



HAL
open science

Effacité de la pré-oxygénation avant intubation dans le service d'accueil d'urgences vitales: étude pilote au CHRU de Montpellier

Nathalie Berenguer-Lebeurrier

► To cite this version:

Nathalie Berenguer-Lebeurrier. Effacité de la pré-oxygénation avant intubation dans le service d'accueil d'urgences vitales: étude pilote au CHRU de Montpellier. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-02986620

HAL Id: dumas-02986620

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02986620>

Submitted on 3 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER -NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
Par

Nathalie BERENGUER-LEBEURRIER

le 01/10/2018

EFFICACITE DE LA PRE-OXYGENATION AVANT INTUBATION DANS LE
SERVICE D'ACCUEIL D'URGENCES VITALES : ETUDE PILOTE AU CHRU
DE MONTPELLIER.

Directeur de thèse : Dr Olivier VUILLOT

JURY

Président: Monsieur le Professeur Mustapha SEBBANE
Assesseurs: Monsieur le Professeur Jean-Emmanuel DE LA COUSSAYE
Monsieur le Professeur Gérald CHANQUES
Monsieur le Docteur Olivier VUILLOT

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER -NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Nathalie BERENGUER-LEBEURRIER

le 01/10/2018

EFFICACITE DE LA PRE-OXYGENATION AVANT INTUBATION DANS LE
SERVICE D'ACCUEIL D'URGENCES VITALES : ETUDE PILOTE AU CHRU
DE MONTPELLIER.

Directeur de thèse : Dr Olivier VUILLOT

JURY

Président: Monsieur le Professeur Mustapha SEBBANE
Assesseurs: Monsieur le Professeur Jean-Emmanuel DE LA COUSSAYE
Monsieur le Professeur Gérald CHANQUES
Monsieur le Docteur Olivier VUILLOT

ANNEE UNIVERSITAIRE 2017 - 2018

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALLIEU Yves
 ALRIC Robert
 ARNAUD Bernard
 ASTRUC Jacques
 AUSSILLOUX Charles
 AVEROUS Michel
 AYRAL Guy
 BAILLAT Xavier
 BALDET Pierre
 BALDY-MOULINIER Michel
 BALMES Jean-Louis
 BALMES Pierre
 BANSARD Nicole
 BAYLET René
 BILLIARD Michel
 BLARD Jean-Marie
 BLAYAC Jean Pierre
 BLOTMAN Francis
 BONNEL François
 BOUDET Charles
 BOURGEOIS Jean-Marie
 BRUEL Jean Michel
 BUREAU Jean-Paul
 BRUNEL Michel
 CALLIS Albert
 CANAUD Bernard
 CASTELNAU Didier
 CHAPTAL Paul-André
 CIURANA Albert-Jean
 CLOT Jacques
 D'ATHIS Françoise
 DEMAILLE Jacques

DESCOMPS Bernard
 DIMEGLIO Alain
 DU CAILAR Jacques
 DUBOIS Jean Bernard
 DUMAS Robert
 DUMAZER Romain
 ECHENNE Bernard
 FABRE Serge
 FREREBEAU Philippe
 GALIFER René Benoît
 GODLEWSKI Guilhem
 GRASSET Daniel
 GROLLEAU-RAOUX Robert
 GUILHOU Jean-Jacques
 HERTAULT Jean
 HUMEAU Claude
 JAFFIOL Claude
 JANBON Charles
 JANBON François
 JARRY Daniel
 JOYEUX Henri
 LAFFARGUE François
 LALLEMANT Jean Gabriel
 LAMARQUE Jean-Louis
 LAPEYRIE Henri
 LESBROS Daniel
 LOPEZ François Michel
 LORiot Jean
 LOUBATIERES Marie
 Madeleine
 MAGNAN DE BORNIER Bernard
 MARY Henri
 MATHIEU-DAUDE Pierre

MEYNADIER Jean
 MICHEL François-Bernard
 MICHEL Henri
 MION Charles
 MION Henri
 MIRO Luis
 NAVARRO Maurice
 NAVRATIL Henri
 OTHONIEL Jacques
 PAGES Michel
 PEGURET Claude
 POUGET Régis
 PUECH Paul
 PUJOL Henri
 PUJOL Rémy
 RABISCHONG Pierre
 RAMUZ Michel
 RIEU Daniel
 RIOUX Jean-Antoine
 ROCHEFORT Henri
 ROUANET DE VIGNE LAVIT
 Jean Pierre
 SAINT AUBERT Bernard
 SANCHO-GARNIER Hélène
 SANY Jacques
 SENAC Jean-Paul
 SERRE Arlette
 SIMON Lucien
 SOLASSOL Claude
 THEVENET André
 VIDAL Jacques
 VISIER Jean Pierre

Professeurs Emérite

ARTUS Jean-Claude
 BLANC François
 BOULENGER Jean-Philippe
 BOURREL Gérard
 BRINGER Jacques
 CLAUSTRES Mireille
 DAURES Jean-Pierre
 DAUZAT Michel
 DEDET Jean-Pierre

ELEDJAM Jean-Jacques
 GUERRIER Bernard
 JOURDAN Jacques
 MAURY Michèle
 MILLAT Bertrand
 MARES Pierre
 MONNIER Louis
 PRAT Dominique
 PRATLONG Francine

PREFAUT Christian
 PUJOL Rémy
 ROSSI Michel
 SULTAN Charles
 TOUCHON Jacques
 VOISIN Michel
 ZANCA Michel

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

PU-PH de classe exceptionnelle

ALBAT Bernard - Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
ALRIC Pierre - Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric - Médecine légale et droit de la santé
BASTIEN Patrick - Parasitologie et mycologie
BONAFE Alain - Radiologie et imagerie médicale
CAPDEVILA Xavier - Anesthésiologie-réanimation
COMBE Bernard - Rhumatologie
COSTA Pierre - Urologie
COTTALORDA Jérôme - Chirurgie infantile
COUBES Philippe - Neurochirurgie
CRAMPETTE Louis - Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul - Biochimie et biologie moléculaire
DAVY Jean Marc - Cardiologie
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel - Anesthésiologie-réanimation
DELAPORTE Eric - Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DE WAZIERES Benoît - Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DOMERGUE Jacques - Chirurgie générale
DUFFAU Hugues - Neurochirurgie
DUJOLS Pierre - Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
ELIAOU Jean François - Immunologie
FABRE Jean Michel - Chirurgie générale
GUILLOT Bernard - Dermato-vénéréologie
HAMAMAH Samir-Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
HEDON Bernard-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
HERISSON Christian-Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir-Anesthésiologie-réanimation
JEANDEL Claude-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JONQUET Olivier-Réanimation ; médecine d'urgence
JORGENSEN Christian-Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOTZKI Pierre Olivier-Biophysique et médecine nucléaire
LANDAIS Paul-Epidémiologie, Economie de la santé et Prévention
LARREY Dominique-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
LEFRANT Jean-Yves-Anesthésiologie-réanimation
LE QUELLEC Alain-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
MARTY-ANE Charles - Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MAUDELONDE Thierry - Biologie cellulaire
MERCIER Jacques - Physiologie
MESSNER Patrick - Cardiologie
MOURAD Georges-Néphrologie
PELISSIER Jacques-Médecine physique et de réadaptation
RENARD Eric-Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques-Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIBSTEIN Jean-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
RIPART Jacques-Anesthésiologie-réanimation
ROUANET Philippe-Cancérologie ; radiothérapie
SCHVED Jean François-Hématologie; Transfusion
TAOUREL Patrice-Radiologie et imagerie médicale

UZIEL Alain -Oto-rhino-laryngologie
VANDE PERRE Philippe-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YCHOU Marc-Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de 1^{re} classe

AGUILAR MARTINEZ Patricia-Hématologie ; transfusion
AVIGNON Antoine-Nutrition
AZRIA David -Cancérologie ; radiothérapie
BAGHDADLI Amaria-Pédopsychiatrie ; addictologie
BEREGI Jean-Paul-Radiologie et imagerie médicale
BLAIN Hubert-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BLANC Pierre-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric-Chirurgie digestive
BOULOT Pierre-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAMBONIE Gilles -Pédiatrie
CAMU William-Neurologie
CANOVAS François-Anatomie
CARTRON Guillaume-Hématologie ; transfusion
CHAMMAS Michel-Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal-Anesthésiologie-réanimation
CORBEAU Pierre-Immunologie
COSTES Valérie-Anatomie et cytologie pathologiques
COURTET Philippe-Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CYTEVAL Catherine-Radiologie et imagerie médicale
DADURE Christophe-Anesthésiologie-réanimation
DAUVILLIERS Yves-Physiologie
DE TAYRAC Renaud-Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DEMARIA Roland-Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
DEMOLY Pascal-Pneumologie ; addictologie
DEREURE Olivier-Dermatologie - vénéréologie
DROUPY Stéphane -Urologie
DUCROS Anne-Neurologie -
FRAPIER Jean-Marc-Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
KLOUCHE Kada-Réanimation ; médecine d'urgence
KOENIG Michel-Génétique moléculaire
LABAUGE Pierre- Neurologie
LAFFONT Isabelle-Médecine physique et de réadaptation
LAVABRE-BERTRAND Thierry-Cytologie et histologie
LECLERCQ Florence-Cardiologie
LEHMANN Sylvain-Biochimie et biologie moléculaire
LUMBROSO Serge-Biochimie et Biologie moléculaire
MARIANO-GOULART Denis-Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan -Physiologie
MEUNIER Laurent-Dermato-vénéréologie
MONDAIN Michel-Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis-Pédiatrie
NAVARRO Francis-Chirurgie générale
PAGEAUX Georges-Philippe-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PETIT Pierre-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PERNEY Pascal-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PUJOL Jean Louis-Pneumologie ; addictologie
PUJOL Pascal-Biologie cellulaire
PURPER-OUAKIL Diane-Pédopsychiatrie ; addictologie
QUERE Isabelle-Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)

SOTTO Albert-Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TOUITOU Isabelle-Génétique
TRAN Tu-Anh-Pédiatrie
VERNHET Hélène-Radiologie et imagerie médicale

PU-PH de 2ème classe

ASSENAT Éric-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BERTHET Jean-Philippe-Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BOURDIN Arnaud-Pneumologie ; addictologie
CANAUD Ludovic-Chirurgie vasculaire ; Médecine Vasculaire
CAPDEVIELLE Delphine-Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CAPTIER Guillaume-Anatomie
CAYLA Guillaume-Cardiologie
CHANQUES Gérald-Anesthésiologie-réanimation
COLOMBO Pierre-Emmanuel-Cancérologie ; radiothérapie
COSTALAT Vincent-Radiologie et imagerie médicale
COULET Bertrand-Chirurgie orthopédique et traumatologique
CUVILLON Philippe-Anesthésiologie-réanimation
DAIEN Vincent-Ophtalmologie
DE VOS John-Cytologie et histologie
DORANDEU Anne-Médecine légale -
DUPEYRON Arnaud-Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud -Oto-rhino-laryngologie
GAUJOUX Viala Cécile-Rhumatologie
GENEVIEVE David-Génétique
GODREUIL Sylvain-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GUILLAUME Sébastien-Urgences et Post urgences psychiatriques -
GUILPAIN Philippe-Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
GUIU Boris-Radiologie et imagerie médicale
HAYOT Maurice-Physiologie
HOUEDE Nadine-Cancérologie ; radiothérapie
JACOT William-Cancérologie ; Radiothérapie
JUNG Boris-Réanimation ; médecine d'urgence
KALFA Nicolas-Chirurgie infantile
KOUYOUMDJIAN Pascal-Chirurgie orthopédique et traumatologique
LACHAUD Laurence-Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin-Oto-rhino-laryngologie
LAVIGNE Jean-Philippe-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent-Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LETOUZEY Vincent-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LOPEZ CASTROMAN Jorge-Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric-Rhumatologie
MAURY Philippe-Chirurgie orthopédique et traumatologique
MILLET Ingrid-Radiologie et imagerie médicale
MORANNE Olivier-Néphrologie
MOREL Jacques -Rhumatologie
NAGOT Nicolas-Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NOCCA David-Chirurgie digestive
PANARO Fabrizio-Chirurgie générale
PARIS Françoise-Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PASQUIE Jean-Luc-Cardiologie
PEREZ MARTIN Antonia-Physiologie
POUDEROUX Philippe-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PRUDHOMME Michel-Anatomie
RIGAU Valérie-Anatomie et cytologie pathologiques

RIVIER François-Pédiatrie
ROGER Pascal-Anatomie et cytologie pathologiques
ROSSI Jean François-Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François-Cardiologie
SEBBANE Mustapha-Anesthésiologie-réanimation
SEGNARBIEUX François-Neurochirurgie
SIRVENT Nicolas-Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme-Biologie cellulaire
SULTAN Ariane-Nutrition
THOUVENOT Éric-Neurologie
THURET Rodolphe-Urologie
VENAIL Frédéric-Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max-Ophtalmologie
VINCENT Denis -Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry-Immunologie
WOJTUSCISZYN Anne-Endocrinologie-diabétologie-nutrition

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

1^{re} classe :

COLINGE Jacques - Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes

2^{ème} classe :

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila - Biochimie et biologie moléculaire

VISIER Laurent - Sociologie, démographie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1^{re} classe :

LAMBERT Philippe

2^{ème} classe :

AMOUYAL Michel

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

DAVID Michel
RAMBAUD Jacques

PROFESSEUR ASSOCIE – Médecine

BESSIS Didier - Dermato-vénérologie)
PERRIGAULT Pierre-François - Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence
ROUBERTIE Agathe – Pédiatrie

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH Hors classe

CACHEUX-RATABOUL Valère-Génétique
CARRIERE Christian-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
CHARACHON Sylvie-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
FABBRO-PERAY Pascale-Epidémiologie, économie de la santé et prévention
HILLAIRE-BUYS Dominique-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PELLESTOR Franck-Cytologie et histologie
PUJOL Joseph-Anatomie
RAMOS Jeanne-Anatomie et cytologie pathologiques
RICHARD Bruno-Thérapeutique ; addictologie
RISPAIL Philippe-Parasitologie et mycologie
SEGONDY Michel-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
STOEBNER Pierre -Dermato-vénéréologie

MCU-PH de 1^{re} classe

ALLARDET-SERVENT Annick-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
BADIOU Stéphanie-Biochimie et biologie moléculaire
BOUDOUSQ Vincent-Biophysique et médecine nucléaire
BOULLE Nathalie-Biologie cellulaire
BOURGIER Céline-Cancérologie ; Radiothérapie
BRET Caroline -Hématologie biologique
COSSEE Mireille-Génétique Moléculaire
GABELLE DELOUSTAL Audrey-Neurologie
GIANSILY-BLAIZOT Muriel-Hématologie ; transfusion
GIRARDET-BESSIS Anne-Biochimie et biologie moléculaire
LAVIGNE Géraldine-Hématologie ; transfusion
LE QUINTREC Moglie-Néphrologie
MATHIEU Olivier-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas-Neuroradiologie
MOUZAT Kévin-Biochimie et biologie moléculaire
PANABIERES Catherine-Biologie cellulaire
PHILIBERT Pascal-Biologie et médecine du développement et de la reproduction
RAVEL Christophe - Parasitologie et mycologie
SCHUSTER-BECK Iris-Physiologie
STERKERS Yvon-Parasitologie et mycologie
TUAILLON Edouard-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YACHOUH Jacques-Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

MCU-PH de 2^{ème} classe

BERTRAND Martin-Anatomie
BRUN Michel-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
DU THANH Aurélie-Dermato-vénéréologie
GALANAUD Jean Philippe-Médecine Vasculaire
GOUZI Farès-Physiologie
JEZORSKI Éric-Pédiatrie
KUSTER Nils-Biochimie et biologie moléculaire
LESAGE François-Xavier-Médecine et Santé au Travail
MAKINSON Alain-Maladies infectieuses, Maladies tropicales
MURA Thibault-Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie-Psychiatrie d'adultes ; addictologie
THEVENIN-RENE Céline-Immunologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - Médecine Générale

COSTA David
FOLCO-LOGNOS Béatrice

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard
GARCIA Marc
MILLION Elodie
PAVAGEAU Sylvain
REBOUL Marie-Catherine
SEGURET Pierre

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Maîtres de Conférences hors classe

BADIA Eric - Sciences biologiques fondamentales et cliniques

Maîtres de Conférences de classe normale

BECAMEL Carine - Neurosciences
BERNEX Florence - Physiologie
CHAUMONT-DUBEL Séverine - Sciences du médicament et des autres produits de santé
CHAZAL Nathalie - Biologie cellulaire
DELABY Constance - Biochimie et biologie moléculaire
GUGLIELMI Laurence - Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent - Sciences biologiques fondamentales et cliniques
LADRET Véronique - Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LAINE Sébastien - Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel - Sciences du médicament et autres produits de santé
LOZZA Catherine - Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MAIMOUN Laurent - Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé
MOREAUX Jérôme - Science biologiques, fondamentales et cliniques
MORITZ-GASSER Sylvie - Neurosciences
MOUTOT Gilles - Philosophie
PASSERIEUX Emilie - Physiologie
RAMIREZ Jean-Marie - Histologie
TAULAN Magali - Biologie Cellulaire

PRATICIENS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

CLAIRE DAIEN-Rhumatologie
BASTIDE Sophie-Epidémiologie, économie de la santé et prévention
FAILLIE Jean-Luc-
Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
GATINOIS Vincent-Histologie, embryologie et cytogénétique
HERLIN Christian -Chirurgie plastique ; reconstructrice et esthétique ; brûlologie
HERRERO Astrid-Chirurgie générale
PANTEL Alix-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie-Thérapeutique, médecine d'urgence ; addictologie
PINETON DE CHAMBRUN Guillaume-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
TORRE Antoine-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

« Tu n'es plus là où tu étais, mais tu es partout là où je suis. »

(Victor Hugo)

A mon mari

REMERCIEMENTS

A mon Président de jury,

Monsieur le Professeur Mustapha Sebbane. Vous avez accepté de présider mon jury de thèse et je vous en suis extrêmement reconnaissante. Merci de m'avoir reçue chaque fois que nécessaire et votre compréhension face à ma situation. Je suis ravie de pouvoir travailler, apprendre prochainement parmi vous et l'équipe des urgences de Montpellier.

