 (valeurs moyennes chez l'adulte), en air ambiant (FiO_2 = 0,21), la quantité d'O_2 (CRF x FAO2) est d'environ 330 ml. Lorsque la FAO_2 atteint 0,87 (valeur en O_2 pur (FIO_2 = 1)), le volume d'oxygène atteint 2175 ml.

Au niveau plasmatique, le coefficient de solubilité de l'O_2 (0,003) rend illusoire tout bénéfice clinique apporté par l'augmentation de la Pression partielle de l'Oxygène dans le sang artériel (PaO_2). Avec un volume plasmatique de 3000 ml, une élévation de la PaO_2 jusqu'à 600 mmHg ne permet la solubilisation que de quelques dizaines de millilitre d'oxygène supplémentaires.

Concernant le transport en O_2 par l'hémoglobine, le bénéfice est encore plus modeste en artériel puisque chez le sujet sain, celle-ci est déjà totalement saturée en oxygène. Avec un taux d'hémoglobine de 15 gr/dl et un volume sanguin de 5000 ml, l'augmentation de 1 % de la saturation en O_2 accroît le stock d'oxygène d'environ 10 ml.

En définitive, la préoxygénation permet de multiplier par trois les réserves en O_2 de l'organisme, dont les deux tiers sont localisées dans la CRF [5,6].

2. La préoxygénation

Certaines précautions doivent être prises pour réaliser la préoxygénation. Le débit de gaz frais sélectionné au cours de la préoxygénation doit être élevé (≥ 10 l/min) afin de compenser les fuites au niveau du masque facial. En effet, des fuites ont été signalées dans 10 % à 11,5 % des cas chez des patients qui ne présentaient pas de Critères de Ventilation Difficile (CVD) au masque [7]. Le masque facial doit être approprié à la morphologie du patient et appliqué de manière la plus étanche possible sur son visage. Une étude réalisée en 1955 par McGowan et Skinner a montré qu'avec un débit de 10 l/min, en utilisant la gravité seule pour maintenir le masque sur le visage des patients, plus de 20 % d'air ambiant était entraîné dans le circuit, ce qui diminuait considérablement la FiO_2 [8].

2.1. Les méthodes de préoxygénation.

Les techniques de préoxygénation sont de trois types :

- Respiration spontanée avec FiO_2 à 100 % pendant 3 à 5 minutes.

Cette technique proposée par Hamilton en 1955, constitue actuellement la méthode de référence. Elle prévient la désaturation lors de l'intubation chez la plupart des patients non anémiques et exempts de pathologie broncho-pulmonaire [9]. Chez le sujet sain, la durée d'apnée pendant laquelle la SpO_2 est supérieure à 90 % peut être prolongée jusqu'à 10 minutes après 3 minutes de préoxygénation en volume courant.

- Techniques de 4 ou 8 Capacités Vitales (CV).

Elles consistent à effectuer en 30 secondes 4 inspirations profondes, ou en 60 secondes 8 inspirations profondes qui correspondent à la CV. Cette technique de préoxygénation en CV est responsable d'une désaturation plus rapide par rapport à la technique en volume courant [10]. C'est pourquoi, elle n'est indiquée qu'en extrême urgence lorsque l'on ne peut attendre les 3 minutes minimum.

2.2. Monitorage de la préoxygénation.

L'efficacité de la préoxygénation est jugée d'après la quantité d'O_2 mise en réserve dans les poumons, la qualité de l'oxygénation du sang artériel qui en résulte et surtout la durée

et le maintien de celle-ci au cours de l'apnée qui précède l'intubation et la ventilation. L'oxygénation pulmonaire ou dénitrogénation est mesurée par la Fraction Expirée en Oxygène (FEO_2). Le critère d'oxygénation pulmonaire optimale retenu est une FEO_2 supérieure à 90 %. L'intérêt du monitorage de la FEO_2 repose sur la validation objective que le « plein » en O_2 du réservoir principal est effectif. L'oxygénation artérielle s'apprécie par la PaO_2, la SaO_2 (Saturation artérielle en O2) et la SpO_2. Chez le sujet sain, la préoxygénation permet d'obtenir des valeurs de PaO_2 de 400 mmHg avec un maximum théorique de 670 mmHg. Pendant l'apnée, la PaO_2 diminue de 40 mmHg par minute. Au cours de la préoxygénation, la SpO_2 n'est pas un bon indicateur puisque chez le sujet sain les valeurs sont déjà maximales et correspondent à des PaO_2 pouvant varier de 90 à 670 mmHg. C'est la chute de la SpO_2 qui révèle à postériori l'insuffisance éventuelle de la préoxygénation. En définitive, la FEO_2 est un indicateur prédictif et prospectif alors que la SpO_2 est un indicateur rétrospectif de l'efficacité de la préoxygénation [11,12].

2.3. Patient à risque de ventilation difficile au masque.

La ventilation au masque est définie comme étant difficile si, chez un patient sans pathologie pulmonaire, en position optimale, avec une canule oropharyngée et avec une subluxation mandibulaire, un opérateur non assisté constate au moins un des éléments suivants [13] :

- Impossibilité d'obtenir une ampliation thoracique suffisante.
- Impossibilité d'obtenir une capnographie d'allure satisfaisante.
- Nécessité de développer une pression d'insufflation d'au moins 25 cmH_2O.
- Nécessité de se servir du by-pass d'oxygène.
- Impossibilité de maintenir une SpO_2 supérieure à 92 %.
- Nécessité de faire appel à un autre opérateur.

La Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR), lors de la conférence de consensus de 2002 [11], a édicté des recommandations, largement inspirées du travail de Langeron et al [14]. Cinq critères prédictifs d'une ventilation difficile au masque sont retenus :

- Age supérieur à 55 ans
- Indice de Masse Corporelle (IMC) supérieur à 26 kg/m^2

- Patients édentés
- Patients qui présentent des ronflements
- Patients barbus

II. MATERIEL ET METHODE

1. Les objectifs de l'étude

Dans la littérature, deux principales stratégies ont été décrites pour optimiser la préoxygénation en ventilation spontanée : appliquer une pression positive ou prolonger la préoxygénation en ventilation spontanée. Cependant, ces stratégies présentent des limites. Elles peuvent être source d'inconfort pour les patients, qui ressentent des sensations d'oppression nécessitant un retrait du masque et par conséquent, un arrêt de la préoxygénation.

Au sein des blocs opératoires du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Poitiers, les masques faciaux utilisés pour réaliser la préoxygénation, sont des masques à usage unique de la marque RUSCH Clear comfort ® distribués par Téléflex (Annexe 1). Ces masques sont constitués d'une coque rigide et d'une jupe gonflable permettant d'épouser au mieux les formes du visage du patient afin de garantir une meilleur étanchéité lors de la préoxygénation.

