



UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2020

**THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

**Évaluation de la Jet Ventilation à Haute Fréquence supraglottique
comme mode de ventilation en chirurgie laryngée pédiatrique**

Présentée et soutenue publiquement le 24 novembre 2020 à 18h
au Pôle Formation
par **Alix MALTEZEANU**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur *Dominique CHEVALIER*

Assesseurs :

Monsieur le Professeur *Christophe VINCENT*

Monsieur le Docteur *Francis VEYCKEMANS*

Directeur de thèse :

Monsieur le Professeur *Pierre FAYOUX*

AVERTISSEMENT

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Liste des Abréviations

AEP : Aryépiglottoplastie

CCAM : Classification commune des actes médicaux

CHARGE : Coloboma, Heart defect, Atresia chonae, Retarded growth and development, Ear anomalies/deafness

CHU : Centre hospitalier universitaire

CNIL : Comité national de l'informatique et des libertés

CO2 : Dioxyde de carbone

CPP : Comité de protection des personnes

DBP : Dysplasie broncho-pulmonaire

FiO2 : Fraction inspirée en Oxygène

JVHF : Jet ventilation haute fréquence

ORL : Oto-rhino-laryngologie

PaCO2 : Pression artérielle de Dioxyde de Carbone

PEP : Pression expiratoire positive

SatO2 : Saturation en Oxygène

SJV : Jet Ventilation Superposée

VACTERL : Vertebral anomalies, Anal atresia, Cardiovascular anomalies, Tracheoesophageal fistula, Esophageal atresia, Renal anomalies, Limb defect

VADS : Voies aérodigestives supérieures

Table des matières

Liste des Abréviations	4
1. INTRODUCTION	7
1.1. Particularités des voies aériennes de l'enfant.....	8
1.2. Jet-Ventilation à haute fréquence	13
1.2.1. Principes.....	13
1.2.2. Modes d'administration et principaux risques associés.....	16
2. MATERIELS ET METHODES	19
2.1. Déroulement d'une chirurgie laryngée par voie endoscopique dans notre centre	19
2.2. Recueil des données	21
2.2.1. Périodes de ventilation par JVHF	22
2.2.2. Oxymétrie de pouls pendant les périodes de JVHF	23
3. RESULTATS	24
3.1. Population et interventions	25
3.2. Analyse de la ventilation per-opératoire	26
3.2.1. Oxymétrie de pouls.....	27
3.2.2. Capnométrie	28
3.3. Complications majeures et échecs de JVHF :.....	29
3.3.1. Conversion du mode de ventilation en cours d'intervention	30
3.3.2. Recours à une intubation endotrachéale post-opératoire.....	31
3.4. Bradycardie et recours à l'injection d'atropine per-opératoire.	32
4. DISCUSSION.....	34
4.1. Limites et forces de l'étude.	34
4.2. Modes ventilatoires alternatifs pour la chirurgie laryngée endoscopique.....	35
4.2.1. Intubation endotrachéale	35
4.2.2. Alternance Apnée / Ventilation mécanique.....	36
4.2.3. Ventilation spontanée	37
4.2.4. Jet ventilation superposée.....	39
4.3. Jet Ventilation haute fréquence : Notre étude et la littérature	40
4.3.1. Pourquoi choisir la JVHF ?	40
4.3.2. Pourquoi le mode de délivrance supra-glottique ?	42
4.3.3. Complications rencontrées	44
4.4. Perspectives.....	46
5. CONCLUSION	48
Références Bibliographique.....	49

Résumé

Introduction

Au cours d'une microchirurgie laryngée en suspension se pose la question du mode de ventilation le plus adapté, afin d'optimiser l'exposition des voies aériennes supérieures tout en gardant une ventilation efficace. Cette question est d'autant plus importante chez l'enfant, qui présente des réserves respiratoires plus faibles que l'adulte. Le but de cette étude était d'évaluer l'efficacité et la sécurité de la Jet Ventilation Haute fréquence (JVHF) comme mode de ventilation pour la chirurgie laryngée endoscopique en pédiatrie.

Matériels et méthodes

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique, incluant tous les enfants âgés de 5 ans ou moins ayant bénéficié d'une microchirurgie laryngée et ventilés par JVHF supraglottique entre 2009 et 2018. Nous avons analysé la SatO₂ per-opératoire, ainsi que la nécessité d'intubation post-opératoire et la survenue de complications les plus fréquemment attribuées à la JVHF : les barotraumatismes, les distensions et ruptures gastriques.