A mes 1^{er} et 2^{ème} Assesseurs,

Monsieur le Professeur Jean-Emmanuel de La Coussaye. Je vous remercie d'avoir accepté de juger mon travail et d'y consacrer une partie de votre précieux temps.

Monsieur le Professeur Gérald Chanques. Je te remercie d'avoir accepté de juger mon travail. J'ai beaucoup apprécié travailler avec toi et toute l'équipe du DAR-B. Calme et serein malgré les imprévus de la réanimation, en toutes circonstances, même lors des tempêtes de neige. Merci pour ce repas de garde que tu es allé chercher avec tes bottes de fortune, bravant le froid alors que tu étais malade !

A mon directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Olivier Vuillot. Je te remercie d'avoir accepté d'encadrer mon travail. Merci pour ta sérénité dans le travail et devant le timing serré pour livrer ma thèse avant la soutenance ! Je suis ravie de devenir prochainement l'une de tes collègues et apprendre à tes côtés.

Merci à toutes les équipes m'ayant permis de réaliser mon internat dans les meilleures conditions

Monsieur le Pr Alain le Quellec, Sophie, Philippe, Radjiv, Jonathan, Sébastien, Sylvain, Simon, Hélène, Linéa. Vous m'avez accompagnée pendant mes premiers pas en tant qu'interne.

L'équipe des urgences adultes de Montpellier, avec Pr Sebbane, Olivier, mais aussi Dr Dumont, Dr Maillé, Dr Guedj, Riad, Richard, Elodie, Nicole, Alexandre, Estelle, Céline G., Cécile, Margit, Magali C, Juline, Loïc, Jonathan, Barbara, Natacha, Magaly, Bruno L, Damien, Aude, Solène, Thibault... et tous les autres, sans oublier l'incontournable Jean-Paul ! Merci à tous.

Une pensée particulière pour Lola. Sans toi, cette thèse n'aurait pas vu le jour. Merci infiniment de m'avoir fait confiance.

Merci à mes co-internes pour leur flexibilité ...

L'équipe des urgences pédiatriques de Montpellier. Merci Gaël, Brigitte, Séverine, Armelle, Aurélie, Antoine, Coralie, Marion pour m'avoir permis de mieux comprendre ces petits patients si spéciaux (et leurs parents !). Merci à l'ensemble de l'équipe, ces magiciennes aux piqûres (quasi) indolores et leur répertoire musical !

L'équipe du DAR-B. Merci Pr Jaber pour votre compréhension, votre ouverture et votre bienveillance à mon égard. Merci à toute l'équipe : Gérald, Fouad et tes « potions cachées », Moussa et Julie pour votre sérénité, Matthieu pour tes bons conseils, Marion pour ton franc-parler, Marie pour ta sensibilité, Etienne pour ton dynamisme, Jean-Marc, Bruno, Marina pour ton ouverture d'esprit, Céline, Daniel, Virginie, Mickaëlla...

Merci à mes co-internes, solidaires ! La bienveillante « Maman » Layssa, Chirine toujours zen, Aurélie toujours stressée derrière son joli sourire, la douce Chloé, la petite Claire, le Grand Joris, le respectueux Xavier, Zahir, Yanis, Thomas C, Thomas S.

Merci à toute l'équipe d'IDE, AS pour nos échanges.

Les Drs Marie-Hélène Danquigny, Elodie Million et Béatrice Lognos. Merci de m'avoir encadrée le temps d'un semestre et transmis vos connaissances.

Les Drs Antonio Lopez, Emmanuelle Dupont, Karine Martinez, Philippe Trichard, Maeva Garin. Encadrant, médecins, amis. Merci de m'avoir accueillie parmi vous et soutenue durant ce dernier semestre. Un régal de travailler, apprendre à vos côtés. Vous avez su me pousser vers l'avant, m'avez aidé à gagner un peu en confiance. Je vous suis sincèrement très reconnaissante pour Tout.

Les sapeurs pompiers de l'Hérault, professionnels et volontaires, haut gradés et moins gradés. Merci pour votre accueil, votre professionnalisme et votre dévouement.

Mme Bernard de l'ARS. Pour votre compréhension et votre soutien durant mes 3 années d'internat.

Merci également à tous les patients, compréhensifs, touchants, parfois râleurs, pour ces belles rencontres, ces histoires de vie insoupçonnées. Sans vous, nous ne pourrions apprendre à devenir médecin.

A ma famille

Patrick, mon cher mari. Tu as fait preuve de tant de courage, de ténacité, pendant toutes ces années. Chaque jour, je puise la force nécessaire en toi, pour franchir les obstacles et me surpasser. Toute cette aventure, c'est toi qui m'as donné la confiance nécessaire pour que je la réalise ; alors c'est aussi ta « victoire ». J'imagine ton grand sourire, ton regard pétillant et la fierté éprouvée. Tu aurais lancé avec enthousiasme : « Maintenant, on va arroser ça !! ». Je sais que tu es, seras toujours présent pour nous insuffler cette force, cette volonté d'aller toujours plus loin. Je t'aime.

Mes fils, Matthew et Nathan. Que le temps passe ! C'est à peine si je vous ai vu grandir. Ce n'est pas facile d'avoir une maman aux multiples casquettes, toujours très occupée, souvent fatiguée... et d'être confrontés si jeunes aux imprévus de la vie. Mais, comme votre papa, vous êtes courageux, vous avez surmonté ces années comme de vrais petits chefs ! Je suis extrêmement fière de vous. Et à votre manière, vous m'avez aussi donnée beaucoup de force pour avancer.

Mes parents, Claude et Colette. Je n'ai pas souvent eu l'occasion de vous dire combien je vous aime. Vous qui vous avez fait tant de sacrifices pour nous offrir le meilleur, qui nous avez transmis ces nobles valeurs de famille, qui faites toujours preuve d'un soutien indéfectible. Soyez fiers des parents que vous êtes, car je n'aurais pu en imaginer de meilleurs.

Mes sœurs, Catherine et Véro et leurs petites tribus. Les chamailleries d'enfance, les tirages de cheveux sont tellement loin. Aujourd'hui, je me sens tellement proche de vous et suis fière de cette solidarité sororal (7 points au scrabble ! :) qui nous unit et ce malgré la distance.

Mes grands-mères. Mamie Madeleine et Yvette. Le temps file et je regrette de ne pas pouvoir vous rendre visite...

Mes beaux-parents, Bri et Mimi. Merci pour vos messages et simleys, envoyés quelque soit l'heure du jour ou de la nuit ☺, pour me soutenir, m'encourager. Je repense à ces diners improvisés à 4 autour de la cheminée de Sainte-Croix, cette longue balade sur le chemin des douaniers...

Dan et Sophie et leurs princesses. Je vous suis reconnaissante de m'avoir soutenue pendant ces années difficiles. Daniel, toujours bienveillant et protecteur avec moi, comme tu l'étais avec ton frère. Tu es un peu le grand frère que je n'ai pas eu.

Pierrot et Mela. Merci votre soutien. Pierrot, dispo pour prendre un train et venir s'occuper de ses neveux (et les taquiner !). Ça y est, cette fois ma vie d'étudiante est derrière moi (enfin presque ! :).

Valentin, le super baby-sitter. D'une grande flexibilité et d'une écoute attentive. Grâce à toi, je peux travailler sereinement, car je sais que tu prends bien soins de mes 2 loulous.

A mes amis de toutes facs ...

Mile et Oliv, Mamat et Ebeline, Sam et Séverine. Pour votre intarissable amitié et soutien. Il est loin le temps des « années labo » et ses soirées improvisées, les pots du dimanche soir (les années et les enfants ont eu raison de nous !). Notre fine équipe n'est plus au complet, mais j'ai hâte de vous retrouver dans de meilleures circonstances, pour lever nos verres à notre belle amitié. Merci pour réactivité, pour une relecture de dernière minute !

Nadège. Fidèle amie malgré le temps qui passe et la distance. Il me tarde de te revoir et faire la connaissance de ton petit Sacha.

Laurie et Marion. Après tous ces moments de doute, les événements de vie, mais aussi de bons moments, ces heures de colle entrecoupées de multiples pauses café..... voilà enfin le bout du tunnel ! « Girl power !!! »

Maeva, la « super-coach » aux ECN. Tu pourrais écrire un petit recueil de tes (més)aventures lozériennes :)

...et de maternelle et primaire !

Mag et Jérémy, Isa et Mika, Val et Dom, Béa et Gilbert. De belles amitiés sont nées grâce à nos merveilleux enfants. Les gouters d'anniversaire, les sorties au parc, à la plage, le temps d'un café (et parfois d'une bière !), autant de moments pour me changer les idées, pour me soutenir pendant ces années. Merci pour tous les bons moments partagés, les fous rires, nos discussions aux sujets inavouables (et parfois au vocabulaire qui ferait bondir les maitresses !). Merci d'avoir pris soin de mes loulous quand cela était nécessaire, même au pied levé.

Marie, Sandrine. Merci pour amitié et votre soutien.

Estelle, Patricia, Elisabeth, Laure, Emilien. Merci d'avoir été si bienveillants avec mes enfants.

SOMMAIRE

1. Introduction	- 4 -
1.1. Contexte	- 4 -
1.2. La préoxygénation : recommandations et principes physiologiques.....	- 4 -
1.3. La préoxygénation : lutte contre l'hypoxémie	- 5 -
1.4. Les facteurs influençant l'efficacité de la préoxygénation.....	- 5 -
1.5. La préoxygénation dans les conditions de l'urgence	- 6 -
1.6. Objectif de l'étude.....	- 7 -
2. Matériels et méthodes	- 9 -
2.1. Aspects éthiques	- 9 -
2.2. Population étudiée	- 9 -
2.3. Protocole de l'étude	- 9 -
2.4. Analyses statistiques	- 11 -
3. Résultats	- 13 -
3.1. Population étudiée	- 13 -
3.2. Efficacité de la préoxygénation	- 13 -
3.3. Etude des facteurs pouvant influencer l'efficacité de la préoxygénation.....	- 16 -
3.3.1. Critères de ventilation au masque difficile.....	- 16 -
3.3.2. Influence de l'âge sur l'efficacité de la préoxygénation.....	- 18 -
3.3.3. Influence de l'indice de masse corporelle sur l'efficacité de la préoxygénation	- 19 -
3.3.4. Influence de la présence de ronflements sur l'efficacité de la préoxygénation	- 20 -
3.3.5. Influence de l'état dentaire sur l'efficacité de la préoxygénation	- 21 -
3.4. Impact sur les complications pendant et après l'intubation.....	- 22 -
4. Discussion	- 25 -
5. Bibliographie	- 30 -
Annexe: Article en préparation	- 35-
Serment	Erreur ! Signet non défini.
Permis d'imprimer	- 53 -

LISTE DES ABREVIATIONS

BAVU : ballon autoremplisseur à valve unidirectionnelle

CHU : centre hospitalier universitaire

CO₂ : dioxyde de carbone

CRF : capacité résiduelle fonctionnelle

FEN₂ : fraction expirée en azote

FE_{O₂} : fraction expirée en oxygène

Fi_{O₂} : fraction inspirée en oxygène

IC : indice de confiance

ID : intubation difficile

IMC : indice de masse corporelle

IOT : intubation oro-trachéale

LNHD : lunettes nasales à haut débit

MHC : masque à haute concentration

OR : odds ratio

Pa_{O₂} : pression artérielle en oxygène

PAS : pression artérielle systolique

PEP : pression expiratoire positive

Sa_{O₂} : saturation artérielle en oxygène

Sp_{O₂} : saturation pulsée en oxygène

VMD : ventilation au masque difficile

VNI : ventilation non invasive

VPN : valeur prédictive négative

VS : ventilation spontanée

Introduction

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte

L'intubation oro-trachéale (IOT) est la méthode de choix pour l'isolement et la protection des voies aériennes supérieures. Dans les services de réanimation ou d'urgences vitales, cette procédure délicate, le plus souvent réalisée chez des patients précaires, est associée à une incidence élevée de complications (20 à 50 %) pouvant engager le pronostic vital [1]. Les principales complications générales immédiates sont : le décès, l'arrêt cardiaque, le collapsus sévère et l'hypoxémie sévère [2, 3, 4, 5].

1.2. La préoxygénation : recommandations et principes physiologiques

La préoxygénation est une étape primordiale avant l'IOT. Elle est recommandée dans la conférence de consensus de 2002 sur « La prise en charge des voies aériennes de l'adulte » et la conférence d'experts de 2006 sur « l'Intubation difficile ». La technique de préoxygénation proposée par Hamilton en 1955 reste la méthode de référence. Elle consiste en l'administration d'oxygène pur en ventilation spontanée (soit une ventilation minute suffisante) pendant trois minutes à une fraction inspirée (FiO_2) de 100% à l'aide d'un masque facial étanche [6].

L'augmentation des réserves en oxygène est obtenue par dénitrogénéation au niveau pulmonaire : l'azote issu de l'air ambiant est remplacé par l'oxygène issu de la respiration en oxygène pur. En 1955, Hamilton et Eastwood ont montré chez des volontaires sains que la durée d'administration d'oxygène 100 % permettant d'atteindre une dénitrogénéation à 95%, correspondant à une fraction expirée en azote (FeN_2) inférieure à 5%, était au maximum de 168,8 secondes (soit 2,8 minutes) selon le système de ventilation utilisé [6]. Ces résultats concordent avec d'autres études réalisées chez des volontaires sains, qui montrent que la fraction expirée en oxygène (FeO_2) atteint les 90% après 3 min de ventilation avec de l'oxygène 100% [7, 8].

Au sein de l'organisme, la préoxygénation augmente les réserves en oxygène au niveau pulmonaire. Cette concentration alvéolaire en oxygène est dépendante de la capacité

résiduelle fonctionnelle (CRF). Chez un patient sain, les réserves en oxygène au niveau pulmonaire représentent environ un volume de 450 ml en air ambiant (soit une FiO_2 à 21%). Elles sont multipliées par 6 (soit 3000 mL) lorsque le sujet est ventilé avec de l'oxygène à une FiO_2 à 100%. [9, 10]. Les autres compartiments tels que le sang, les tissus ne sont que très peu impactés par la préoxygénation [5, 10].

1.3. La préoxygénation : lutte contre l'hypoxémie

L'objectif principal de la préoxygénation est de retarder la survenue d'une hypoxémie sévère, définie par une $PaO_2 < 60$ mmHg, pendant la phase d'apnée et des manœuvres d'intubation. Selon la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine, encore appelée courbe de Barcroft, le seuil de l'hypoxémie, correspondant à une pression artérielle en oxygène (PaO_2) à 60 mmHg, est atteint lorsque la saturation pulsée de l'hémoglobine en oxygène (SpO_2) chute à 90%. En moyenne, chez un adulte sain, la SpO_2 chute à 90% en 1 minute en l'absence de préoxygénation [11], contre 8 minutes après pré-oxygénation [12]. Chez les patients obèses, la SpO_2 atteint 90% en seulement 30 secondes environ en absence de préoxygénation [11], et environ 2,5 minutes si le patient est préoxygéné [12].

Afin que la préoxygénation soit efficace, la fraction inspirée en oxygène doit être de 100%. L'administration de concentration moindre en oxygène résulte en la réduction de la phase d'apnée [13].

1.4. Les facteurs influençant l'efficacité de la préoxygénation

Plusieurs situations physiologiques ou pathologiques peuvent altérer la qualité des réserves en oxygène obtenues par la pré-oxygénation. Par exemple, certains critères physiques rendent la ventilation au masque difficile et l'efficacité de la préoxygénation s'en trouve impactée. De plus, certains patients sont particulièrement à risque de désaturation malgré une préoxygénation respectant les recommandations : les patients obèses, les femmes enceintes, les insuffisants respiratoires chez qui la diminution de la CRF ou l'existence d'une diminution du rapport ventilation/perfusion (effet shunt) amputent les réserves pulmonaires en oxygène. Ces facteurs contribuent à une réduction de la durée de

l'apnée comme le suggère le modèle de Hardman [14]. Dans ce modèle, les auteurs montrent que la PaO₂ augmente rapidement pendant la préoxygénation chez les patients présentant une CRF réduite, mais elle diminue plus rapidement lors de la phase d'apnée comparée aux patients avec une CRF supérieure.

Par ailleurs, dans certains états pathologiques, comme les états de choc, la consommation en oxygène est augmentée, participant alors à l'accélération de la désaturation durant la phase d'apnée.