En pratique quotidienne, il s'avère que certains professionnels gonflent la jupe des masques faciaux avant de réaliser la préoxygénation alors que d'autres non. D'où cette interrogation à l'origine de cette étude : « L'augmentation de la pression à l'intérieur de la jupe des masques faciaux de ventilation permet-elle d'optimiser la préoxygénation en réduisant les fuites ? »

Ainsi, l'objectif principal de l'étude est d'évaluer la qualité de la préoxygénation (selon les critères définis par les experts) en fonction du gonflage ou non des jupes des masques de ventilation.

Les objectifs secondaires sont de définir une valeur de pression optimale à l'intérieur de la jupe des masques pour un minimum de fuites au niveau de l'interface masque-visage, ainsi que d'évaluer le retentissement sur le confort des patients lors de la préoxygénation.

2. Méthodologie

2.1. Type d'étude.

Cette étude est prospective, observationnelle et monocentrique, réalisée au sein des blocs opératoires du CHU de Poitiers, sur une période de trois mois, du 01-01-2017 au 01-04-2017. Elle a été constituée d'une première phase expérimentale sur mannequin, puis d'une deuxième phase clinique chez des volontaires sains, recrutés au préalable. .

2.1. Mesures sur mannequin de simulation.

Pour réaliser la phase expérimentale de cette étude, un mannequin de simulation a été utilisé. Il s'agit d'une tête d'intubation de la marque Laerdal ® (Annexe 2), prêtée par l'Ecole Régionale d'Infirmiers Anesthésistes Diplômés d'Etat (ERIADE) de Poitiers. Les mesures ont été effectuées par une seule personne afin d'en garantir la reproductibilité. Ainsi elles ont toutes été effectuées dans les mêmes conditions. Cependant, seuls des masques de taille 6 ont été utilisés pour la réalisation des mesures. En effet, la morphologie du visage du mannequin ne permettait pas d'utiliser les masques de taille 5.

Un seul modèle de respirateur a été utilisé lors de cette étude. Il s'agit du respirateur Taema Félix ®. Afin d'évaluer l'étanchéité des masques, des tests de fuite ont été réalisés. Pour toutes les mesures, le respirateur avait les mêmes paramètres : utilisation du circuit patient en ventilation manuelle, valve APL réglée à 40 cmH_2O et débit de gaz frais à 6 l/min. Il s'agit de la méthode la plus précise et la plus reproductible pour mesurer les fuites.

Dans un premier temps les mesures ont été réalisées avec des masques sans modifier la pression à l'intérieur de la jupe. Puis, à laide d'un manomètre à pression de ballonnets, la jupe des masques a été gonflée à différentes pressions. A chaque modification de la pression dans la jupe des masques à l'aide du manomètre, celle-ci a été vérifiée et monitorée avec une tête de pression sanglante. La tête de pression a été reliée au

masque via la valve située sur la coque rigide du masque, puis au scope et un zéro a été réalisé. Cet outil de mesure a permis d'obtenir des données chiffrées et fiables de la pression à l'intérieur de la jupe des masques. Pour chaque valeur de pression dans la jupe, vingt mesures consécutives de la pression de fuite ont été réalisées avec vingt masques différents, gonflés la même pression à l'intérieur de la jupe.

2.3. Mesures sur volontaires sains au bloc opératoire.

- Critères d'inclusion :

Ont été inclus des personnes majeures, de sexe masculin ou féminin, se portant volontaires pour participer à l'étude.

- Critères de non inclusion :

N'ont pas été inclus dans cette étude les volontaires sains ayant des antécédents médicaux, ceux en cours de traitement, les femmes enceintes, les personnes sous tutelle.

- Critères d'exclusion :

Les volontaires sains présentant une sensation de claustrophobie avec agitation nécessitant un arrêt du protocole de mesure seront sortis de l'étude.

- Taille de l'échantillon :

L'échantillon était constitué de 15 volontaires sains. Chacun d'eux a été préoxygéné deux fois : une fois avec le masque non gonflé et une fois avec le masque gonflé.

- Recueil de données :

Une grille de recueil de données a été construite (Annexe 3). Le recueil des mesures a été effectué par une seule personne afin de garantir une bonne reproductibilité. Les mesures ont été réalisées dans les mêmes conditions chez tous les sujets. Avant de débuter les mesures, le respirateur a été testé et préréglé selon les paramètres suivants : ventilation spontanée, mélange oxygène / air, FiO_2 à 100 %, débit de gaz de 10 l/min. Le modèle de respirateur est identique à celui utilisé lors de la phase expérimentale. Les masques de taille 5 ont été utilisés pour les femmes et de taille 6 pour les hommes. Une tête de pression a été utilisée afin de mesurer la pression d'application du masque sur le visage des volontaires sains. Il s'agit de la même méthode que lors de la phase expérimentale.

Ensuite, les volontaires sains ont été installés en décubitus dorsal. Avant de débuter la préoxygénation, il a été demandé aux sujets de ne plus parler dès lors que l'on appliquait le masque sur leur visage. Puis la consigne était de respirer normalement. Les participants ont été préoxygénés jusqu'à ce que l'on obtienne une FEO_2 supérieure à 90 %. Après 3 minutes de préoxygénation, si celle-ci n'atteignait pas 90%, la valeur de la FEO_2 était relevée. A la fin de la préoxygénation, les volontaires sains ont donné une note afin d'évaluer le confort de la manœuvre réalisée. L'échelle utilisée était une Echelle Numérique (EN) allant de 0 (pas d'inconfort) à 10 (très inconfortable).

Les mesures ont été réalisées en simple aveugle. Tous les volontaires sains ont été préoxygénés deux fois : une fois avec un masque dont la pression à l'intérieur de la jupe était celle déterminée lors de la phase expérimentale, et une fois avec un masque dont la jupe n'était pas gonflée. Une période de 15 minutes a été respectée entre les deux mesures.

- Outil de statistique :

Les statistiques descriptives appuyées par des tableaux et représentations graphiques ont permis de présenter et comparer les deux groupes étudiés. Les données sont exprimées en moyenne ou médiane, complétées des valeurs minimales et maximales. Afin de démontrer la significativité des résultats, un test t de Student pour données appariées à été réalisé sur un site gratuit de statistique en ligne : biostat TGV®.

III. RESULTATS ET ANALYSE

1. Phase expérimentale sur mannequin

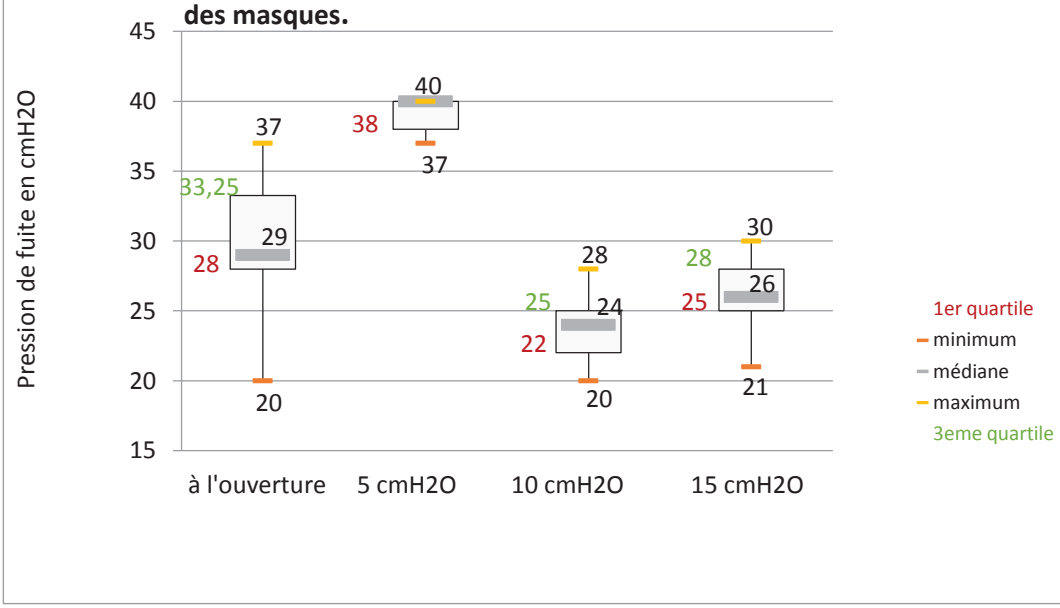
1.1. Les masques de ventilation.

Tableau 1 : Tableau comparatif des pressions constatées dans les jupes des masques de ventilation facial selon la taille, exprimées en cmH_2O ou en nombre.

	Taille 5 **N = 20**	**Taille 6** **N = 20**	**Total** **N = 40**
Pression à 2 cmH_2O	N = 19	N = 20	N = 39
Pression à 1 cmH_2O	N = 1	N = 0	N = 1
Pression moyenne	1,95 cmH2O	2 cmH2O	1,98 cmH2O
Pression médiane (min-max)	2 cmH2O (1-2)	2 cmH2O (2-2)	2 cmH2O (1-2)

1.2 Mesure de la pression de fuite avec différentes pressions dans la jupe des masques de taille 6.

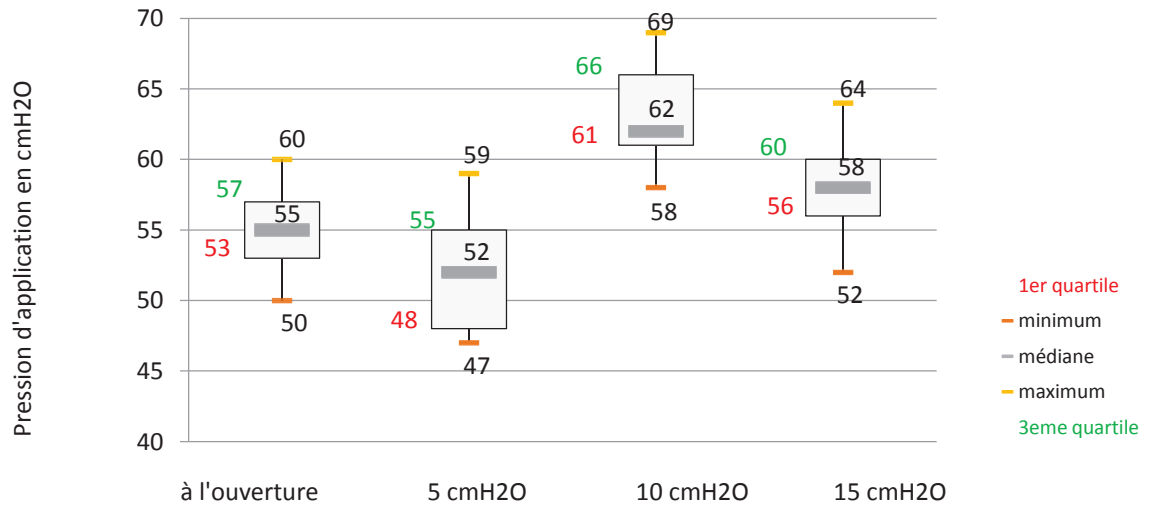
Figure 1 : Comparaison des pressions de fuite des masques taille 6 lors de ventilation sur mannequin selon différentes pression dans la jupe des masques.



Les mesures de la pression de fuite, réalisées avec des masques gonflés à différentes pressions, ont permis de déterminer une valeur optimale de pression à l'intérieur de la jupe des masques (5 cmH_2O) pour laquelle on observait une diminution des fuites, se traduisant par une augmentation de la pression de fuite lors de la ventilation au masque sur mannequin.

1.3 Mesure de la pression d'application générée avec différentes pressions dans la jupe des masques de taille 6.

Figure 2 : Comparaison des pressions d'application des masques taille 6 lors de ventilation sur mannequin selon différentes pression dans la jupe des masques.



Les mesures de la pression exercée par l'application des masques ont permis de montrer que pour des pressions de 5 cmH_2O dans la jupe des masques, celle-ci était diminuée par rapport aux autres masques.

2. Mesures sur volontaires sains

2.1. Population étudiée.

Tableau 2 : Tableau descriptif des volontaires sains étudiés, exprimé en moyenne (minimum-maximum).