En médecine d'urgence, le protocole d'intubation en séquence rapide (ISR) a fait la preuve de sa supériorité, avec, comme curare de première intention la succinylcholine, du fait de sa courte durée d'action [15, 16, 17, 18]. Cependant, des études montrent que la succinylcholine utilisée lors de l'intubation, précédée d'une préoxygénation adéquate, induit une chute de la SpO₂, que ce soit chez des volontaires sains [19], au bloc opératoire [20, 21] ou en médecine d'urgence [22, 23]. Cette chute de la désaturation, probablement majeure dans les conditions de l'urgence pendant et après une induction en séquence rapide pourrait avoir un impact négatif sur la morbi-mortalité à distance de l'intubation [24, 25, 26, 27].

1.5. La préoxygénation dans les conditions de l'urgence

Les patients admis dans les services d'urgences présentent souvent une hémodynamique et un état respiratoire précaires. L'IOT chez ces patients représente alors un geste à haut risque. Des études montrent que la préoxygénation chez tous les patients nécessitant une intubation en urgence a une efficacité limitée. En 2009, Mort et collaborateurs ont montré que la pré-oxygénation chez des patients « critiques », admis dans des services de soins intensifs et nécessitant une IOT, avait une efficacité modeste sur la pression artérielle en oxygène (PaO₂). En effet, chez les 34 patients inclus, la PaO₂ moyenne n'était que de 83,8mmHg à 4 minutes de préoxygénation à un débit de 15L O₂/min en ventilation spontanée, et 88,2mmHg à 6 minutes (contre 61,9mmHg avant préoxygénation) [28]. Cependant, ces études jugent de l'efficacité de la préoxygénation en mesurant la SpO₂ ou en étudiant les complications durant la phase de préoxygénation et post-intubation immédiate.

1.6. Objectif de l'étude

Comparativement aux patients admis au bloc opératoire ou en réanimation, les données de la littérature suggèrent que l'efficacité de la préoxygénation chez des patients admis dans un service d'urgence pourrait être compromise, du fait de leur état clinique instable. L'objectif de notre étude était d'évaluer si les recommandations actuelles de préoxygénation, c'est-à-dire en ventilation spontanée, avec une FiO_2 de 100% et d'une durée de 3 minutes, permettent d'obtenir une oxygénation pulmonaire optimale chez les patients intubés dans une salle d'accueil d'urgences vitales, et ce en mesurant la FeO_2 (avec pour FeO_2 cible >90%).

Matériels et Méthodes

2. MATERIELS ET METHODES

Cette étude prospective, monocentrique a été menée du 1er mars 2016 au 31 juillet 2018 dans le département des urgences adultes de l'hôpital de Montpellier.

2.1. Aspects éthiques

Cette étude a été approuvée par le Comité de Protection des Personnes de Montpellier/ Hérault et conduite en conformité avec la déclaration d'Helsinki. Le protocole a également fait l'objet d'une déclaration auprès de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL).

2.2. Population étudiée

Tous les patients nécessitant une intubation en urgence ont été inclus à l'exception de ceux présentant un arrêt cardiaque, ainsi que ceux ayant bénéficié d'une pré-oxygénation sous ventilation non invasive. Les patients pour lesquels des données étaient manquantes ont également été exclus.

Les données suivantes ont été collectées : âge, sexe, indice de masse corporelle (IMC), l'indication d'intubation, le mode de ventilation avant préoxygénation, les paramètres vitaux avant préoxygénation (fréquence cardiaque, pression artérielle, saturation artérielle en oxygène SpO₂, score de Glasgow), ainsi que les critères prédictifs de ventilation au masque difficile et d'intubation difficile.

2.3. Protocole de l'étude

La technique de pré-oxygénation avait été définie préalablement et rappelée aux médecins du service. Elle consistait en l'administration d'oxygène pur à l'aide d'un masque facial parfaitement appliqué sur le visage et relié à un ballon souple type «va-et-vient» raccordé à l'oxygène mural à un débit de 15L/min avec une durée recommandée d'au moins 3 minutes. La fraction expirée d'oxygène (FeO₂), la saturation pulsée en oxygène (SpO₂), la

fréquence cardiaque, la pression artérielle et le dioxyde de carbone (CO₂) expiré étaient enregistrés toutes les minutes à partir du début de la pré-oxygénation et jusqu'à 30 minutes. La FeO₂ était mesurée à l'aide d'un moniteur *General Electrics Carescape Monitor B450* via une tuyau d'échantillonnage de gaz type *General Electrics 73319-HEL* relié à un filtre *Gibeck iso-gard HEPA-SMALL* présent entre le masque et le ballon va-et-vient. La FeO₂, ainsi que les autres paramètres, étaient lisibles sur le moniteur du patient et les médecins y avaient accès pendant toute la durée de la procédure. Les médecins n'ont reçu aucune directive concernant l'interprétation et l'utilisation de la FeO₂.

Afin de repérer les facteurs affectant l'efficacité de la préoxygénation et de déterminer si l'efficacité de la préoxygénation permet de limiter les complications post-intubation, plusieurs données ont été recueillies pour chaque patient :

- les critères prédictifs d'une ventilation au masque difficile (VMD), semblant les plus pertinents selon la littérature [29]: âge >55 ans, IMC >26 kg/m², édentation, ronflements, barbe, et protrusion mandibulaire limitée.

- les critères d'intubation difficile : antécédent d'intubation difficile, Mallampati > 2, distance thyro-mentonnaire <60mm, ouverture de bouche <35mm, subluxation mandibulaire impossible, flexion/ extension du cou <90°, proéminence des incisives supérieures

- les complications de l'intubation : « vitales immédiates » menaçant immédiatement le pronostic vital (décès, arrêt cardiaque, collapsus sévère PAS <65 mmHg, hypoxémie sévère SpO₂<80%) et « sévères » (arythmie cardiaque, intubation difficile, intubation œsophagienne, intubation sélective, inhalation, traumatisme dentaire ou laryngé, agitation) pouvant devenir vitales en l'absence de mesures appropriées.

Les intubations étaient réalisées par les médecins seniors du service dans la salle d'accueil des urgences vitales selon la méthode d'intubation en séquence rapide ayant fait la preuve de sa supériorité et de son efficacité en médecine d'urgence comprenant une préoxygénation, l'injection d'un hypnotique d'action rapide avec un curare d'action ultracourte. Les hypnotiques utilisés étaient soit l'étomidate soit la ketamine, et le curare, la célocurine.

Le critère de jugement principal était le pourcentage de patients ayant atteint FeO₂ supérieure ou égale à 90% à 3 minutes. Les critères de jugement secondaires étaient le taux

moyen de FeO_2 à 3 minutes, la SpO_2 la plus basse avant et dans les 10 minutes suivant l'IOT, ainsi que les complications immédiates survenant après intubation.

2.4. Analyses statistiques

Une description globale de l'ensemble de l'échantillon a été réalisée en donnant les fréquences des différentes catégories pour les variables qualitatives. La description des variables quantitatives a été faite à l'aide de la moyenne mais aussi de la médiane et des valeurs minimales et maximales. Le seuil de significativité a été fixé à 5% bilatéral pour les tests utilisés. La comparaison de variables qualitatives a été faite par le test exact de Fisher. La comparaison de deux variables quantitatives a été faite par le test de Mann-Whitney pour les groupes non appariés et le test de Wilcoxon pour les groupes appariés.

L'analyse de corrélation entre la durée de préoxygénation et les différents facteurs pouvant l'influencer a été réalisée par régression linéaire.

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel BiostaTGV (Institut Pierre Louis d'Epidémiologie et de Santé Publique UMR S 1136).

Résultats

3. RESULTATS

3.1. Population étudiée

Cinquante-six patients ont été inclus. Pour 25 patients, les données n'ont pu être enregistrées ou étaient ininterprétables et 5 patients ont été pré-oxygénés par ventilation non invasive (VNI). Au total, les données de 26 patients ont pu être analysées (Figure 1).

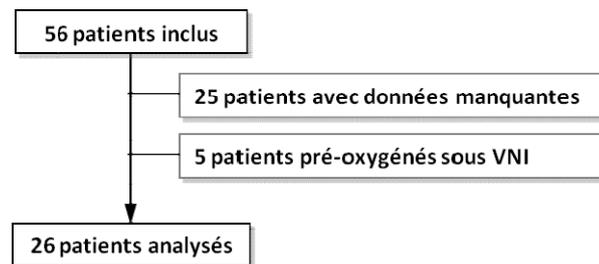


Figure 1: Diagramme de flux

Parmi les 26 patients pré-oxygénés en ventilation avec une FiO_2 à 100%, il y avait 15 femmes (57,9%) et 11 hommes (42,31%). L'âge moyen était de 53,2 ans [20-85 ans]. L'indication d'intubation orotrachéale était neurologique pour 17 patients, respiratoire pour 7 patients et hémodynamique pour 2 patients.

3.2. Efficacité de la préoxygénation

Comme le montre la figure 2, seulement 46,15% des patients, soit 12 patients sur 26, ont atteint la FeO_2 cible >90% trois minutes après le début de la préoxygénation. Pour ces 12 patients, le temps moyen de préoxygénation pour atteindre la FeO_2 cible (>90%) était de 1,5 minutes ; et 3 minutes après le début de la préoxygénation, la FeO_2 moyenne était de $92,50 \pm 1,68\%$. Pour les 14 patients nécessitant une durée de préoxygénation plus longue, la FeO_2 cible (>90%) était en moyenne obtenue en 5,57 minutes et la FeO_2 moyenne 3 minutes après le début de la préoxygénation était de $83,29 \pm 8,80\%$ (Figure 3a). A 3 minutes de préoxygénation, on observe une différence significative de la FeO_2 entre ces 2 groupes (groupe $FeO_2 > 90\%$ à 3min : 92,5% [90-96] versus groupe $FeO_2 \leq 90\%$ à 3min : 87% [56-90],

$p < 0,001$) (Figure 3b). Cependant, la valeur moyenne de SpO_2 à 3 minutes de préoxygénation n'était pas statistiquement différente entre les 2 groupes (groupe $FeO_2 > 90\%$ à 3min : SpO_2 moyenne = $98,92 \pm 1,83\%$ versus groupe $FeO_2 \leq 90\%$ à 3min : SpO_2 moyenne = $93,93 \pm 8,94\%$; $p = 0,055$).

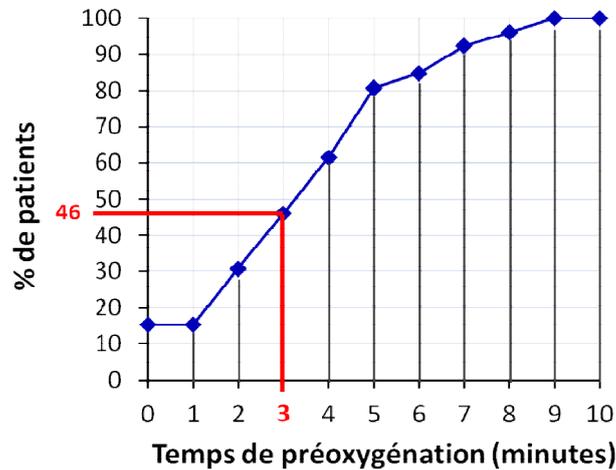


Figure 2: Pourcentage de patients atteignant la FeO_2 cible (>90%) en fonction du temps de préoxygénation.

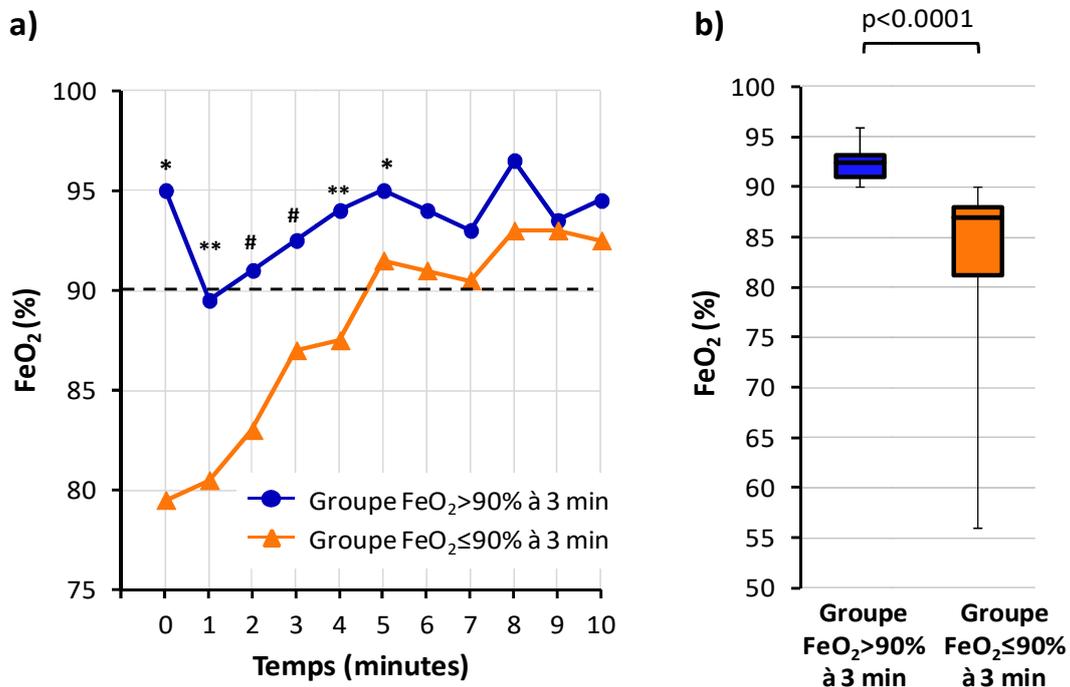


Figure 3: FeO_2 en fonction du temps de préoxygénation. a) Chaque point représente la médiane de la FeO_2 en fonction du temps. *En bleu*: patients ayant atteint la FeO_2 cible dans les 3 min de préoxygénation (n=12) ; *en orange*: patients ayant nécessité une préoxygénation >3min pour une FeO_2 cible >90 % (n=14). b) FeO_2 à 3 minutes de préoxygénation. FeO_2 : fraction expirée en oxygène. *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; #: $p < 0,001$; test de Mann-Whitney et de Wilcoxon.

Nous avons également comparé les valeurs de SpO₂ les plus basses pendant la préoxygénation et dans les 10 minutes suivant l'IOT. Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les différents groupes (Figure 4a). Nous n'avons pas non plus observé de différence significative entre les 2 groupes concernant la SpO₂ à 3 minutes de préoxygénation (Figure 4b).

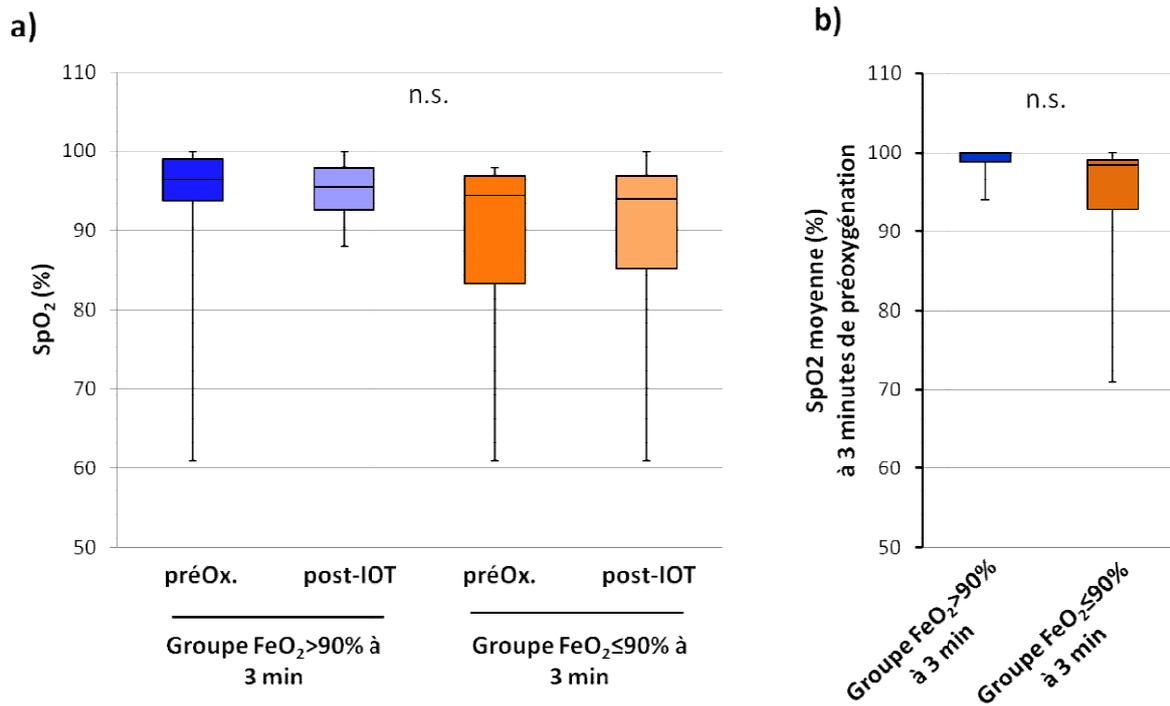


Figure 4: Etude de la saturation pulsée en oxygène (SpO₂). a) SpO₂ la plus basse observée pendant la préoxygénation (préOx.) et dans les 10 minutes suivant l'IOT (post-IOT). *En bleu*: patients ayant atteint la FeO₂ cible dans les 3 minutes de préoxygénation (n=12) ; *en orange*: patients ayant nécessité une préoxygénation >3min pour une FeO₂ cible >90 % (n=14). b) Box plots représentant la SpO₂ à 3 minutes de préoxygénation dans le groupe de patients ayant atteint la FeO₂ cible à 3 minutes de préoxygénation (*bleu*) et pour ceux nécessitant plus de 3 minutes de préoxygénation pour atteindre la FeO₂ cible (*orange*). FeO₂: fraction expirée en oxygène ; n.s. : non significatif ; test de Mann-Whitney et de Wilcoxon.