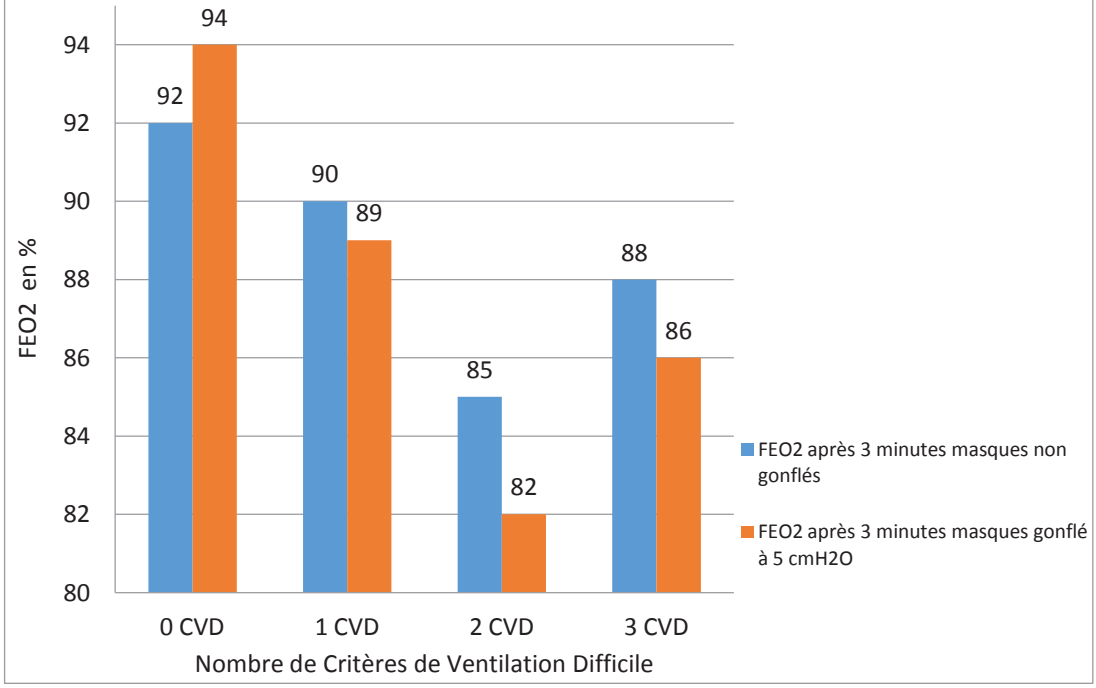
Sexe (nombre)	Age (années)	Poids (kg)	Taille (m)	BMI (kg/m^2)
Homme (9)	29,7 (25-37)	82 (76-98)	1,79 (1,65-1,89)	25,5 (21,6-29,3)
Femme (6)	29,8 (24-38)	56,5 (52-64)	1,60 (1,57-1,63)	22 (20,6-24,4)
Population totale (15)	29,8 (24-38)	71,8 (52-98)	1,72 (1,57-1,89)	24,1 (20,6-29,3)

Tableau 3 : Tableau descriptif de la population étudiée selon le nombre de Critère de Ventilation Difficile, exprimé en N (% de la population totale), et réparti selon le sexe.

Nombre de C.V.D	**Population totale N = 15 (100%)**	**Homme N = 9 (60%)**	**Femme N = 6 (40%)**
0	8 (53%)	3	5
1 **Barbe** **Ronflement**	4 (27%)	3 3 0	1 0 1
2 **Barbe + IMC > 26**	1 (7%)	1	0
3 **Barbe + ronflement + IMC > 26**	2 (13%)	2	0

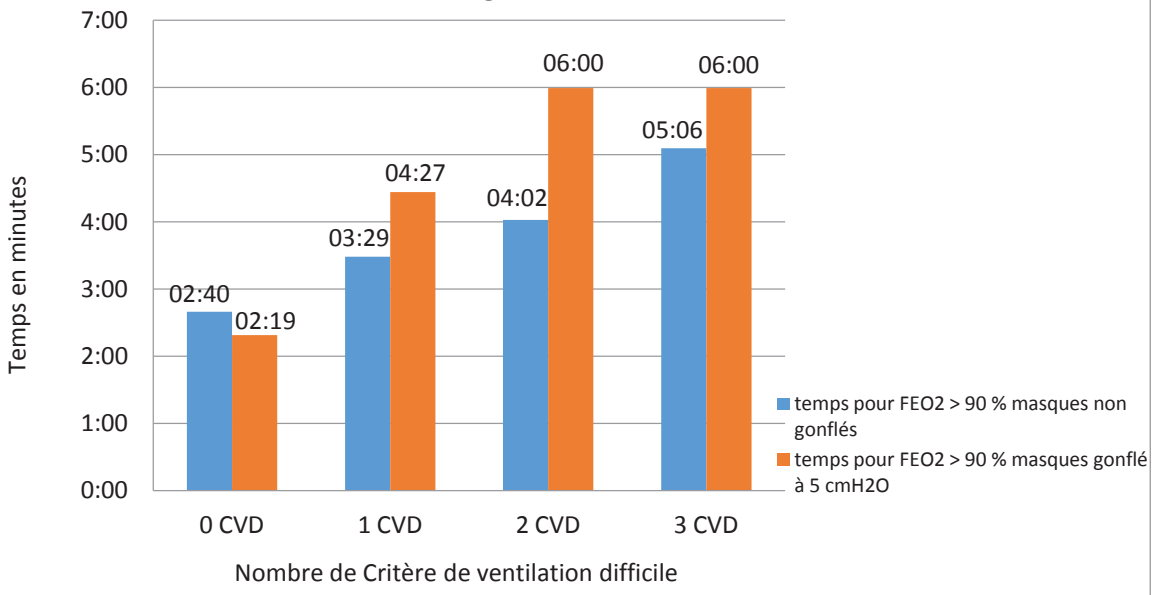
2.2. Monitorage de la préoxygénation chez les volontaires sains.

Figure 3 : Valeur moyenne de la FEO2 après 3minutes de préoxygénation selon le masque utilisé dans les différentes catégories de volontaires sains.



Le monitorage de la préoxygénation a permis d'observer que seuls les volontaires sains sans CVD obtenaient une valeur moyenne de la FEO_2 plus élevée avec les masques gonflés, après 3 minutes de préoxygénation.

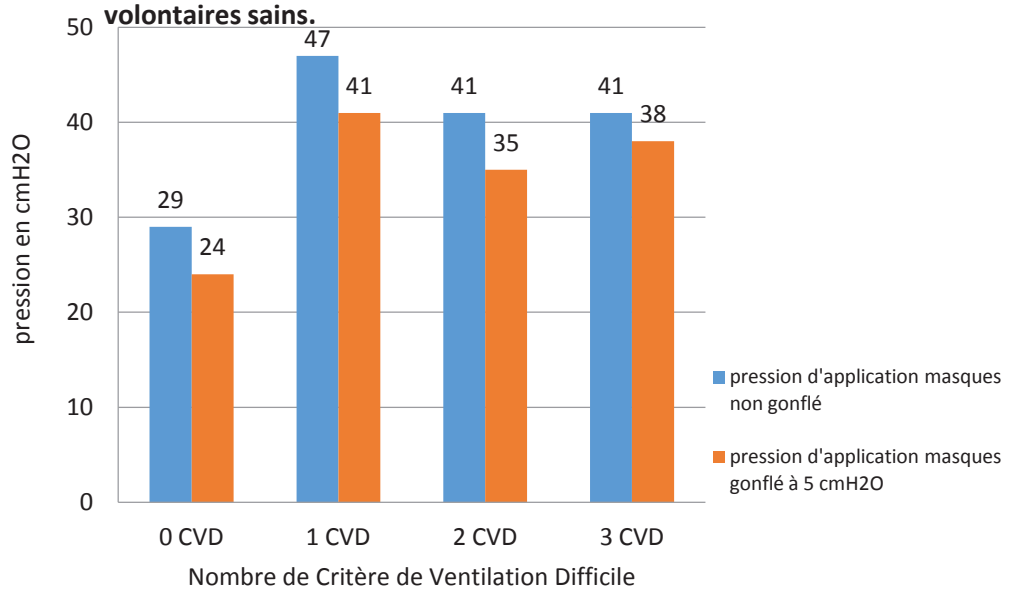
Figure 4 : Temps moyen pour atteindre une FEO2 > à 90 % selon le masque utilisé dans les différentes catégories de volontaires sains.



Le temps moyen nécessaire pour atteindre une FEO_2 supérieure à 90 % était diminué uniquement chez les volontaires sains sans CVD lorsque les masques gonflés étaient utilisés. Chez les volontaires sains qui avaient des CVD, nous avons constaté un échec de la préoxygénation quelque soit les masques utilisés.

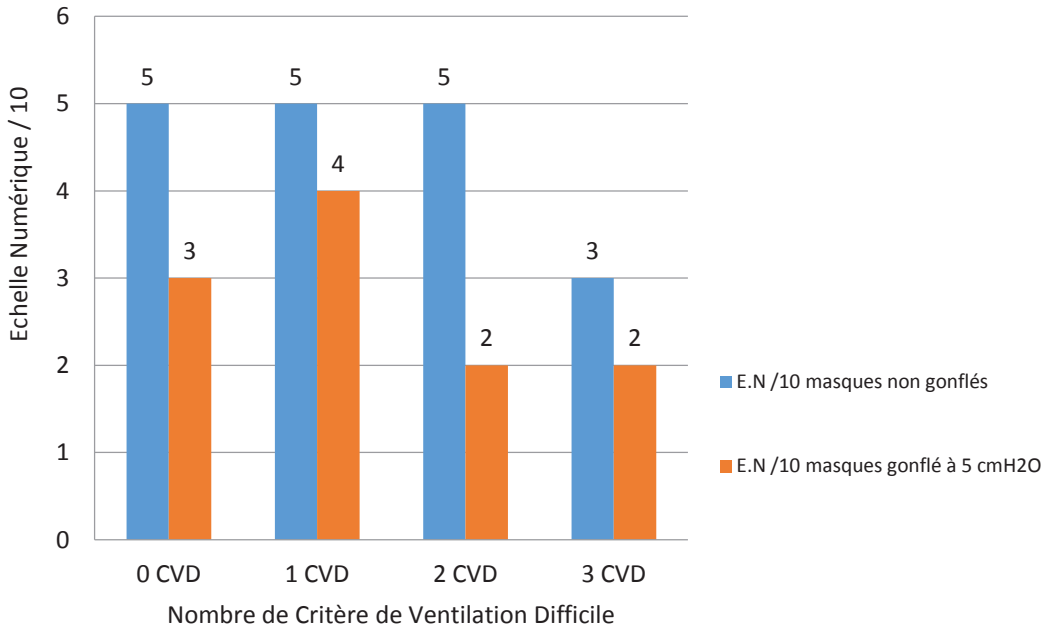
2.3. Evaluation du confort des volontaires sains lors de la préoxygénation.

Figure 5 : pression d'application moyenne des masques selon le type de masque utilisé dans les différentes catégories de volontaires sains.



Chez tous les volontaires sains confondus, l'utilisation des masques gonflés a mis en avant une diminution de la pression exercée lors de l'application du masque sur leur visage.

Figure 6 : Echelle Numérique de confort selon le type de masque utilisé dans les différentes catégories de volontaires sains.



L'utilisation des masques gonflés permis de montrer une amélioration du confort lors de la réalisation de la préoxygénation chez tous les volontaires sains confondus.

Tableau 4 : Tableau comparatifs des résultats du monitorage de la préoxygénation et de l'évaluation du confort dans les différentes catégories de volontaires sains, selon les masques utilisés, exprimés en moyenne (minimum-maximum) ou en nombre de volontaires sains.

		Masques non gonflés	**Masques gonflés (5 cmH_2O)**	**p-value**
Volontaires sains sans CVD au masque. (N = 8)	FEO_2 à 3 min (%)	92 (91-94)	94 (93-95)	0,0015
	Temps pour FEO_2 > 90 % (min)	2.40 (1.55-3.00)	2.19 (1.30-2 .47)	0,02
Volontaires sains ayant au moins 1 CVD au masque. (N = 7)	FEO_2 à 3 min (%)	88 (85-91)	86,5 (82-89)	0,0015
	Temps pour FEO_2 > 90 % (min)	4.17 (2.11-6.00)	4.57 (3.53-6.01)	0,48
Evaluation du confort chez tous les volontaires sains confondus. (N = 15)	Pression d'application du masque (cmH_2O)	36 (26-54)	31 (19-46)	$< 10^{-5}$
	E.N de confort (/ 10)	4,8 (1-7)	2,9 (1-5)	0,0004

IV. DISCUSSION

Cette étude a permis d'évaluer la qualité de la préoxygénation en optimisant l'utilisation des masques faciaux de ventilation.

Les masques utilisés au CHU de Poitiers (RUSCH Clear comfort®), possèdent une valve permettant de gonfler la jupe des masques pour adapter celui-ci à la morphologie du patient et ainsi limiter les fuites lors de son utilisation. Cependant, aucunes données du fabriquant, concernant ce produit, ne permettaient de dire si la pression qui règne dans la jupe des masques était identique pour tous. De plus nous ne savions pas s'il existait des valeurs de pression pour lesquelles l'étanchéité des masques était améliorée.

Afin de pallier à ce manque, nous avons définit, de façon expérimentale, une valeur de référence de la pression régnant dans la jupe des masques en contrôlant un échantillon de 40 masques de ventilation (tableau 1). A l'issue de ce contrôle, 97,5 % des masques testés avaient une pression dans la jupe de 2 cmH_2O. Cette valeur a donc constitué la valeur de référence de la pression régnant dans la jupe des masques de taille 5 et 6 après ouverture.

Nous avons ensuite déterminé une valeur de pression dans la jupe des masques pour laquelle on observait une diminution des fuites au niveau de l'interface masque visage lors d'une série de ventilation sur mannequin, par mesure de la pression de fuite. Les masques de ventilation utilisés directement après ouverture (gonflés à 2 cmH_2O) ont servi de groupe témoin pour les comparer à ceux gonflés à 5, 10 et 15 cmH_2O (figure 1). Pour les masques du groupe témoin, on retrouvait une pression de fuite à 29 cmH_2O. La pression de fuite était augmentée de façon significative (40 cmH_2O) lorsque l'on utilisait les masques gonflés à 5 cmH_2O ($p < 10^{-7}$), et diminuée (24 cmH_2O) pour les masques gonflés à 10 cmH_2O ($p < 10^{-4}$) et 15 cmH_2O (26 cmH_2O), ($p = 0.02$).