3.3. Etude des facteurs pouvant influencer l'efficacité de la préoxygénation

3.3.1. Critères de ventilation au masque difficile

Afin d'étudier les facteurs pouvant influencer la durée de préoxygénation pour atteindre la FeO₂ cible, nous avons comparé les caractéristiques des patients (Tableau 1) : le premier groupe correspondait aux patients ayant atteint la FeO₂ cible en moins de 3 minutes, et le second, les patients nécessitant plus de 3 minutes de préoxygénation. Il n'y avait pas de différence entre les 2 groupes concernant la SpO₂ avant préoxygénation (FeO₂ cible ≤3min : SpO₂=90,92±9,50 % versus FeO₂ cible >3min : SpO₂=91,07±9,32 % ; *p*=0,897), ni par rapport à l'indication de l'intubation (*p*=0,577).

	Total	Groupe1 ≤ 3 min	Groupe2 > 3 min	<i>p-value</i>
Durée de préoxygénation pour FeO₂ > 90%				
Nombre	26	12	14	
Sexe				1
Femmes	15	7	8	
Hommes	11	5	6	
Moyenne d'âge (années)	53,2	48,0	57,6	0.236
Indice de masse corporelle moyen (kg/m²)	25,2	24,8	25,6	0.877
Indication de l'intubation				0.577
Neurologique	17	9	8	
Respiratoire	7	3	4	
Hémodynamique	2	0	2	
SpO₂ moyenne avant préoxygénation	91	90,92	91,07	0.897
Nombre moyen de signes prédictifs de VMD	1,31	1,08	1,50	0.440
Patients présentant les signes prédictifs de VMD:				
age>55ans	12	5	7	0.713
IMC>26kg/m ²	12	6	6	0.713
Edentation	7	0	7	0.036
Notion de ronflements	3	2	3	0.580
Barbe	0	0	0	
Nombre moyen de signes prédictifs d'ID	0,42	0,58	0,29	0.676
Mode de ventilation avant préoxygénation				0.495
Ventilation spontanée hors O ₂	6	3	3	
O ₂ lunettes nasales	4	2	2	
O ₂ MHC	14	5	9	
Ventilation non invasive	2	2	0	
Durée de préoxygénation avant intubation	8,58	6,58	10,29	0.204
Nombre moyen de complications après intubation	0,538	0,333	0,714	0.218

Tableau 1: Caractéristiques de la population. Les valeurs numériques correspondent aux moyennes. Test de Fisher.

Le nombre moyen de signes prédictifs de VMD n'était pas statistiquement significatif entre les 2 groupes (FeO_2 cible ≤ 3 min : $n_{\text{VMD}}=1,08$; FeO_2 cible > 3 min : $n_{\text{VMD}}=1,50$; $p=0,440$) (Tableau 1). Selon la conférence de consensus de 2003 [29, 30, 31], une VMD est définie par la présence de 2 critères parmi les 5 suivants : âge > 55 ans, $\text{IMC} > 26 \text{kg/m}^2$, barbe, édentation, ronflements (sensibilité=72%, spécificité=73%, valeur prédictive négative=98%). Le pourcentage de patients présentant 2 ou plus de 2 critères de VMD n'était statistiquement pas différent entre le groupe nécessitant moins de 3 minutes pour atteindre la FeO_2 cible (33,3%) et le groupe nécessitant plus de 3 minutes (50%) ($p= 0,4527$; Odds Ratio=1,9467, IC 95% [0,3182-13,4256]) (Figure 5).

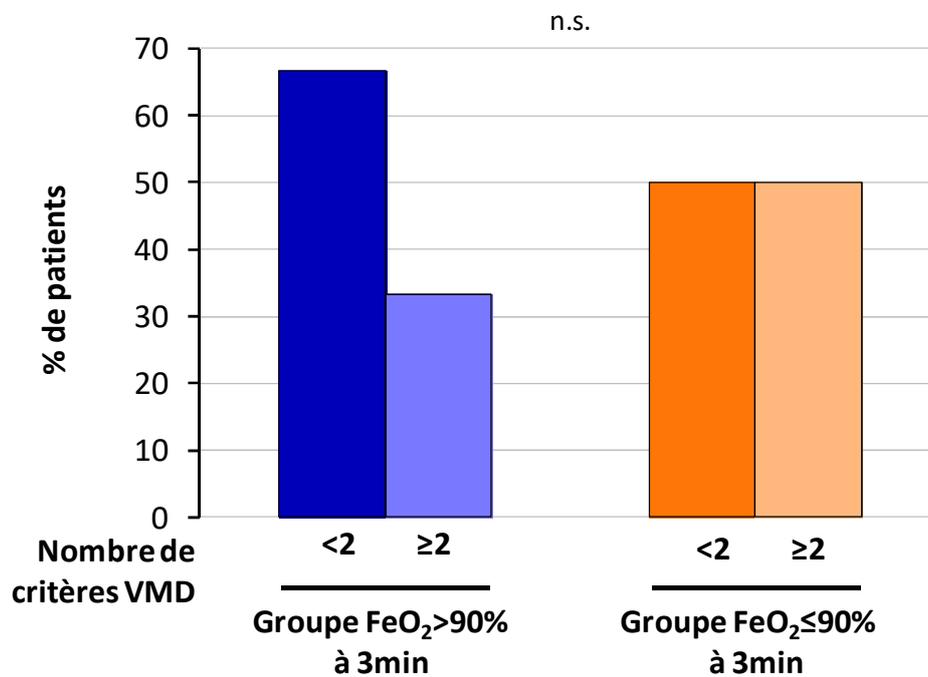


Figure 5: Pourcentage de patients dans les 2 groupes ($\text{FeO}_2 > 90\%$ et $\text{FeO}_2 \leq 90\%$ à minutes) présentant un nombre de critères de ventilation au masque difficile (VMD) < 2 ou ≥ 2 . *En bleu foncé:* pourcentage de patients du groupe $\text{FeO}_2 > 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation présentant moins de 2 critères de VMD; *en bleu clair:* pourcentage de patients du groupe $\text{FeO}_2 > 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation présentant 2 ou plus de 2 critères de VMD; *en orange foncé:* pourcentage de patients du groupe $\text{FeO}_2 \leq 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation présentant moins de 2 critères de VMD; *en orange clair:* pourcentage de patients du groupe $\text{FeO}_2 \leq 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation présentant 2 ou plus de 2 critères de VMD. $p=0,4527$; $\text{OR}=1,9467$ $\text{IC}_{95\%}[0,3182-13,4256]$. FeO_2 : fraction expirée en oxygène, min: minutes ; VMD: ventilation au masque difficile ; n.s.: non significatif ; tests de Mann-Whitney et de Wilcoxon.

3.3.2. Influence de l'âge sur l'efficacité de la préoxygénation

L'âge des patients pour lesquels une durée de 3 minutes de préoxygénation était insuffisante ($57,6 \pm 14,38$ ans) semblait plus élevé que celui des patients ayant atteint une FeO_2 de 90% à 3 minutes ($48,0 \pm 19,82$ ans) mais cette différence n'était pas statistiquement significative ($p=0,236$) (Tableau 1). Dans le groupe FeO_2 cible ≤ 3 min, 41,67% des patients étaient âgés de plus de 55 ans, contre 50% dans le groupe FeO_2 cible > 3 min ($p=0,7126$; Odds Ratio= 1,3819, IC95% [0,231 ; 8,7002]). L'absence de différence significative concernant ce critère est confirmée par l'absence de corrélation entre l'âge des patients et le temps nécessaire de préoxygénation pour atteindre une $FeO_2 > 90\%$ ($r^2=0,0259$) (Figure 6).

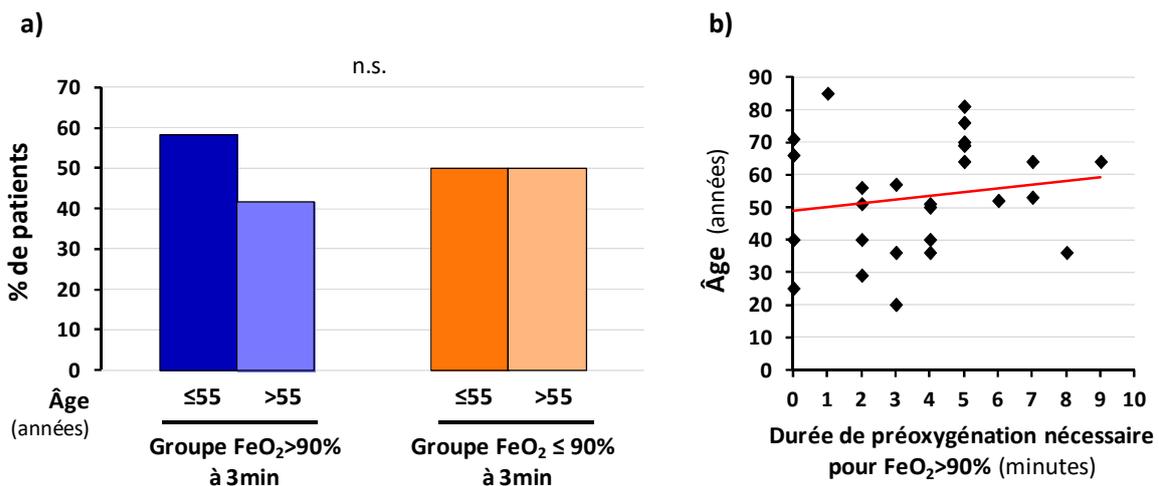


Figure 6: Influence de l'âge (>55ans) sur l'efficacité de la préoxygénation. **a)** Pourcentage de patients dans les 2 groupes ($FeO_2 > 90\%$ et $FeO_2 \leq 90\%$ à 3 minutes) âgés de 55 ans ou moins et ceux âgés de plus de 55 ans. *En bleu foncé*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 > 90\%$ à 3 minutes âgés de 55ans ou moins; *en bleu clair*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 > 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation âgés de plus de 55 ans; *en orange foncé*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 \leq 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation âgés de 55 ans ou moins; *en orange clair*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 \leq 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation âgés de plus de 55 ans. $p=0,71268$; $OR=1.3819$ IC95% [0.231-8.7002]. **b)** Droite de corrélation entre l'âge et la durée nécessaire de préoxygénation pour atteindre une $FeO_2 > 90\%$. ($r^2=0,0259$). FeO_2 : fraction expirée en oxygène, min: minutes, n.s.: non significatif; tests de Mann-Whitney et de Wilcoxon.

3.3.3. Influence de l'indice de masse corporelle (IMC) sur l'efficacité de la préoxygénation

Concernant l'indice de masse corporelle, aucune différence significative n'a été observée entre les 2 groupes (FeO₂ cible ≤3min : IMC=24,76±4,67kg/m² versus FeO₂ cible >3min : IMC=25,63±4,87kg/m² ; p=0,877). Dans le groupe FeO₂ cible ≤3min, 50% des patients présentaient un IMC >26kg/m², contre 42,86% dans le groupe FeO₂ cible >3min (p=1; Odds Ratio=0,7584 IC95% [0,1226-4,5561]). Ce résultat est confirmé par l'absence de corrélation entre l'IMC et le temps nécessaire de préoxygénation pour atteindre une FeO₂>90% (r²=0,0658) (Figure7).

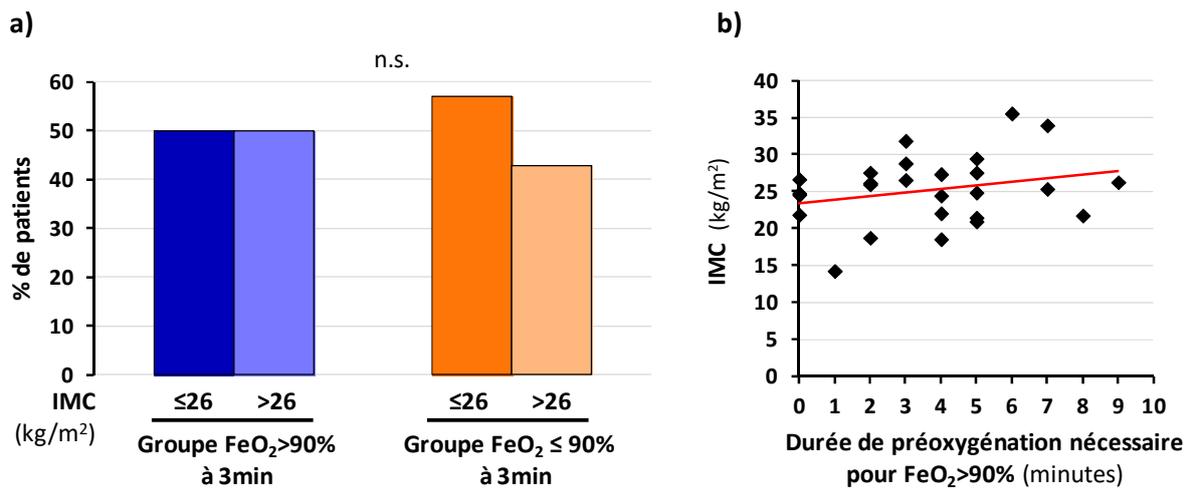


Figure 7: Influence de l'IMC (>26) sur l'efficacité de la préoxygénation. a) Pourcentage de patients dans les 2 groupes (FeO₂> 90% et FeO₂≤90% à 3 minutes) ayant un IMC≤26kg/m² et ceux ayant un IMC>26kg/m². *En bleu foncé*: pourcentage de patients du groupe FeO₂>90% à 3 minutes avec IMC ≤26kg/m²; *en bleu clair*: pourcentage de patients du groupe FeO₂>90% à 3 minutes de préoxygénation avec un IMC>26kg/m²; *en orange foncé*: pourcentage de patients du groupe FeO₂≤90% à 3 minutes de préoxygénation ayant un IMC≤26kg/m²; *en orange clair*: pourcentage de patients du groupe FeO₂≤90% à 3 minutes de préoxygénation ayant un IMC>26kg/m². p=1; OR= 0.7584 IC95% [0,1226 ; 4,5561]. b) Droite de corrélation entre l'IMC et la durée nécessaire de préoxygénation pour atteindre une FeO₂>90%. (r²=0,0658). FeO₂: fraction expirée en oxygène, IMC: indice de masse corporelle, min: minutes, n.s.: non significatif; tests de Mann-Whitney et de Wilcoxon.

3.3.4. Influence de la présence de ronflements sur l'efficacité de la préoxygénation

Le groupe ayant atteint la FeO_2 cible en moins de 3 minutes comprenait 2 patients (16,6%) avec des ronflements, contre 1 patient (7,14%) dans l'autre groupe. Cette différence n'était pas statistiquement significative ($p=0,580$) (Figure 8).

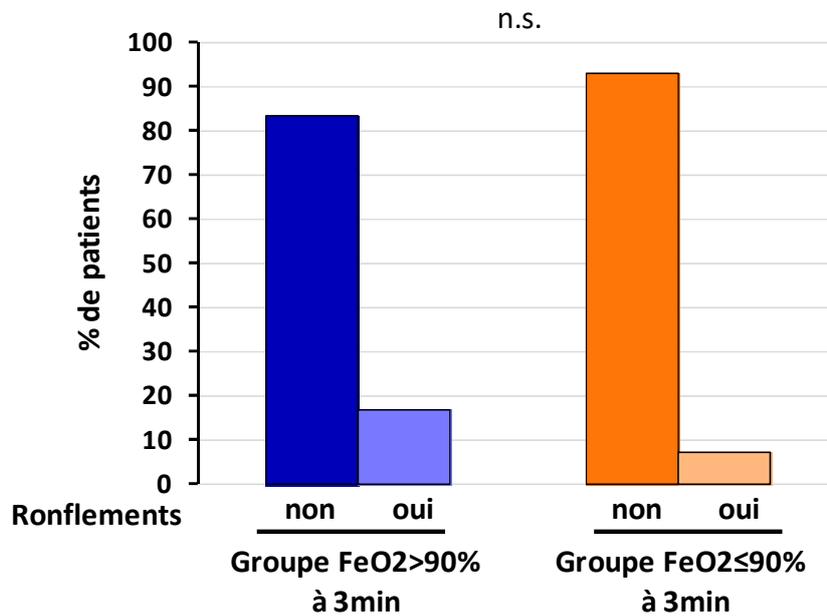


Figure 8: Influence de la présence de ronflements sur l'efficacité de la préoxygénation. Pourcentage de patients dans les 2 groupes ($FeO_2 > 90\%$ et $FeO_2 \leq 90\%$ à 3 minutes) présentant ou non des ronflements. *En bleu foncé*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 > 90\%$ à 3 minutes ne présentant pas de ronflement; *en bleu clair*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 > 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation présentant des ronflements; *en orange foncé*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 \leq 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation ne présentant pas de ronflement; *en orange clair*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 \leq 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation présentant des ronflements. $p=0,580$; $OR=0,3989$ IC95% [0,0061 ; 8,6963]. FeO_2 : fraction expirée en oxygène, min: minutes, n.s.: non significatif; tests de Mann-Whitney et de Wilcoxon.

3.3.5. Influence de l'état dentaire sur l'efficacité de la préoxygénation

Sept patients (soit 50%) présentaient une édentation dans le groupe nécessitant plus de 3 minutes de préoxygénation, et aucun dans l'autre groupe ($p=0,0064$; Odds Ratio=INF IC95% [1,7246-INF]) (Figure 9).

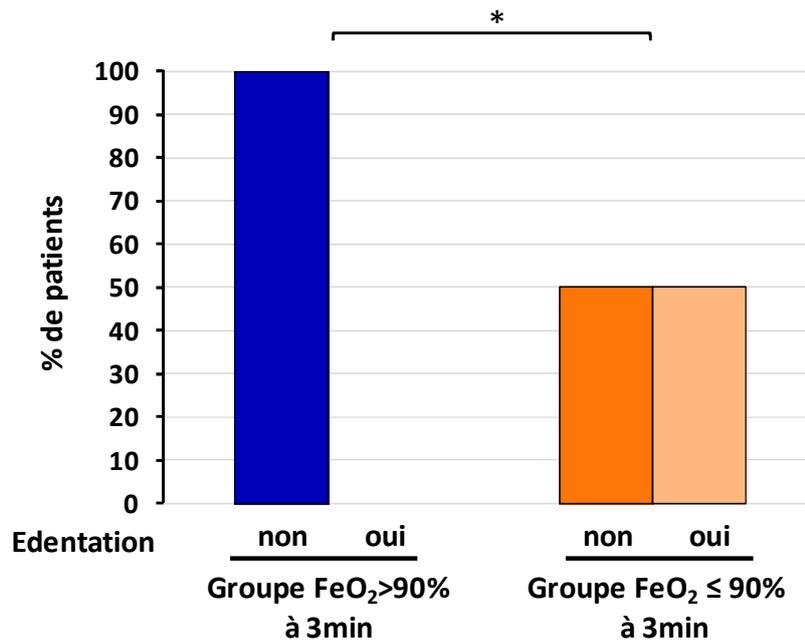


Figure 9: Influence de l'état dentaire sur l'efficacité de la préoxygénation. Pourcentage de patients dans les 2 groupes ($FeO_2 > 90\%$ et $FeO_2 \leq 90\%$ à 3 minutes) présentant ou non une édentation *En bleu foncé*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 > 90\%$ à 3 minutes ne présentant pas d'édentation; *en bleu clair*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 > 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation présentant une édentation; *en orange foncé*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 \leq 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation ne présentant pas d'édentation; *en orange clair*: pourcentage de patients du groupe $FeO_2 \leq 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation présentant une édentation. FeO_2 : fraction expirée en oxygène, min: minutes, *: significatif, $p=0,0064$; tests de Mann-Whitney et de Wilcoxon.

3.4. Impact sur les complications pendant et après l'intubation

Le nombre moyen de signes prédictifs d'intubation difficile pour le groupe FeO_2 cible<3min et le groupe FeO_2 cible>3min n'était pas significativement différent (0,58 et 0,29 respectivement ; $p=0,676$) (Tableau 2).

Signes prédictifs d'intubation difficile	Groupe FeO_2 cible ≤ 3 min (n=12)		Groupe FeO_2 cible > 3 min (n=14)	
	n	%	n	%
Antécédent d'ID	0	0,0	0	0,0
Mallampati >2	2	16,7	0	0,0
Distance thyromentonale < 60mm	2	16,7	0	0,0
Ouverture de bouche < 35 mm	2	16,7	2	14,3
Subluxation mandibulaire impossible	0	0,0	0	0,0
Flexion/Extension cou < 90 °	0	0,0	0	0,0
Proéminence des incisives supérieures	1	8,3	2	14,3

Tableau 2: Proportion de patients présentant des signes prédictifs d'intubation difficile. Comparaison entre le groupe de patients atteignant la FeO_2 cible pour une préoxygénation ≤ 3 min (n=12) et le groupe nécessitant plus de 3 min (n=14). ID: intubation difficile. FeO_2 : fraction expirée en oxygène, ID: intubation difficile, min: minutes, mm: millimètre.

Des complications ont été enregistrées chez 9 patients sur 26 (soit 34,6%), 3 dans le groupe ayant atteint la FeO_2 cible en 3 minutes et 6 dans le groupe ayant nécessité une durée plus longue de préoxygénation. Dans le 1er groupe, il s'agissait de complications sévères (intubation difficile, dont 1 intubation œsophagienne et 1 saignement laryngé). Dans le deuxième groupe, trois patients ont présenté une complication vitale : un épisode de désaturation dans les 30 minutes suivant l'intubation. Parmi ces trois patients, l'un avait présenté des difficultés de préoxygénation et avait atteint la FeO_2 cible en 6 minutes, il avait présenté une désaturation avec 61% de SpO_2 à 15 minutes sur une intubation sélective. Aucune différence significative concernant le nombre moyen de complications après intubation n'a été observée entre le groupe FeO_2 cible<3min et le groupe FeO_2 cible >3min (0,462 et 0,643 respectivement ; $p=0,338$) (Figure 10 et tableau3).

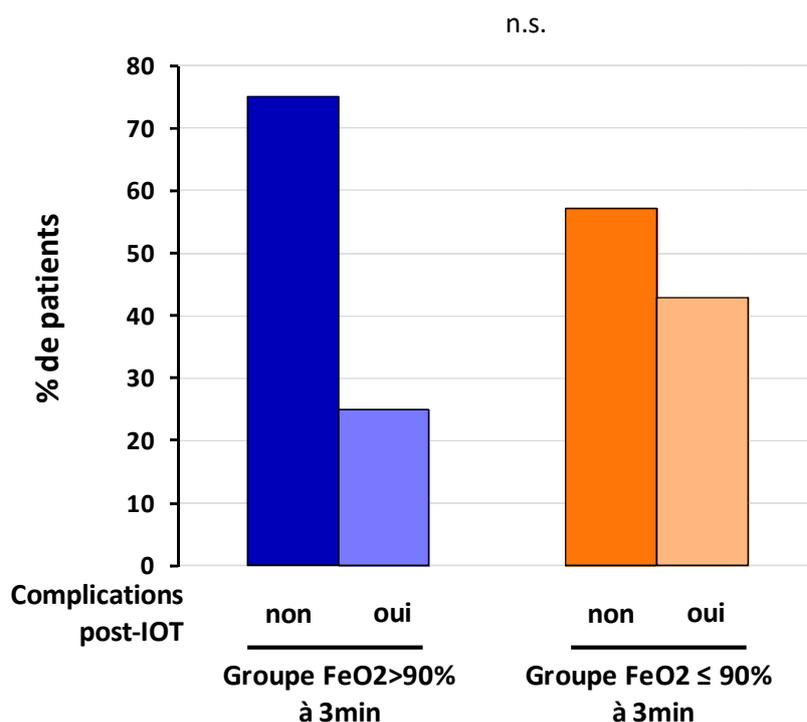


Figure 10: Pourcentage de patients présentant des complications post-IOT. *En bleu foncé:* pourcentage de patients du groupe FeO₂>90% à 3 minutes de préoxygénation ne présentant pas de complications ; *en bleu clair:* pourcentage de patients du groupe FeO₂>90% à 3 minutes de préoxygénation présentant des complications; *en orange foncé:* pourcentage de patients du groupe FeO₂≤90% à 3 minutes de préoxygénation ne présentant pas de complications; *en orange clair:* pourcentage de patients du groupe FeO₂≤90% à 3 minutes de préoxygénation présentant des complications. FeO₂ : fraction expirée en oxygène, IOT: intubation oro-trachéale, min: minutes, p=0.429 ; n.s.: non significatif ; tests de Mann-Whitney et de Wilcoxon.

	Patients avec FeO ₂ >90 % à 3min (n=12)		Patients avec FeO ₂ ≤90% à 3min (n=14)	
	n	%	n	%
Décès	0	0	0	0
ACR	0	0	0	0
Collapsus	0	0	1	12,5
Arythmie	1	16,67	0	0
Hypoxémie	0	0	2	25
IOT difficile	3	50	2	25
IOT sélective	0	0	0	0
Intubation oesophagienne	1	16,67	2	25
Inhalation	0	0	0	0
Traumatisme dentaire	0	0	0	0
Saignement laryngé	1	16,67	0	0
Agitation	0	0	1	12,5

Tableau 3: Complications post-IOT observées dans les 2 groupes. ACR: arrêt cardio-respiratoire, FeO₂: fraction expirée en oxygène, IOT: intubation oro-trachéale, min: minutes, n: nombre de patients.

Discussion

4. DISCUSSION

La préoxygénation est une étape primordiale et recommandée au bloc opératoire pour sécuriser la procédure d'intubation et en limiter les complications [29]. Notre objectif principal était d'évaluer l'efficacité de la préoxygénation chez des patients intubés dans un service d'urgences vitales.

Jusqu'à présent, les études s'intéressant à l'efficacité de la préoxygénation ont été réalisées chez des patients admis au bloc opératoire ou dans un service de soins intensifs. Notre étude prospective est la première qui évalue l'efficacité de la préoxygénation avant IOT chez les patients admis dans un service d'urgences vitales, et ce, en mesurant la fraction expirée en oxygène (FeO_2).

Nos résultats montrent que la durée de préoxygénation de 3 minutes réalisée selon les recommandations, avec de l'oxygène 100% à 15L/min, est insuffisante pour plus de la moitié des patients des urgences pour atteindre une $FeO_2 >90\%$. Pour les 26 patients inclus dans l'étude, le taux moyen de FeO_2 à 3 minutes est de 87,5%. En comparant les 2 groupes de patients, ceux atteignant une $FeO_2 >90\%$ en 3 minutes et ceux nécessitant plus de 3 minutes, il n'existe aucune différence significative concernant la saturation pulsée en oxygène la plus basse observée, que ce soit durant la préoxygénation ou dans les 10 minutes qui suivent l'IOT. Par conséquent, la mesure de la SpO_2 semble insuffisante pour s'assurer de l'efficacité de la préoxygénation.

Parmi les critères de ventilation au masque difficile décrits par la SFAR, seule l'absence de dentition est significativement associée à une préoxygénation insuffisante à 3 minutes. Aussi, pour les patients présentant ce critère, une attention particulière devrait être portée quant à l'efficacité de la préoxygénation.

Malgré la difficulté à atteindre la FeO_2 cible pendant la préoxygénation de certains patients, ceux-ci n'ont pas présenté plus de complications après intubation. L'hypothèse avancée pour expliquer l'absence de différence est que pour ces patients, la préoxygénation a été poursuivie jusqu'à l'obtention d'une $FeO_2 >90\%$, et ce malgré l'absence d'instruction donnée au médecin urgentiste concernant l'interprétation de la FeO_2 .

Notre étude présente des limites. Premièrement, le nombre de sujets inclus ne nous permet pas d'identifier, de manière significative, les facteurs pertinents pouvant altérer l'efficacité de la préoxygénation. Deuxièmement, l'indication d'intubation était neurologique pour plus de la moitié des patients (65%), respiratoire pour seulement 27% d'entre eux et hémodynamique pour 8%. Cette disparité, associée au faible nombre de sujets, ne permet pas d'étudier l'influence de la pathologie, du motif d'intubation, sur la durée de préoxygénation nécessaire.

Plusieurs travaux se sont intéressés à l'optimisation de la préoxygénation chez les patients les plus instables. L'utilisation de la ventilation non invasive associée à une pression expiratoire positive permettrait d'augmenter la CRF et de limiter la formation d'atélectasies favorisée par l'application d'une FiO_2 à 100% [32, 33, 34]. En 2006, Baillard et collaborateurs [35] ont comparé la préoxygénation au masque BAVU (Ballon Auto-remplisseur à Valve Unidirectionnelle) à la préoxygénation par ventilation non invasive (VNI). Chez des patients en insuffisance respiratoire aiguë, les auteurs ont montré que la préoxygénation par VNI, associée à une aide inspiratoire de 5 à 10cmH₂O, une PEP à 5cmH₂O et une FiO_2 à 100%, permettait d'améliorer significativement une SpO_2 supérieure à la fin de la préoxygénation, comparativement à la ventilation spontanée au masque BAVU (SpO_2 respectives : $98\pm 2\%$ versus $93\pm 6\%$; $p=0,001$). De plus, la proportion de patients ayant présenté un épisode de désaturation sévère ($SpO_2 < 80\%$) durant la procédure d'intubation était significativement moindre chez les patients préoxygénés par VNI (7% dans le groupe VNI versus 46% dans le groupe contrôle) [35]. Dans une autre étude réalisée chez des patients obèses (IMC > 40kg/m²) au bloc opératoire, la VNI avec une pression positive permet une préoxygénation plus efficace que celle réalisée en ventilation spontanée selon les recommandations. La proportion des patients atteignant une $FeO_2 \geq 95\%$ à la fin des 5 minutes de préoxygénation était significativement plus grande dans le groupe VNI (93%) que dans le groupe contrôle (50%). De plus, dans le groupe VNI, la FeO_2 maximale était significativement plus élevée à la fin de la préoxygénation ($96,9\pm 1,3\%$ versus $94,1\pm 2\%$) et la durée pour l'atteindre significativement plus courte ($185,3\pm 46,1$ sec versus $221,9\pm 41,5$ sec) [36]. Dans une population de patients dits critiques, présentant différents motifs d'admission en réanimation, l'utilisation de la VNI, associée à une PEP lors de la préoxygénation, a permis de

réduire significativement les complications sévères et modérées (hypoxémie sévère, collapsus sévère, arythmie) survenant dans les 60 minutes après l'intubation [37]. En plus de l'avantage de la pression positive de la VNI pour augmenter les réserves en oxygène, l'application d'une pression positive permet de diminuer la pré-charge et la post-charge cardiaque chez les patients présentant une défaillance cardiaque [38, 39].

Cependant, la VNI présente des contre-indications absolues, notamment les troubles de la conscience, l'agitation qui peuvent limiter son utilisation dans un service d'urgences. Ainsi l'utilisation de lunettes nasales à haut débit (LNHD) pourrait trouver un intérêt tout particulier lors de la préoxygénation, en permettant de garantir une pression positive et offrant l'avantage de poursuivre l'oxygénothérapie pendant la laryngoscopie.

En 2014, chez 101 patients admis en réanimation et nécessitant une IOT en urgence, Miguel-Montanes et collaborateurs ont montré que la préoxygénation pendant 3 minutes aux LNHD, à 60L/min et FiO₂ à 100%, permettait d'atteindre une SpO₂ supérieure à la fin de la préoxygénation, comparativement au masque haute concentration (MHC) à 15L/min et FiO₂ à 100%. De plus, la prévalence d'une hypoxie sévère (SpO₂<80%) était significativement inférieure chez les patients préoxygénés aux LNHD (LNHD : 2% vs MHC: 14%, $p=0,03$) [40]. Cependant, la supériorité des LNHD, par rapport au masque dans la préoxygénation est controversée. En 2015, dans une étude randomisée contrôlée chez 119 patients sévèrement hypoxémiques admis en réanimation, Vourc'h et collaborateurs n'ont pas mis en évidence de différence significative entre l'utilisation des LNHD (60L/min, FiO₂ à 100%) ou MHC que ce soit sur la qualité de la préoxygénation ou les complications per-procédurales de l'IOT [41]. Ces résultats concordent avec une étude plus récente réalisée chez des patients modérément hypoxiques [42].

Enfin, une étude contrôlée monocentrique a montré que l'association de la VNI à l'utilisation des LNHD pendant une préoxygénation de 4 minutes chez des patients critiques réduisait de manière significative la chute de la SpO₂ durant la procédure d'intubation [43].

En plus du système d'administration de l'oxygène, d'autres paramètres peuvent contribuer à améliorer la préoxygénation, notamment la position du patient. En effet, une inclinaison proclive, même à 20°, permet d'augmenter la CRF [44, 45, 46].

En conclusion, la préoxygénation est une étape primordiale avant l'intubation pour limiter l'hypoxémie et les complications per-procédurales lors de l'intubation en séquence rapide. Cependant, notre étude montre que chez des patients admis dans un service d'urgence, la préoxygénation, telle qu'elle est actuellement recommandée, ne permet pas d'assurer une efficacité pour la majorité des patients. Il est donc indispensable d'optimiser la préoxygénation chez ces patients en s'assurant de son efficacité par la mesure de la FeO_2 , comme cela est recommandé. D'après les dernières données de la littérature, d'autres dispositifs d'administration de l'oxygène permettraient d'améliorer la préoxygénation chez les patients critiques en réanimation.

Au vu des résultats de notre étude préliminaire et des données de la littérature, plusieurs pistes nécessitent d'être explorées. Il serait tout d'abord intéressant de réaliser une étude multicentrique pour augmenter la force de notre étude. Par ailleurs, il pourrait être pertinent d'évaluer l'efficacité de la préoxygénation en utilisant d'autres systèmes de ventilation (tels que la VNI ou les LNHD), mais également de s'intéresser à l'efficacité de la préoxygénation en milieu pré-hospitalier.