Nous avons également mesuré la pression exercée par l'application des masques sur le visage du mannequin et comparé les données selon les masques utilisés. Les masques de ventilation utilisés directement après ouverture (gonflés à 2 cmH_2O) ont servi de groupe témoin pour les comparer à ceux gonflés à 5, 10 et 15 cmH_2O (figure 2). Pour les masques du groupe témoin, on retrouvait une pression d'application de 55 cmH_2O. La pression

exercée était significativement diminuée (52 cmH_2O) lorsque l'on utilisait les masques gonflés à 5 cmH_2O ($p = 0.03$) et augmentée (62 cmH_2O) pour les masques gonflés à 10 cmH_2O ($p < 10^{-7}$) et à 15 cmH_2O (58 cmH_2O), ($p = 0.02$).

De manière expérimentale, nous avons donc retenu que la pression de 5 cmH_2O dans la jupe des masques de taille 6 favorisait une diminution des fuites lors de la ventilation sur mannequin, tout en exerçant une pression moins importante lors de l'application du masque. Dans la suite de l'étude, nous avons étendu ces résultats aux masques de taille 5 et avons comparé les masques témoins (2 cmH_2O) à ceux gonflés à 5 cmH_2O en réalisant une série de préoxygénation auprès de volontaires sains, afin de mettre en pratique ces données expérimentales.

La population étudiée était constituée de 15 volontaires sains (tableau 2). Soixante pour cent de l'effectif était composé d'hommes (n = 9) et 40 % de femmes (n = 6). Parmi les 15 volontaires sains, 53 % ne présentaient aucun C.V.D au masque alors que 47 % présentaient au moins 1 C.V.D au masque. Des groupes ont été constitués en fonction du nombre de C.V.D : le groupe avec 1 C.V.D, le groupe avec 2 C.V.D et le groupe avec 3 C.V.D (tableau 3). Nous avons constaté que parmi tous les hommes qui avaient au moins 1 C.V.D (n = 6), tous avaient en commun la présence de barbe.

Pour réaliser les mesures sur les volontaires sains, nous avons considéré qu'une FEO_2 inférieure à 90 % à l'issue des 3 minutes de préoxygénation constituait un échec.

Dans le groupe des volontaires sains n'ayant aucun C.V.D, que ce soit avec les masques témoins ou ceux gonflés à 5 cmH_2O, la préoxygénation était réussie puisque l'on obtenait une valeur moyenne de FEO_2 > à 90% en moins de 3 minutes (92 % versus 94 %). La FEO_2 après 3 minutes de préoxygénation était significativement augmentée avec les masques gonflés à 5 cmH_2O ($p = 0,0015$). De plus, lorsque l'on utilisait les masques gonflés à 5 cmH_2O, on diminuait le temps moyen pour obtenir une FEO_2 > à 90% (2min19 versus 2min 40) de façon significative ($p = 0,02$).

Dans le groupe des volontaires sains ayant au moins 1 C.V.D, que ce soit avec les masques témoins ou ceux gonflés à 5 cmH_2O, la préoxygénation était considérée comme un échec puisque la valeur moyenne de la FEO_2 obtenue était inférieure à 90 % à 3 minutes (88 %

versus 86 %), (p = 0,0015). On obtenait une FEO_2 > à 90 % en 4min10 pour les masques témoins et en 4min57 pour les masques gonflés à 5 cmH_2O (p = 0,48) (tableau 4).

L'échec d'obtention d'une FEO_2 > à 90 % est une situation peu étudiée à ce jour et n'à fait l'objet d'aucune publication [15]. En effet, même si la place de la préoxygénation est reconnue dans la prévention des désaturations au cours de l'induction de l'anesthésie, l'objectif de fraction expirée est peu souvent atteint. On observe que les patients à risque d'échec d'obtention d'une FEO_2 > à 90 % sont également les patients à risque d'une ventilation au masque difficile [14]. En effet, la présence de barbe, l'âge > à 55 ans et l'édentation sont des facteurs de risque indépendants d'échec de dénitrogénation [16].

L'échec de la préoxygénation chez les barbus surprend peu, car en pratique clinique, on constate fréquemment une difficulté à assurer une étanchéité parfaite entre le masque et le visage. Ces informations viennent conforter nos résultats. Le groupe volontaire sain avec au moins 1 C.V.D était constitué à 87 % d'homme barbus. Dans ce groupe, le fait de gonfler la jupe du masque à 5 cmH_2O n'a pas montré de différence en termes d'efficacité et d'optimisation de la préoxygénation, contrairement au groupe volontaire sain sans C.V.D où l'on observait une différence significative.

Lors de la préoxygénation, l'application du masque sur le visage peut être mal tolérée par les patients. Cette gêne, cette sensation d'inconfort est une cause d'échec de la préoxygénation. Lorsque nous avons préoxygéné les volontaires sains, nous avons mesuré la pression exercée par l'application du masque sur le visage. Nous avons ensuite demandé aux volontaires sains d'évaluer le confort sur une échelle de 0 à 10 (0 pas d'inconfort, 10 très inconfortable).

Chez tous les volontaires sains confondus, la pression d'application moyenne des masques était significativement diminuée ($p < 10^{-5}$) lorsque que l'on utilisait les masques gonflés à 5 cmH_2O par rapport aux masques témoins (31 cmH_2O versus 36 cmH_2O). De manière parallèle, l'évaluation du confort montrait qu'avec des masques gonflés à 5 cmH_2O, l'inconfort était significativement diminué (p = 0,0004) par rapport aux masques témoins (2,9/10 versus 4,8/10).

Par ailleurs, nous avons remarqué, lors des séances de préoxygénation, que les volontaires sains présentaient une rougeur au niveau de la base du nez, lorsque l'on

utilisait les masques témoins. L'intervalle de temps entre les deux séries de préoxygénation (masques témoins versus masques gonflés) ne permettait pas de voire si les masques gonflés à 5 cmH_2O entrainaient également des rougeurs à cet endroit.

Au total, l'utilisation des masques dont la jupe était gonflée à 5 cmH_2O a permis d'améliorer le confort des volontaires sains lors de la préoxygénation, en favorisant une diminution de la pression exercée sur le visage lors de l'application du masque par rapport aux masques témoins. Cependant, nous n'avons constaté aucun arrêt du protocole de mesure, que ce soit avec les masques témoins, ou les masques gonflés à 5 cmH2O.

V. LIMITES DE L'ETUDE

Notre étude présente plusieurs limites. Tout d'abord, nous n'avons pas pu tester les masques de taille 5 lors de la phase expérimentale sur mannequin. En effet, la taille des masques n'était pas compatible avec la morphologie du mannequin. Or nous savons que l'utilisation d'un masque de taille adapté est recommandée pour réaliser la préoxygénation. Cela aurait pu biaiser les mesures.