Bibliographie

5. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Jaber S, Amraoui J, Lefrant JY, Arich C, Cohendy R, Landreau L, Calvet Y, Capdevila X, Mahamat A, Eledjam JJ. Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Crit Care Med*. 2006 Sep; 34(9):2355-61.
- [2] Dunford JV, Davis DP, Ochs M, Doney M, Hoyt DB. Incidence of transient hypoxia and pulse rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med*. 2003 Dec; 42(6):721-8.
- [3] Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology*. 1995 Feb; 82(2):367-76 .
- [4] Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med*. 2008 Oct; 34(10):1835-42.
- [5] Jung B, Chanques G, Conseil M, Carr J, Cissé M, Coisel Y, Delay J-M, Jaber S. Oxygénez avant d'intuber en unité de soins intensifs ! *Réanimation*. 2010 ; 19 :616-621.
- [6] Hamilton WK, Eastwood DW. A study of denitrogenation with some inhalation anesthetic systems. *J Am Soc Anesthesiol*. 1955 Nov; 16(6):861-7
- [7] Berry CB, Myles PS. Preoxygenation in healthy volunteers: a graph of oxygen "washin" using end-tidal oxygraphy. *Br J Anaesth*. 1994 Jan;72(1):116-8.
- [8] Nimmagadda U, Salem MR, Joseph NJ, Lopez G, Megally M, Lang DJ, Wafai Y. Efficacy of preoxygenation with tidal volume breathing. Comparison of breathing systems. *Anesthesiology*. 2000 Sep;93(3):693-8.
- [9] Campbell IT and Beatty PC. Monitoring préoxygénation. *Br J Anesth*. 1994 Jan; 72(1):3-4.
- [10] Nimmagadda U, Salem MR, Crystal GJ. Preoxygenation : physiologic basis, benefits, and potential risks. *Anesth Analg*. 2017 Feb;124(2):507-517.
- [11] Farmery AD, Roe PG. A model to describe the rate of oxyhaemoglobin desaturation during apnoea. *Br J Anaesth*. 1996 Feb;76(2):284-91.
- [12] Benumof JL1, Dagg R, Benumof R. Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology*. 1997 Oct;87(4):979-82.
- [13] Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedenstierna G. Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology*. 2003 Jan; 98(1):28-33.

- [14] Hardman JG, Wills JS, Aitkenhead AR. Factors determining the onset and course of hypoxemia during apnea: An investigation using physiological modelling *Anesth Analg*. 2000 Mar; 90(3): pp.619-624.
- [15] Adnet F, Hennequin B, Lapandry C. Induction anesthésique en séquence rapide pour l'intubation trachéale préhospitalière. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 1998 Jul ;17(7) :688-698.
- [16] Cantineau JP, Tazarourte K, Merckx P, Martin L, Reynaud P, Berson C, Bertrand C, Aussavy F, Lepresle E, Pentier C, Duvaldestin P. Induction trachéale en réanimation préhospitalière: intérêt de l'induction anesthésique à séquence rapide. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 1997 ; 16(7) :878-884.
- [17] Adneta F, De La Coussaye J-E, Jabrec P. Intubation en séquence rapide : quels médicaments utiliser en préhospitalier ? *Réanimation*. 2010 Nov; 19(7): 622-626.
- [18] Ricard-Hibon A, Chollet C, Leroy C, Marty J. Succinylcholine improves the time of performance of a tracheal intubation in prehospital critical care medicine. *Eur J Anaesthesiol*. 2002 May;19(5):361-7.
- [19] Heier T, Feiner JR, Lin J, Brown R, Caldwell JE. Hemoglobin desaturation after succinylcholine-induced apnea. *Anesthesiology*. 2001; 94:754–9.
- [20] Hayes AH, Breslin DS, Mirakhur RK, Reid JE, O'Hare RA. Frequency of haemoglobin desaturation with the use of succinylcholine during rapid sequence induction of anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2001 Jul; 45(6):746-9.
- [21] Naguib M, Samarkandi AH, Abdullah K, Riad W, Alharby SW. Succinylcholine dosage and apnea-induced hemoglobin desaturation in patients. *Anesthesiology*. 2005 Jan; 102(1):35-40.
- [22] Marsch SC, Steiner L, Bucher E, Pargger H, Schumann M, Aebi T, Hunzikerand PR, Siegemund M. Succinylcholine versus rocuronium for rapid sequence intubation in intensive care: a prospective, randomized controlled trial. *Crit Care*. 2011 Aug; 15(4): R199.
- [23] Gebremedhn EG, Mesele D, Aemero D, Alemu E. The incidence of oxygen desaturation during rapid sequence induction and intubation. *World J Emerg Med*. 2014; 5(4):279-85.
- [24] Davis DP, Dunford JV, Poste JC, Ochs M, Holbrook T, Fortlage D, Size MJ, Kennedy F, Hoyt DB. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head-injured patients. *J Trauma*. 2004 Jul; 57(1):1-8.
- [25] Dunford JV, Davis DP, Ochs M, Doney M, Hoyt DB. Incidence of transient hypoxia and pulse rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med*. 2003 Dec; 42(6):721-8.

- [26] Spaite DW, Hu C, Bobrow BJ, Chikani V, Barnhart B, Gaither JB, Denninghoff KR, Adelson PD, Keim SM, Viscusi C, Mullins T, Sherrill D. The Impact of Combined Prehospital Hypotension and Hypoxia on Mortality in Major Traumatic Brain Injury. *Ann Emerg Med.* 2017 Jan; 69(1): 62–72.
- [27] Chi JH, Knudson MM, Vassar MJ, McCarthy MC, Shapiro MB, Mallet S, Holcroft JJ, Moncrief H, Noble J, Wisner D, Kaups KL, Bennick LD, Manley GT. Prehospital hypoxia affects outcome in patients with traumatic brain injury: a prospective multicenter study. *J Trauma.* 2006 Nov; 61(5):1134-41.
- [28] Mort TC, Waberski BH, Clive J. Extending the preoxygenation period from 4 to 8 mins in critically ill patients undergoing emergency intubation. *Crit Care Med.* 2009 Jan; 37(1):68-71.
- [29] Adnet F, Bally B, Boisson-Bertrand D, Bourgain JL, Bruder N, Chollet-Rivier M, Debaene B, Diemunsch P, Ecoffey C, Estebe JP, Francon D, Lacau Saint-Guily J, Mion G, Pean D. Prise en charge des voies aériennes en anesthésie adulte à l’exception de l’intubation difficile. Conférence de consensus 7 juin 2002. *Annales Françaises d’Anesthésie et de Réanimation.* 2003 ; 22 : 3s–17s.
- [30] Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, Riou B. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 2000 May; 92(5):1229-36.
- [31] Diemunsch P, Langeron O, Richard M, Lenfant F. Prediction and definition of difficult mask ventilation and difficult intubation. *Annales Françaises d’Anesthésie et de Réanimation.* Conférence d’experts 2008 Jan ; 27 : 3-14.
- [32] Reber A, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Lung aeration. The effect of pre-oxygenation and hyperoxygenation during total intravenous anaesthesia. *Anaesthesia.* 1996 Aug; 51(8):733-7.
- [33] Edmark L, Auner U, Enlund M, Ostberg E, Hedenstierna G. Oxygen concentration and characteristics of progressive atelectasis formation during anaesthesia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica.* 2010 Oct; 55(1):75-81.
- [34] Rusca M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Hedenstierna G, Spahn DR, Magnusson L. Prevention of atelectasis formation during induction of general anesthesia. *Anesth Analg.* 2003 Dec; 97(6):1835-9.
- [35] Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, Cohen Y, Eledjam JJ, Adnet F, Jaber S. Non invasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J of respiratory and critical care medicine.* 2006 Jul 15; 174(2):171-7.
- [36] Delay JM, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y, Kamel ME, Fabre JM, Eledjam JJ, Jaber S. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance

preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg*. 2008 Nov; 107(5):1707-13.

- [37] Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, Verzilli D, Jonquet O, Eledjam JJ, Lefrant JY. An intervention to decrease complications related to endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multi-center study. *Intensive Care Med*. 2010 Feb; 36(2):248-55.
- [38] Winck JC, Azevedo LF, Costa-Pereira A, Antonelli M, Wyatt JC. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema – a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2006; 10(2): R69.
- [39] Kuhn BT, Bradley LA, Dempsey TM, Puro AC, Adams JY. Management of Mechanical Ventilation in Decompensated Heart Failure. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2016 Dec; 3(4): 33.
- [40] Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, Bertrand F, Gaudry S, Rafat C, Labbé V, Dufour N, Jean-Baptiste S, Bedet A, Dreyfuss D, Ricard JD. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent desaturation during tracheal intubation of intensive care patients with mild-to-moderate hypoxemia. *Crit Care Med*. 2015 Mar;43(3):574-83.
- [41] Vourc'h M, Asfar P, Volteau C, Bachoumas K, Clavieras N, Egreteau PY, Asehnoune K, Mercat A, Reignier J, Jaber S, Prat G, Roquilly A, Brule N, Villers D, Bretonniere C, Guitton C. High-flow nasal cannula oxygen during endotracheal intubation in hypoxemic patients: a randomized controlled clinical trial. *Intensive Care Med*. 2015 Sep;41(9):1538-48.
- [42] Simon M, Wachs C, Braune S, de Heer G, Frings D, Kluge S. High-Flow nasal cannula versus bag-valve-mask for preoxygenation before intubation in subjects with hypoxemic respiratory failure. *Respir Care*. 2016 Sep; 61(9):1160-7.
- [43] Jaber S, Monnin M, Girard M, Conseil M, Cisse M, Carr J, Mahul M, Delay JM, Belafia F, Chanques G, Molinari N, De Jong A. Apnoeic oxygenation via high flow nasal canula oxygen combined with non-invasive ventilation preoxygenation for intubation in hypoxaemic patients in the intensive care unit; the single-centre, blinded, randomized controlled OPTINIV trial. *Intensive Care Med*. 2016 Dec; 42(12):1877-1887.
- [44] Solis A, Baillard C. Effectiveness of preoxygenation using the head-up position and noninvasive ventilation to reduce hypoxaemia during intubation. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2008 Jun; 27(6):490-4.
- [45] Khandelwal N1, Khorsand S, Mitchell SH, Joffe AM. Head-elevated patient positioning decreases complications of emergent tracheal intubation in the ward and intensive care unit. *Anesth Analg*. 2016 Apr; 122(4):1101-7.

[46] Lane S, Saunders D, Schofield A, Padmanabhan R, Hildreth A, Laws D. A prospective, randomised controlled trial comparing the efficacy of pre-oxygenation in the 20 degrees head-up vs supine position. *Anaesthesia*. 2005; 60; 1064-1067.

Annexe : Article en préparation

EFFICIENCY OF PREOXYGENATION BEFORE INTUBATION IN AN EMERGENCY ROOM: A PILOT STUDY AT THE UNIVERSITY HOSPITAL OF MONTPELLIER.

Berenguer N.*, Gesrel L.*, Lefebvre S., Aubert B., Sebbane M., Vuillot O.

*: co-authors

Abstract

Context: Preoxygenation aims to reduce the occurrence of hypoxemia during endotracheal intubation, by increasing pulmonary oxygen stock. Spontaneous ventilation for 3 minutes by delivering 100% oxygen with facial mask remains the reference method. End-tidal oxygen (EtO₂) is recommended to monitor preoxygenation efficiency. Preoxygenation is optimal when EtO₂ is over 90%.

Objective: The objective of the present study was to evaluate if the reference method of preoxygenation is efficient in emergency patients before the rapid sequence intubation.

Method: In a single-center prospective study, conducted at the University Hospital of Montpellier between March 2016 and July 2018, all adult patients requiring emergency oro-tracheal intubation (OTI) were included, except patients with cardiac arrest. OTI were performed by senior emergency physicians, trained to use the reference method of preoxygenation. Primary endpoint was the proportion of patient reaching 90 % of EtO₂ after 3 minutes of preoxygenation.

Results: Among the 26 patients included in the study, 46.15% showed an EtO₂>90% within 3 minutes of preoxygenation. For the other patients, the mean time of preoxygenation to reach the target EtO₂ was 5.57 minutes. The proportion of toothless patients was significantly higher in the group of patients requiring more time to reach EtO₂>90% (50% versus 0%; $p=0.0064$). Other predictive factors of difficult mask ventilation were not significantly different.

Conclusion: Our study shows that the recommended time of preoxygenation is not optimal in all emergency patients. Performing a thorough study investigating parameters that affect preoxygenation efficiency would be essential in order to identify patients requiring extended preoxygenation and/or optimized preoxygenation method (for example by using non-invasive ventilation) in emergency conditions.

INTRODUCTION

Orotracheal intubation (OTI) is the standard method for airways management. In the intensive care unit (ICU) or emergency room, intubation realized in critically ill patients is associated with a high incidence of severe, immediate and potentially life-threatening complications (20-50 %), including death, cardiac arrest, severe collapse and severe hypoxemia [2, 3, 4, 5].

In order to improve safety during tracheal intubation and prevent complications, preoxygenation is a recommended step before intubation. The method proposed in 1955 by Hamilton is still the reference [6] and consists in a 3-minutes breathing of 100 % O₂ (FiO₂=100 %) with an adequate facial mask. The purpose of preoxygenation is to increase the oxygen reserves in lungs by replacing nitrogen by oxygen. In healthy volunteers, Hamilton and Eastwood showed that end-tidal nitrogen (EtN₂) decreases less than 5 % after 168.8 seconds (2.8 minutes) of preoxygenation with 100 % FiO₂. In accordance with these results, it has been shown that end-tidal oxygen (EtO₂) reaches 90 % after 3-minutes ventilation with oxygen 100 % [7, 8]. After preoxygenation, supplemental

oxygen is mainly stored in functional residual capacity. Oxygen increases only marginally in other compartments (blood, tissues) [5, 10]. Oxygen reserve in lungs represents a volume of about 450 mL when healthy volunteers are ventilated with ambient air (FiO₂=21 %). It is multiplied by 6 (3000 mL) when volunteers breathe only oxygen (FiO₂=100 %) [9, 10].

Therefore, the main purpose of preoxygenation is to increase oxygen reserve in order to prevent severe hypoxemia during tracheal intubation. Hypoxemia is defined by an arterial oxygen pressure (PaO₂) below/at 60 mmHg. Based on the oxygen dissociation curve of blood, hypoxemia is reached when blood oxygen saturation (SpO₂) decreases below 90%. In healthy adult, SpO₂ decreases to 90% within 1 minute without preoxygenation [11], and within 8 minutes after proper preoxygenation [12]. However, in obese patients, SpO₂ decreases to 90% within 30 seconds without preoxygenation [11], and within 2.5 minutes if patients are preoxygenated [12]. In order to obtain efficient preoxygenation, it is recommended to ventilate patients with oxygen only (FiO₂=100 %). The use of lower oxygen concentrations results in reduced apnea period [13].

Several physiological and pathological situations impair the efficiency of preoxygenation. For instance, some physical criteria (age > 55 years, BMI > 26 kg/m², lack of teeth, history of snoring, and presence of a beard) complicate mask ventilation. Moreover, some patients with reduced functional residual capacity (FRC) and/or ventilation-perfusion mismatch present a higher risk of desaturation (e.g. obese patients, pregnant women or pulmonary disease patients). Indeed, in Hardman's model [14], although PaO₂ rises rapidly during preoxygenation in patients with reduced FRC, it also decreases rapidly during apnea period. Furthermore, in some pathological situations such as septic shock, the increase of oxygen consumption might accelerate desaturation during apnea.

In emergency medicine, the rapid sequence intubation (RSI) is recommended and succinylcholine remains the drug of choice because of its ultra-short-acting effect [15, 16, 17, 18]. However, it has been shown that succinylcholine induces a decrease of SpO₂ in healthy volunteers [19], in undergoing surgery patients [20, 21] and in critically ill patients [22, 23]. In the latter case, this could increase morbid-mortality after RSI [24, 25, 26, 27].

In emergency department, most of patients present respiratory and hemodynamic failure, making endotracheal intubation at higher risk. Moreover, preoxygenation in critically ill patients, who require emergency intubation, is less efficient. In 2009, Mort and collaborators demonstrated that preoxygenation in critically ill patients from intensive care unit had only a modest effect of on their oxygen arterial pressure (PaO₂). For 34 patients, initial mean PaO₂ was 61.9 mmHg and reached only 83.8 mmHg after 4 minutes of preoxygenation (15L/min, spontaneous ventilation), and 88.2 mmHg after 6 minutes [28]. Since many studies used SpO₂ or post-intubation complications to evaluate preoxygenation efficiency, they might have missed this phenomenon.

Previous studies suggested that preoxygenation could be compromised in critically ill patients in emergency department. By using end-tidal oxygen, our study aims to test if recommended preoxygenation (spontaneous ventilation, FiO₂ 100% for 3minutes) is efficient in critically ill patients who require intubation in emergency department.

MATERIALS AND METHODS

The present prospective study was performed in emergency department of university Montpellier hospital from March 2016 to July 2018 and was approved by local ethics committee (Comité de Protection des Personnes dans la Recherche Biomédicale). The study was also reported at the « Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés » (CNIL).

Study population

All adult patients requiring emergency intubation were included, except patients with cardiac arrest and patients who needed noninvasive ventilation. Patients with missing data were also excluded. We documented age; gender; body mass index (BMI) indication of intubation, ventilation system before preoxygenation; vital parameters before preoxygenation (pulse rate, arterial pressure, arterial oxygen saturation, Glasgow score) and criteria in relation with difficult mask ventilation and difficult intubation.

Study design and measurements

The recommended technique of preoxygenation was reminded to the

emergency physicians. Preoxygenation was performed using a well-fitted anatomical nonrebreather bag-valve mask. Pur oxygen ($FiO_2=100\%$) was delivered at 15 L/min during at least 3 minutes. End-tidal oxygen (EtO_2), pulse rate, non-invasive blood pressure (NIBP), peripheral oxygen saturation (SpO_2), end-tidal carbon dioxide ($EtCO_2$) were recorded every 1 minute between preoxygenation start up to 30 minutes by using multichannel monitors. EtO_2 was measured by using *B450 General Electrics® Carescape* monitor connected to a *Gibeck ISO-Gard® HEPA-SMALL* filter, fixed between the mask and the second part of the *bag-valve-mask*. EtO_2 and the other parameters were readable on the monitor during the whole procedure by physician. However, doctors didn't receive any instructions about interpretation and utilization of EtO_2 .

We also recorded:

-difficult mask ventilation predictive factors: age>55 years, BMI>26 kg/m², beard, history of snoring, lack of teeth and limited mandibular protrusion [29].

-difficult intubation predictive factors: previous difficult intubation, Mallampati > 2, distance thyromental length <60mm, mouth opening < 35mm, receding mandible (incisor prominence) and

subluxation mandibulaire impossible, flexion/ extension du cou < 90°.

-immediate complications after intubation potentially life-threatening (death, cardiac arrest, severe collapse with systolic arterial pressure <65 mmHg, severe hypoxemia with SpO₂ <80%) and severe complications (cardiac arrhythmia, difficult intubation, oesophageal intubation, selective intubation, aspiration, dental injury, laryngeal injury and agitation.

OTI were realized by senior physicians from emergency department, using rapid sequence induction (RSI), as recommended in emergency medicine, including preoxygenation, use rapid action hypnotic (etomidate or ketamine) and a ultra-short action curare (succinylcholine).

Endpoints and statistical analysis

Primary endpoint was the percentage of patients reaching EtO₂>90% after 3minutes-preoxygenation. Secondary endpoints were the mean EtO₂ at 3 minutes, the lowest SpO₂ during intubation and within 10 minutes after OTI, immediate complications after OTI.

A global description of the whole population was made by giving the frequencies of the different categories for the qualitative variables. The quantitative variables were described using the mean

and the median values. The significance threshold was set at 5% bilaterally for the tests used. The comparison of the qualitative variables was performed by the exact Fisher test. The comparison of quantitative variables was made by the Mann-Whitney test for unmatched groups and the Wilcoxon test for matched groups. The correlation analysis between the pre-oxygenation time and the various factors that could influence it was performed by linear regression.

The statistical tests were performed by using the BiostaTGV software (Institut Pierre Louis d'Epidémiologie et de Santé Publique UMR S 1136).

RESULTS

Population

At first, fifty-six patients were included in the present study. However, for 25 patients, data were not or partially recorded and 5 patients were preoxygenated with noninvasive ventilations. Thus, only 26 patient data were analyzed (Figure 1). Among the 26 preoxygenated patients, there were 15 females (57.9 %) and 11 males (42.31%). The average age of these patients was 53.2 years [20-85 years]. The indication of

OTI was due to neurological, respiratory or hemodynamic troubles for 17, 7 and 2 patients respectively.

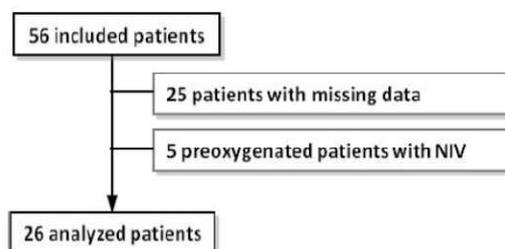


Figure 1: Flow chart

Evaluation of preoxygenation efficiency

As shown in figure 2, 46.15% of the patients (12 out of 26 patients), reached an $EtO_2 > 90\%$, in the first 3 minutes of preoxygenation. For these 12 patients, the average time of preoxygenation to reach the target EtO_2 value was 1.5 minutes, and at 3 minutes, the average EtO_2 was $92.50 \pm 1.68\%$. For the other 14 patients requiring a longer preoxygenation, an EtO_2 greater than 90% was reached after 5.57 minutes, and the average EtO_2 at 3 minutes was only $83.29 \pm 8.80\%$ (Figure 3a). After 3 minutes of preoxygenation, the average EtO_2 was $87.54 \pm 7.97\%$ for the whole population. The average EtO_2 at 3 minutes was significantly different between the 2 groups: $92.50 \pm 1.68\%$ in the group 1 and $83.29 \pm 8.80\%$ in the group 2

($p < 0.001$) (Figure 3b). However, regarding the average SpO_2 at 3 minutes, the difference between the 2 groups was not significant (group 1: mean $SpO_2 = 98.92 \pm 1.83\%$ versus group 2: mean $SpO_2 = 93.93 \pm 8.94\%$; $p = 0.055$). Medians of the lowest SpO_2 during preoxygenation and during the 10 minutes following OTI are shown in Figure 4. For the 2 groups, there was no significant difference before and after OTI. There was also no significant difference between the 2 groups (Figure 4).

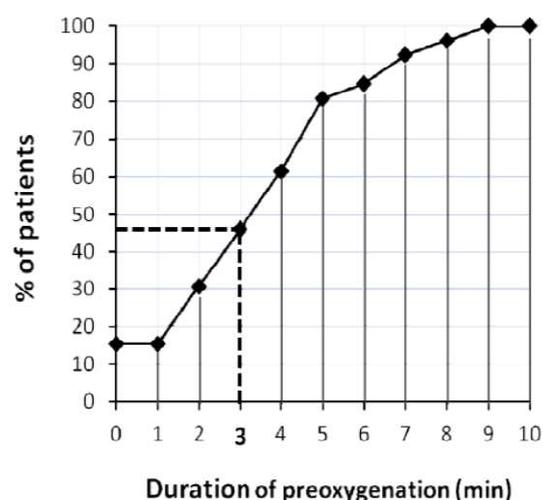


Figure 2: Percentage of patients reaching the expected end-tidal oxygen ($EtO_2 > 90\%$) during preoxygenation.

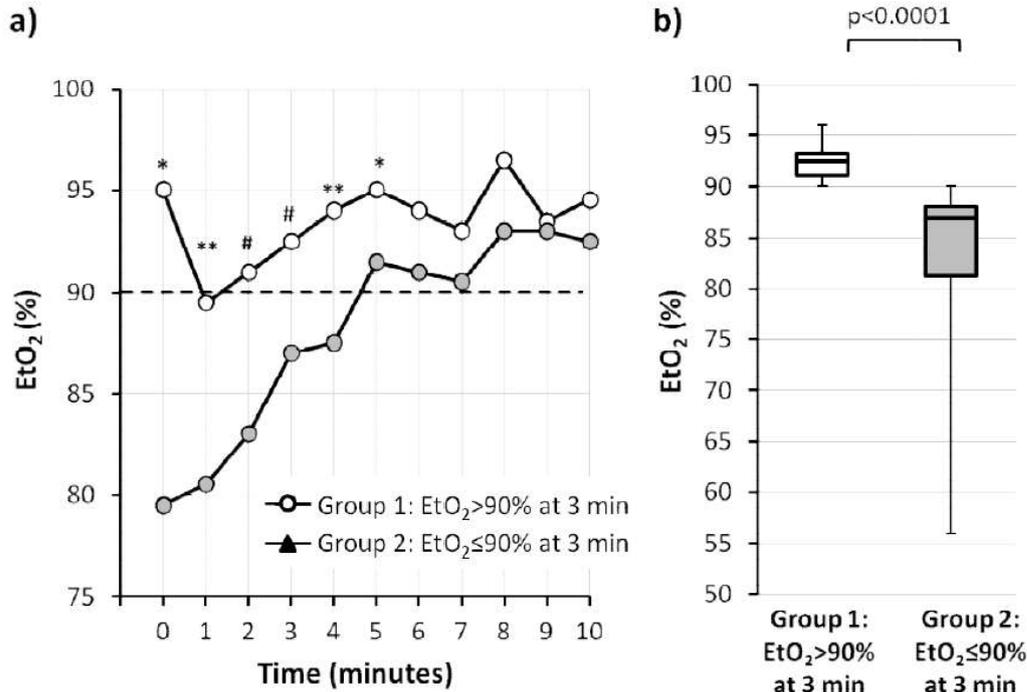


Figure 3: Evolution of EtO₂ during preoxygenation. a) Each point represents the median of EtO₂. *White circles*: patients who reached the an EtO₂ greater than 90% within 3 min of preoxygenation (n = 12); *grey circles*: patients requiring a preoxygenation > 3min to reach an EtO₂ > 90% (n = 14). b) Box plots represent the average EtO₂ after 3 minutes of preoxygenation. EtO₂: end-tidal oxygen. *: p < 0.05; **: p < 0.01; #: p < 0.001; Mann-Whitney test.

Factors impacting the preoxygenation efficiency

In order to identify the factors that might alter the preoxygenation efficiency, we compared the population characteristics (Table 1). As previously, we divided patients into 2 groups: the first one with patients reaching the expected EtO₂ value within 3 minutes of preoxygenation, and the second with

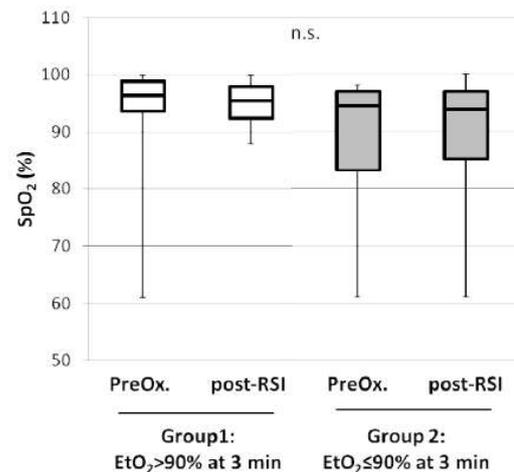


Figure 4: Lowest oxygen saturation (SpO₂) before preoxygenation (PreOx.) and within 10 minutes after rapid sequence intubation. Box plots represent the median of the lowest SpO₂ in each group (*white*: patients who reached the target EtO₂ within 3 min of preoxygenation (n = 12); *grey*: patients requiring preoxygenation > 3min to reach an EtO₂ > 90%. EtO₂: End-tidal expired oxygen; n.s.: no significant; Mann-Whitney and Wilcoxon test.

patients requiring more than 3 minutes of preoxygenation to reach this value.

Regarding SpO₂ before OTI, there was no significant difference between the

2 groups (group 1: mean initial SpO₂ =90.92 ±9.50% versus group 2: SpO₂ =91.07 ±9.32%; p=0.897).

The indication of OTI was due to neurological troubles for 17 (65.4%) patients among whom 9 patients in group 1 and 8 patients in group 2, to respiratory troubles for 7 (26.9%) patients among

whom 3 patients in group 1, 4 patients in group 2 and to hemodynamic troubles for 2 (7.7%) patients which were from the group 2. No statistical difference was found between the 2 groups suggesting that the indication of intubation has no impact on the preoxygenation efficiency (p=0.577).

	Total	Group 1	Group 2	<i>p-value</i>
Time of preoxygenation up to EtO₂ > 90%		≤3 min	>3 min	
Number	26	12	14	
Sex				<i>1</i>
Females	15	7	8	
Males	11	5	6	
Mean age (years)	53.2	48.0	57.6	<i>0.236</i>
Mean BMI (kg/m²)	25.2	24.8	25.6	<i>0.877</i>
Indication of intubation				<i>0.577</i>
Neurological	17	9	8	
Respiratory	7	3	4	
Hémodynamic	2	0	2	
Mean SpO₂ before preoxygenation	91	90.92	91.07	<i>0.897</i>
Mean number of predictive factors of DMV	1.31	1.08	1.50	<i>0.440</i>
Patients with predictive factors of DMV:				
Age>55years	12	5	7	<i>0.713</i>
BMI>26kg/m ²	12	6	6	<i>0.713</i>
Edentation	7	0	7	<i>0.036</i>
Snoring	3	2	3	<i>0.580</i>
Beard	0	0	0	
Mean number of predictive factors of DI	0.42	0.58	0.29	<i>0.676</i>
Type of ventilation before preoxygenation				<i>0.495</i>
Spontaneous ventilation without O ₂	6	3	3	
O ₂ with nasal cannula	4	2	2	
O ₂ with high concentration mask	14	5	9	
Non invasive ventilation	2	2	0	
Mean time of preoxygenation before intubation	8.58	6.58	10.29	<i>0.204</i>
Mean number of complications after intubation	0.538	0.333	0.714	<i>0.218</i>

Table 1: Population characteristics. Values correspond to means. BMI: body mass index, DI: difficult intubation; DMV: difficult mask ventilation.

Predictive factors of difficult mask ventilation (DMV) were also compared. Following a consensus conference in 2003 [29, 30, 31], it was accepted that the DMV is defined by the presence of minimum 2 factors among the 5 following factors: age>55years, BMI>26 kg/m², beard, lack of teeth, history of snoring (sensitivity=72%; specificity=73%; negative predictive value= 98%).The average number of factors was not statistically different between the 2 groups (group 1: 1.08±1.00 versus group 2: 1.5±1.29; $p=0.4397$) (Table 1). The percentage of patients with at least 2 predictive factors of DMV was not statistically different between the 2 groups (33.3% in group 1 versus 50% in group 2, $p= 0.4527$; Odds ratio=1.9467, IC 95% [0.3182-13.4256]).

The average age of the patients in group 1 (57.6±14.38 years) was higher than the average age of group 2 patients (48.0±19.82 years), nevertheless the difference was not statistically significant ($p=0.236$) (Table 1). In the group 1, 41.67% of patients were over 55 year-old and 50% in the group 2 ($p=0.7126$; OR= 1.3819, IC95% [0.231; 8.7002]). The time of preoxygenation to reach EtO₂>90% was not correlated with the age of the patients ($r^2=0.0259$).

Regarding BMI, there was no significant difference between the 2 groups (group 1 BMI =24.76 ±4.67kg/m² versus group 2 BMI= 25.63 ±4.87kg/m²; $p=0.877$). In the group 1, 50% patients presented a BMI >26kg/m², and 42.86% in the group 2 ($p=1$; Odds ratio=0.7584 IC95% [0.1226-4.5561]). The time of preoxygenation to reach EtO₂>90% was not correlated with the BMI ($r^2=0.0658$).

History of snoring was not different between patients of the two groups ($p=0.58$). Two patients (16.6%) had history of snoring in group 1 and 1 patient (7.14%) in the group 2.

Interestingly, 7 (50%) patients were toothless in the group 2 while none in the group 1; and this difference was statistically significant ($p=0.036$; OR=INF IC95% [1.7246-INF]).

Impact on the complications occurring during and after intubation

The relevant predictive factors of difficult intubation (ID) were collected for each patient. The average number of ID factors was not significantly different between the 2 groups (group 1:0.583±1.08 versus group 2: 0.286±0.611 ; $p=0,676$)

Post-OTI complications were recorded among 9 of out of 26 patients

(34.6%), 3 among the group 1 and 6 in the group 2. In group 1, there were severe complications (difficult OTI, including one oesophageal intubation and one laryngeal bleeding). In group 2, 3 patients presented a vital complication: an episode of desaturation in the 30 minutes following intubation. Among these 3 patients, one had presented difficulties of preoxygenation and had reached an $\text{EtO}_2 > 90\%$ in 6 minutes, he presented a desaturation with 61% of SpO_2 at 15 minutes on a selective intubation. No significant difference concerning the median number of complications after intubation was observed between the 2 groups (0.462 versus 0.643 respectively; $p=0,338$).

DISCUSSION

The preoxygenation is essential and recommended in surgery rooms to make safe the procedure of intubation and to limit the complications [29]. Our main aim was to evaluate the effectiveness of the preoxygenation among patients, intubated in an emergency department.

Until now, the studies being interested in the effectiveness of the preoxygenation were carried out among

patients admitted with the surgical unit or in the intensive care unit. Our prospective study is the first which evaluates the effectiveness of the preoxygenation before intubation among patients admitted in an emergency department, and this, by measuring the oxygen end-tidal (EtO_2).

Our results show that the duration of 3 minutes preoxygenation realized according to the recommendations, with oxygen 100% with 15L/min, is insufficient for more half of the patients of the emergency department to reach $\text{EtO}_2 > 90\%$. For the 26 patients included in the study, the average rate of EtO_2 at 3 minutes is 87.5%. By comparing the 2 groups of patients, those reaching $\text{EtO}_2 > 90\%$ in 3 minutes and those requiring more than 3 minutes, there is not any significant difference relating to the lowest arterial oxygen saturation during the preoxygenation or in the 10 minutes following OTI. Consequently, the measurement of SpO_2 seems insufficient to make sure of the effectiveness of the preoxygenation. Among the criteria of ventilation to the difficult mask described, only the absence of teeth is significantly associated with an insufficient preoxygenation at 3 minutes. Also, for the patients presenting this criterion, a special

attention should be carried as for the effectiveness of the preoxygenation. In spite of the difficulty of reaching target EtO₂ during the preoxygenation for some patients, those did not present more complications after intubation. The assumption advanced to explain the absence of difference is that for these patients, the preoxygenation was continued until obtaining EtO₂ >90%, and this in spite of the absence of instruction given to the physicians concerning the interpretation of EtO₂.