Ensuite, nous n'avions qu'un petit échantillon de volontaires sains. De plus, les groupes de volontaires sains, répartis selon le nombre de critères de ventilation difficile au masque n'étaient pas homogènes.

D'un point de vu méthodologique, nous pouvons nous demander si la période de 15 minutes entre chaque mesure, était suffisante. Il aurait été intéressant de réaliser la deuxième série de mesure une autre journée.

VI. PROPOSITIONS ET PERSPECTIVES

Dans la pratique courante, les masques de ventilation sont des outils indispensables en anesthésie et nécessitent d'être utilisés de façon optimale A ce jour, il n'existe aucun travail qui a étudié la manière d'utiliser les masques de ventilation. Notre étude est le point de départ d'une réflexion plus globale sur la préoxygénation avant l'induction de l'anesthésie. Une étude complémentaire, prospective, avec un échantillon plus important, dans laquelle on identifierait les critères de ventilation difficile, pour lesquelles l'utilisation des masques avec la jupe gonflée à 5 cmH_2O apporterait un bénéfice lors de la préoxygénation, renforcerait notre étude.

CONCLUSION

Notre étude a permis de mettre en avant différents éléments. Tout d'abord nous avons montré qu'une dénitrogénation plus rapide était réalisable chez les volontaires sains qui ne présentaient pas de critère de ventilation difficile au masque lorsque l'on utilisait les masques avec la jupe gonflée. Cela pourrait avoir une importance majeure lorsque l'on doit réaliser une induction en séquence rapide en situation d'urgence. En effet, dans ces situations où le temps est souvent précieux, la préoxygénation doit être la plus optimale possible.

Ensuite, notre étude a mis en évidence l'échec de la préoxygénation ($FEO_2 < 90$ %), même si celle-ci est bien conduite, chez les volontaires sains qui avaient au moins un critère de ventilation difficile au masque, quelque soit le type de masque utilisé. Les patients à risque sont facilement repérables en consultation d'anesthésie, et une plus grande attention doit être portée lors de la réalisation de la préoxygénation.

En effet, l'utilisation seule des masques de ventilation avec la jupe gonflée à 5 cmH_2O ne suffisait pas, mais la simple prolongation de la préoxygénation permettait une dénitrogénation efficace dans la majorité des cas.

Pour les patients ayant des facteurs de risque d'échec de préoxygénation, l'utilisation plus large de la ventilation non invasive pourrait être une alternative intéressante. Cependant, la mauvaise tolérance des patients constitue également une cause d'échec de la préoxygénation.

Par ailleurs, l'emploi de l'oxygénothérapie à haut débit nasal pourrait permettre une meilleure dénitrogénation chez les patients à risque d'échec de préoxygénation. Déjà utilisé dans les services de réanimation [17], son utilisation pourrait faire l'objet d'une étude afin d'être étendue au bloc opératoire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1]. Lienhart A, et al. Survey of anesthesia-related mortality in France. Anesthesiology 2006 ; 105 : 1087-1097.

[2]. Auroy Y, et al. Mortality related to anaesthesia in France : analysis of deaths related to airway complications. Anaesthesia 2009 ; 64 : 366-370.

[3]. Drummond G.B, Park G.R. Arterial oxygen saturation before intubation of the trachea. An assessement of oxygenation techniques. Br. J Anaesth 1984 ; 56 : 987-993.

[4]. Bourgain J.L, Chastre J, Combes X, Orliaguet G. Oxygene arterial desaturation and upholding the oxygenation during intubation : question 2. Ann Fr Anesth Réanim 2008 ; 27 : 15-25.

[5]. Farmery A.D, Roe P.G. A model to describe the rate of oxyhaemoglobin desaturation during apnoea. Br. J Anaesth 1996 ; 76 : 284-91.

[6]. Bourgain J.L. Préoxygénation et manœuvres de contrôle de la perméabilité des voies aériennes. Ann Fr Anesth Réanim 2003 ; 22 : 41-52.

[7]. Kundra P, Stephen S, Vinayagam S. Techniques of preoxygenation in patients with ineffective face mask seal. In. J Anaesth 2013 ; 57 : 175-179.

[8]. McGowan P, Skinner A. Preoxygenation – the importance of a good face mask seal. Br. J Anaesth 1995 ; 75 : 777-8.

[9]. Hamilton W.K, Eastwood D.W. A study of denitrogenation with some inhalation anesthetic systems. Anesthesiology 1955 ; 16 : 861-7.

[10]. Baraka A.S, et al. Preoxygenation : comparison of maximal breathing and tidal volume breathing techniques. Anesthesiology 1999 ; 91 : 612-6.

[11]. Conférence de consensus. Prise en charge des voies aériennes en anesthésie adulte à l'exception de l'intubation difficile. Ann Fr Anesth Réanim 2003 ; 22 : 745-749.

[12]. Solis A, Baillard C. Préoxygénation chez l'adulte. 51e congrès national d'anesthésie et de réanimation. Médecins. Les essentiels. SFAR 2009 ; 1-7.
Disponible sur : http://jpmiss2.free.fr/Divers/SFAR%202009/dossier/2009/med_B978-2-8101-0173-3.c0059.html (consulté le 25.11.2016).

[13]. Diemunsh P, et al. Prédiction et définition de la ventilation au masque difficile et de l'intubation difficile. Ann Fr Anesth Réanim 2008 ; 27 : 3-14.

[14]. Langeron O, et al. Prediction of difficult mask ventilation. Anesthesiology 2000 ; 92 : 1229-36.

[15]. Solis A, Baillard C. Préoxygénation difficile : les facteurs de risque. Journées d'Enseignement Post Universitaire. 2013.
Disponible sur : http://www.jepu.net/textesmedecinpr%C3%A9oxyg%C3%.html (consulté le 10.01.2017).

[16]. Baillard C, et al. Incidence and prediction of inadequate preoxygenation before induction of anaesthesia. Ann Fr Anesth Réanim 2014 ; 33 : 55-8.

[17]. Jaber S, et al. 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. Intensive Care Med 2016 ; 42 : 1877-87.

ANNEXES

Table des matières des annexes

ANNEXE 1 : Masque de ventilation RUSCH Clear comfort ®. I

ANNEXE 2 : Tête d'intubation Laerdal ®. II

ANNEXE 3 : Fiche de recueil de données. III

Annexe 1 :

Photo d'un masque de ventilation RUSCH Clear comfort ® distribués par Téléflex.



Annexe 2 :

Photo de la tête d'intubation utilisée pour effectuer les mesures expérimentales.



Annexe 3 :

Fiche de recueil de données.