Our study presents some limits. Firstly, the number of subjects included does not enable us to identify, significantly, the relevant factors being able to deteriorate the effectiveness of the preoxygenation. Secondly, the indication of intubation was neurological for more half of the patients (65%), respiratory for only 27% of them and hemodynamic for 8%. This disparity, associated with the low number of subjects, does not make it possible to study the influence of pathology, over the duration of preoxygenation necessary.

Several studies were interested in optimization of the preoxygenation among the critically ill patients. The use of the noninvasive ventilation associated with a

positive expiratory pressure would make it possible to increase the functional residual capacity and to limit atelectasis by the application of pur oxygen [32, 33,34]. In 2006, Baillard and collaborators [35] compared the preoxygenation by a nonrebreather bag-valve mask with the preoxygenation by noninvasive ventilation (NIV). Among patients in acute respiratory insufficiency, the authors showed that the preoxygenation by NIV, associated with an insufflations pressure of 5 in 10cmH₂O, a positive end-expiratory pressure (PEEP) with 5cmH₂O and FiO₂ at 100%, made it possible to improve SpO₂ significantly higher at the end of the preoxygenation, compared to spontaneous ventilation with nonrebreather bag-valve mask (SpO₂ respective: 98±2% versus 93±6%; *p*=0,001). Moreover, the proportion of patients having presented a severe episode of desaturation (SpO₂<80%) during the procedure of intubation was significantly less among patients preoxygenated by NIV (7% in group NIV versus 46% in the control group) [35]. In another study carried out among obese patients (IMC >40kg/m²) undergoing surgery, the NIV with a positive pressure allowed a preoxygenation more effective than the spontaneous ventilation. The proportion of the patients reaching EtO₂

≥95% at the end of the 5 minutes of preoxygenation was significantly larger in the NIV group (93%) compared to the controls (50%). Moreover, in the NIV group, maximum EtO₂ was significantly higher at the end of the preoxygenation (96.9±1.3% versus 94.1±2%) and the duration to reach it significantly shorter (185.3±46.1sec versus 221.9±41.5sec) [36]. In a population of critically ill patients, presenting various reasons for admission in ICU, the use of the NIV, associated with a PEEP during the preoxygenation, allowed to reduce significantly the severe and moderated complications (severe hypoxemia, severe collapse, arrhythmia) occurring within the 60 minutes following intubation [37]. Besides the advantage of the positive pressure of the NIV to increase the oxygen reserves, the application of a positive pressure could decrease the preload and the cardiac post-load in patients presenting a heart failure [38, 39].

However, the NIV presents absolute contraindications, in particular the disorders of the conscience, agitation which can limit its use in an emergency room. Thus the use of high flow nasal cannula (HFNC) could find a particular interest during the preoxygenation, while making it possible to guarantee a positive

pressure and offering the advantage of continuing oxygen treatment during the laryngoscopy. In 2014, among 101 patients admitted in ICU and requiring a OTI in emergency, Miguel-Montanes and collaborators showed that the preoxygenation during 3 minutes with the HFNC, 60L/min and FiO₂ at 100%, allowed to reach SpO₂ higher at the end of the preoxygenation, compared to the high concentration mask (HCM) at 15L/min and FiO₂ at 100%. Moreover, the prevalence of a severe hypoxia (SpO₂<80%) was significantly lower among patients who were preoxygenated with HFNC (HFNC: 2% vs HCM: 14%, *p*=0.03) [40]. Nevertheless, the superiority of the HFNC, compared to the mask, in the preoxygenation is discussed. In 2015, in a controlled randomized study among 119 severely hypoxemic patients in ICU, Vourc' H and collaborators did not highlight a significant difference between the use of the HFNC (60L/min, FiO₂ at 100%) and the HCM on the preoxygenation effectiveness or the per-procedural complications [41]. These results agree with a more recent study carried out among patients moderately hypoxic [42].

Lastly, a monocentric controlled study showed that the association of the NIV to the HFNC during a 4 minutes

preoxygenation among critical patients significantly reduced the fall of SpO₂ during the procedure of intubation [43].

Besides the system of administration of oxygen, other parameters can contribute to improve the preoxygenation, in particular the position of the patient. Indeed, a proclive position, even 20°, can increase the CRF [44, 45, 46].

In conclusion, the preoxygenation is essential before intubation to limit per-procedure hypoxemia and complications occurring after intubation. However, our study shows that among patients admitted in an emergency room, the preoxygenation, such as it is currently recommended, does not make it possible to ensure effectiveness for the majority of the patients. It is thus necessary to optimize the preoxygenation among these patients while making sure of its effectiveness by the EtO₂, as that is recommended. According to the last data of the literature, other devices of administration of oxygen could improve the preoxygenation among critically ill patients in ICU. Based on the results of our preliminary study and data from literature, several tracks required to be explored. It would be first of all interesting to carry out a multicentric study to

increase the force of our study. In addition, it could be relevant to evaluate the effectiveness of the preoxygenation by using other ventilation systems (such as NIV or HFNC), but also to be interested in the effectiveness of the preoxygenation in pre-hospital medium.

References

- [1] Jaber S, Amraoui J, Lefrant JY, Arich C, Cohendy R, Landreau L, Calvet Y, Capdevila X, Mahamat A, Eledjam JJ. Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Crit Care Med.* 2006 Sep; 34(9):2355-61.
- [2] Dunford JV, Davis DP, Ochs M, Doney M, Hoyt DB. Incidence of transient hypoxia and pulse rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med.* 2003 Dec; 42(6):721-8.
- [3] Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology.* 1995 Feb; 82(2):367-76 .
- [4] Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med.* 2008 Oct; 34(10):1835-42.
- [5] Jung B, Chanques G, Conseil M, Carr J, Cissé M, Coisel Y, Delay J-M, Jaber S. Oxygénez avant d'intuber en unité de soins intensifs ! *Réanimation.* 2010 ; 19 :616-621.
- [6] Hamilton WK, Eastwood DW. A study of denitrogenation with some inhalation anesthetic systems. *J Am Soc Anesthesiol.* 1955 Nov; 16(6):861-7
- [7] Berry CB, Myles PS. Preoxygenation in healthy volunteers: a graph of oxygen "washin" using end-tidal oxygraphy. *Br J Anaesth.* 1994 Jan;72(1):116-8.
- [8] Nimmagadda U, Salem MR, Joseph NJ, Lopez G, Megally M, Lang DJ, Wafai Y. Efficacy of preoxygenation with tidal volume breathing. Comparison of breathing systems. *Anesthesiology.* 2000 Sep;93(3):693-8.

- [9] Campbell IT and Beatty PC. Monitoring préoxygénation. *Br J Anesth.* 1994 Jan; 72(1):3-4.
- [10] Nimmagadda U, Salem MR, Crystal GJ. Preoxygenation: physiologic basis, benefits, and potential risks. *Anesth Analg.* 2017 Feb;124(2):507-517.
- [11] Farmery AD, Roe PG. A model to describe the rate of oxyhaemoglobin desaturation during apnoea. *Br J Anaesth.* 1996 Feb;76(2):284-91.
- [12] Benumof JL, Dagg R, Benumof R. Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology.* 1997 Oct;87(4):979-82.
- [13] Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedenstierna G. Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology.* 2003 Jan; 98(1):28-33.
- [14] Hardman JG, Wills JS, Aitkenhead AR. Factors determining the onset and course of hypoxemia during apnea: An investigation using physiological modelling *Anesth Analg.* 2000 Mar; 90(3): pp.619-624.
- [15] Adnet F, Hennequin B, Lapandry C. Induction anesthésique en séquence rapide pour l'intubation trachéale préhospitalière. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation.* 1998 Jul ;17(7) :688-698.
- [16] Cantineau JP, Tazarourte K, Merckx P, Martin L, Reynaud P, Berson C, Bertrand C, Aussavy F, Lepresle E, Pentier C, Duvaldestin P. Induction trachéale en réanimation préhospitalière: intérêt de l'induction anesthésique à séquence rapide. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation.* 1997 ; 16(7) :878-884.
- [17] Adneta F, De La Coussaye J-E, Jabrec P. Intubation en séquence rapide : quels médicaments utiliser en préhospitalier ? *Réanimation.* 2010 Nov; 19(7): 622-626.
- [18] Ricard-Hibon A, Chollet C, Leroy C, Marty J. Succinylcholine improves the time of performance of a tracheal intubation in prehospital critical care medicine. *Eur J Anaesthesiol.* 2002 May;19(5):361-7.
- [19] Heier T, Feiner JR, Lin J, Brown R, Caldwell JE. Hemoglobin desaturation after succinylcholine-induced apnea. *Anesthesiology.* 2001; 94:754-9.
- [20] Hayes AH, Breslin DS, Mirakhor RK, Reid JE, O'Hare RA. Frequency of haemoglobin desaturation with the use of succinylcholine during rapid sequence induction of anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2001 Jul; 45(6):746-9.
- [21] Naguib M, Samarkandi AH, Abdullah K, Riad W, Alharby SW. Succinylcholine dosage and apnea-induced hemoglobin desaturation in patients. *Anesthesiology.* 2005 Jan; 102(1):35-40.
- [22] Marsch SC, Steiner L, Bucher E, Pargger H, Schumann M, Aebi T, Hunzikerand PR, Siegemund M. Succinylcholine versus rocuronium for rapid sequence intubation in intensive care: a prospective, randomized controlled trial. *Crit Care.* 2011 Aug; 15(4): R199.
- [23] Gebremedhn EG, Mesele D, Aemero D, Alemu E. The incidence of oxygen desaturation during rapid sequence induction and intubation. *World J Emerg Med.* 2014; 5(4):279-85.
- [24] Davis DP, Dunford JV, Poste JC, Ochs M, Holbrook T, Fortlage D, Size MJ, Kennedy F, Hoyt DB. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head-injured patients. *J Trauma.* 2004 Jul; 57(1):1-8.
- [25] Dunford JV, Davis DP, Ochs M, Doney M, Hoyt DB. Incidence of transient hypoxia and pulse rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med.* 2003 Dec; 42(6):721-8.
- [26] Spaite DW, Hu C, Bobrow BJ, Chikani V, Barnhart B, Gaither JB, Denninghoff KR, Adelson PD, Keim SM, Viscusi C, Mullins T, Sherrill D. The Impact of Combined Prehospital Hypotension and Hypoxia on Mortality in Major Traumatic Brain Injury. *Ann Emerg Med.* 2017 Jan; 69(1): 62-72.
- [27] Chi JH, Knudson MM, Vassar MJ, McCarthy MC, Shapiro MB, Mallet S, Holcroft JJ, Moncrief H, Noble J, Wisner D, Kaups KL, Bennick LD, Manley GT. Prehospital hypoxia affects outcome in patients with traumatic brain injury: a prospective multicenter study. *J Trauma.* 2006 Nov; 61(5):1134-41.
- [28] Mort TC, Waberski BH, Clive J. Extending the preoxygenation period from 4 to 8 mins in critically ill patients undergoing emergency intubation. *Crit Care Med.* 2009 Jan; 37(1):68-71.
- [29] Adnet F, Bally B, Boisson-Bertrand D, Bourgain JL, Bruder N, Chollet-Rivier M, Debaene B, Diemunsch P, Ecoffey C, Estebe JP, Francon D, Lacau Saint-Guily J, Mion G, Pean D. Prise en charge des voies aériennes en anesthésie adulte à l'exception de l'intubation difficile. Conférence de consensus 7 juin 2002. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation.* 2003 ; 22 : 3s-17s.

- [30] Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, Riou B. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 2000 May; 92(5):1229-36.
- [31] Diemunsch P, Langeron O, Richard M, Lenfant F. Prediction and definition of difficult mask ventilation and difficult intubation. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation. Conférence d'experts* 2008 Jan ; 27 : 3-14.
- [32] Reber A, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Lung aeration. The effect of pre-oxygenation and hyperoxygenation during total intravenous anaesthesia. *Anaesthesia*. 1996 Aug; 51(8):733-7.
- [33] Edmark L, Auner U, Enlund M, Ostberg E, Hedenstierna G. Oxygen concentration and characteristics of progressive atelectasis formation during anaesthesia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2010 Oct; 55(1):75-81.
- [34] Rusca M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Hedenstierna G, Spahn DR, Magnusson L. Prevention of atelectasis formation during induction of general anesthesia. *Anesth Analg*. 2003 Dec; 97(6):1835-9.
- [35] Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, Cohen Y, Eledjam JJ, Adnet F, Jaber S. Non invasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J of respiratory and critical care medicine*. 2006 Jul 15; 174(2):171-7.
- [36] Delay JM, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y, Kamel ME, Fabre JM, Eledjam JJ, Jaber S. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg*. 2008 Nov; 107(5):1707-13.
- [37] Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, Verzilli D, Jonquet O, Eledjam JJ, Lefrant JY. An intervention to decrease complications related to endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multi-center study. *Intensive Care Med*. 2010 Feb; 36(2):248-55.
- [38] Winck JC, Azevedo LF, Costa-Pereira A, Antonelli M, Wyatt JC. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema – a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2006; 10(2): R69.
- [39] Kuhn BT, Bradley LA, Dempsey TM, Puro AC, Adams JY. Management of Mechanical Ventilation in Decompensated Heart Failure. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2016 Dec; 3(4): 33.
- [40] Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, Bertrand F, Gaudry S, Rafat C, Labbé V, Dufour N, Jean-Baptiste S, Bedet A, Dreyfuss D, Ricard JD. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent desaturation during tracheal intubation of intensive care patients with mild-to-moderate hypoxemia. *Crit Care Med*. 2015 Mar; 43(3):574-83.
- [41] Vourc'h M, Asfar P, Volteau C, Bachoumas K, Clavieras N, EgretEAU PY, Asehounne K, Mercat A, Reignier J, Jaber S, Prat G, Roquilly A, Brule N, Villers D, Bretonniere C, Guitton C. High-flow nasal cannula oxygen during endotracheal intubation in hypoxemic patients: a randomized controlled clinical trial. *Intensive Care Med*. 2015 Sep; 41(9):1538-48.
- [42] Simon M, Wachs C, Braune S, de Heer G, Frings D, Kluge S. High-Flow nasal cannula versus bag-valve-mask for preoxygenation before intubation in subjects with hypoxemic respiratory failure. *Respir Care*. 2016 Sep; 61(9):1160-7.
- [43] Jaber S, Monnin M, Girard M, Conseil M, Cisse M, Carr J, Mahul M, Delay JM, Belafia F, Chanques G, Molinari N, De Jong A. 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, randomized controlled OPTINIV trial. *Intensive Care Med*. 2016 Dec; 42(12):1877-1887.
- [44] Solis A, Baillard C. Effectiveness of preoxygenation using the head-up position and noninvasive ventilation to reduce hypoxaemia during intubation. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2008 Jun; 27(6):490-4.
- [45] Khandelwal N1, Khorsand S, Mitchell SH, Joffe AM. Head-elevated patient positioning decreases complications of emergent tracheal intubation in the ward and intensive care unit. *Anesth Analg*. 2016 Apr; 122(4):1101-7.
- [46] Lane S, Saunders D, Schofield A, Padmanabhan R, Hildreth A, Laws D. A prospective, randomised controlled trial comparing the efficacy of pre-oxygenation in the 20 degrees head-up vs supine position. *Anaesthesia*. 2005; 60; 1064-1067.

Serment

SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.*

- *Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.*

- *Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*

- *Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*

- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

RESUME

Contexte : La préoxygénation vise à réduire la survenue d'une hypoxémie pendant l'intubation endotrachéale. La ventilation spontanée pendant 3 minutes avec 100% d'oxygène au masque facial demeure la méthode de référence. La fraction expirée (FeO_2) est recommandée pour surveiller l'efficacité de la préoxygénation, qui est optimale quand $FeO_2 > 90\%$.

Objectif : Évaluer si la méthode de référence de préoxygénation est efficace pour les patients admis dans un service d'urgence et nécessitant une intubation.

Méthode : Dans une étude prospective monocentrique, à l'hôpital universitaire de Montpellier, tous les patients adultes ayant besoin d'une intubation orotrachéale (IOT) étaient inclus, excepté ceux présentant un arrêt cardiaque. Les IOT étaient réalisées par des urgentistes séniors. Le critère de jugement principal était la proportion de patient atteignant une $FeO_2 > 90\%$ après 3 minutes de préoxygénation.

Résultats : Parmi les 26 patients inclus, 46,15% ont montré une $FeO_2 > 90\%$ à 3 minutes de préoxygénation. Pour les autres, la durée moyenne de préoxygénation pour la FeO_2 cible était 5,57 minutes. La proportion de patients édentés était significativement plus haute dans le groupe de patients ayant besoin d'une durée de préoxygénation plus longue (50% contre 0% ; $p=0,0064$).

Conclusion : Notre étude prouve que la période recommandée de préoxygénation n'est pas optimale pour tous les patients admis aux urgences. La réalisation d'une étude multicentrique permettrait de mieux identifier les facteurs liés à une préoxygénation inefficace et d'optimiser la méthode de préoxygénation chez ces patients.