Fiche de recueil de donnés pour l'étude des masques faciaux sur volontaires sains.

Sexe :

Poids : ……kg

Taille : ……m

Critères prédictifs de VDM :

IMC > à 26 kg/m^2 OUI ☐ NON ☐

Patient édenté complet OUI ☐ NON ☐

Ronflements OUI ☐ NON ☐

Présence de barbe OUI ☐ NON ☐

Age > 55 ans OUI ☐ NON ☐

Taille du masque utilisé : 5 ☐ 6 ☐

Pression dans la jupe du masque après ouverture :…….CmH_2O

Mesure avec masque jupe non gonflée	**Mesure avec masque jupe gonflée**
FEO2 après 3 min :	FEO2 après 3 min :
Temps pour FEO2 > 90 % :	Temps pour FEO2 > 90 % :
Pression d'application du masque :	Pression d'application du masque :
E.N de confort : _ _ _ _/10	E.N de confort : _ _ _ _/10
Arrêt de préoxygénation OUI ☐ NON ☐	Arrêt de préoxygénation OUI ☐ NON ☐
Cause de l'arrêt :	Cause de l'arrêt :

Ecole d'Infirmier(e)s Anesthésistes Diplômé(e)s d'Etat

UE 7 - MEMOIRE PROFESSIONNEL
En vue de l'obtention du diplôme d'Etat d'infirmier anesthésiste
2015-2017

ETUDE SUR LES MASQUES DE VENTIATION LORS DE LA PREOXYGENATION EN VENTILATION SPONTANEE.

Le maintien d'une bonne oxygénation est une préoccupation majeure en anesthésie, et notamment lors de l'induction de l'anesthésie. Afin de prévenir toute complication, il est recommandé de réaliser une préoxygénation, dans le but d'augmenter le temps d'apnée sans désaturation avant toute induction de l'anesthésie. Deux principales stratégies ont été décrites pour optimiser la préoxygénation en ventilation spontanée : la pression positive ou le prolongement de la préoxygénation.

Afin de vérifier si les masques de ventilation pouvaient eux aussi avoir un rôle prépondérant dans l'optimisation de la préoxygénation, nous avons réalisé une étude prospective, observationnelle et monocentrique au sein des blocs opératoires du CHU de Poitiers. L'objectif principal était d'évaluer la qualité de la préoxygénation en fonction du gonflage ou non des jupes des masques de ventilation. Nous avons secondairement défini une valeur de pression optimale à l'intérieur de la jupe des masques pour laquelle ont observait une diminution des fuites au niveau de l'interface masque-visage. Le but était également dévaluer le retentissement sur le confort des patients lors de la préoxygénation.

97,5 % des masques testés avaient une pression dans la jupe de 2 cmH_2O. Cette valeur constituait la valeur de référence de la pression régnant dans la jupe des masques de taille 5 et 6. Pour les maques dont la jupe était gonflée à 5 cmH_2O, la pression de fuite lors de la ventilation sur mannequin, était augmentée par rapport aux autres masques (40 cmH_2O). 15 volontaires sains ont été inclus. Ils ont été préoxygénés avec les masques témoins et ceux gonflés à 5 cmH_2O. Chez les volontaires sains qui n'avaient pas de critère de ventilation difficile au masque, nous avons observé une diminution du temps d'obtention d'une FEO_2 à 90 %, lorsque l'on utilisait les masques gonflés à 5 cmH_2O par rapport aux masques témoins (2min19 versus 2min40), (p=0,02). Chez les volontaires sains qui avaient au moins un critère de ventilation difficile au masque, il n'y avait pas de différence significative. Pour l'ensemble des volontaires sains, l'utilisation des masques gonflés à 5 cmH_2O a permis d'améliorer le confort (2,9/10 versus 4,8/10) (p=0,0004), ainsi que de diminuer la pression d'application du masque sur le visage (31 cmH_2O versus 36 cmH_2O), ($p<10^{-5}$)

L'utilisation des masques de ventilation avec la jupe gonflée à 5 cmH_2O a montré une amélioration du confort du patient lors de la préoxygénation ; cependant elle n'a pas permis d'améliorer la qualité de la préoxygénation chez l'ensemble des volontaires sains, et notamment chez ceux ayant des critères de ventilation difficile.

Mots clés : préoxygénation, ventilation au masque

Auteur : Valentin LANDREVIE

Directeur de mémoire : Elsa CARISE

Ecole d'Infirmier(e)s Anesthésistes Diplômé(e)s d'Etat

PROFESSIONAL DISSERTATION

To obtain the National Diploma in Anaesthetic Nursing

2015-2017

A STUDY ON VENTILATION MASKS DURING PREOXYGENATION IN SPONTANEOUS VENTILATION.

The maintenance of good oxygenation is a major concern in anesthesia, mainly during anesthetic induction. In order to prevent all complications, it's recommended to achieve preoxygenation, in order to increase the apnea time without desaturation before all anesthetic induction. Two main strategies have been described to optimize preoxygenation in spontaneous ventilation : positive pressure or increased preoxygenation time.

In order to check if ventilation masks could have a preponderant role in preoxygenation optimization, we carried out a prospective observational and monocentric study within the University Teaching Hospital of Poitiers, in the operating room. The principal objective was to measure the preoxygenation quality according to the inflation of the face mask seal. Secondarily, we defined a optimal pressure value inside the face mask seal for which we observed less leakage. The goal was also to estimate the impact on patient comfort during preoxygenation.

97,5 % of masks tested had a pressure in the seal of 2 cmH_2O. This value represented the reference value of the prevailing pressure in the face mask seal of size 5 and 6. For the masks of which the seal was inflated at 5 cmH_2O, the leakage pressure was increased compared to the other mask (40 cmH_2O).
15 healthy volunteers were included. They were pre-oxygenated with the control masks and those inflated at 5 cmH_2O. In the healthy volunteers who had no difficult ventilation criteria for mask, we observed a reduction in time to obtain a FEO_2 at 90 %, when using the face mask seal inflated at 5 cmH_2O compared to the control mask (2 mins 19 versus 2 mins 40), (p=0,02). In the healthy volunteers who had at least one difficult ventilation criteria for the mask, there was no significant difference. For all healthy volunteers, the use of inflated masks at 5 cmH_2O improved comfort (2,9/10 versus 4,8/10), (p=0,0004). In addition, the application pressure of the mask on the face of patients was decreased (31 cmH_2O versus 36 cmH_2O), ($p<10^{-5}$).

The use of the inflated ventilation mask at 5 cmH_2O, showed improvement the comfort during preoxygenation, however it did not show improvement of the quality of preoxygenation among all healthy volunteers.

Keywords : preoxygenation, face mask ventilation

Author : Valentin LANDREVIE

Supervisor : Elsa CARISE