Résultats

138 procédures ont été incluses et analysées regroupant des chirurgies de l'étage sus-glottique à la trachée. L'âge moyen était de 14 mois, et le poids moyen de 8,05kg.

3 conversions du mode de ventilation ont été nécessaires en raison d'une instabilité sous Jet, avec désaturations instantanées lors de la baisse de FiO₂ nécessaire à l'utilisation du laser. Nous n'avons noté aucun accident barotraumatique, aucune distension ni rupture gastrique. 76,8% des patients avaient une SatO₂ > 95% en cours d'intervention. 6,5% ont nécessité une injection d'atropine pour la prise en charge d'instabilité hémodynamique.

Conclusion

Nos résultats suggèrent que la JVHF supraglottique est un mode de ventilation efficace et sûr pour la chirurgie laryngée endoscopique chez le jeune enfant

1. INTRODUCTION

La chirurgie endoscopique est devenue pratique courante en laryngologie pédiatrique, notamment par le développement des supraglottoplasties comme traitement des laryngomalacies, première cause de stridor chez l'enfant.

Progressivement, les indications se sont multipliées grâce au développement de matériel spécifique (1), comme les différents laryngoscopes adaptés à l'enfant, les microinstruments (2) et les lasers, de plus en plus performants. (3) (4) (5).

Se pose toujours la question importante de la ventilation du patient lors de ces chirurgies, l'anesthésiste et le chirurgien devant intervenir simultanément dans les voies respiratoires.

Différents modes de ventilation ont été décrits, chez l'adulte comme l'enfant, afin d'optimiser les conditions de réalisation du geste chirurgical tout en sécurisant les voies aériennes du patient.

Le choix du mode de ventilation est particulièrement important chez l'enfant, qui présente, par ses particularités anatomiques et physiologiques, des voies aériennes plus étroites et des réserves respiratoires plus faibles que l'adulte. Cette question est d'autant plus importante qu'il a été démontré, en anesthésie pédiatrique, que plus de la moitié des évènements critiques per-opératoires étaient d'origine respiratoire (6).

Le but de cette étude est d'évaluer l'efficacité et la sécurité d'utilisation de la jet ventilation haute fréquence (JVHF) par voie supraglottique chez le jeune enfant.

1.1. Particularités des voies aériennes de l'enfant

Il est habituel de dire que « l'enfant n'est pas un adulte miniature ». Cet adage trouve tout son sens en ce qui concerne l'anatomie et la pathologie des voies respiratoires.

- Le Larynx :

Le larynx, constitué de cartilages s'articulant entre eux, de ligaments et de muscles, est un organe impair et médian assurant trois fonctions principales : la respiration, la phonation et la déglutition.

Il s'agit d'un organe mobile, s'élevant lors de la déglutition et l'émission de sons aigus, et s'abaissant lors de l'émission de sons graves.

Situé entre l'os hyoïde et la trachée, en avant du pharynx, il comprend 3 étages :

- L'étage sus-glottique s'étend du bord supérieur de l'épiglotte aux ventricules de Morgagni.

- L'étage glottique comprend les plis vocaux, la commissure antérieure et la commissure postérieure.

- L'étage sous-glottique s'étend des plis vocaux au pôle inférieur du cartilage cricoïde.

Le larynx de l'enfant se distingue de celui de l'adulte par sa position, sa forme et son orientation.

Sa position :

A la naissance, il se situe plus haut qu'à l'âge adulte : le bord inférieur du cartilage cricoïde se trouve en regard du corps vertébral de la 3^{ème} vertèbre cervicale chez le

nouveau-né, puis descend progressivement, pour se trouver en regard de la 6^{ème} vertèbre cervicale à la puberté.

De cette position très haute résulte la capacité des nouveau-nés à téter et respirer simultanément, ainsi que leur respiration nasale jusqu'à l'âge de 3 mois environ.

Sa forme :

Dans l'enfance, le larynx est décrit conique à pointe inférieure, avec, comme portion la plus étroite, l'étage sous-glottique (7) (8). Sa transformation au cours de la croissance lui confère progressivement une forme cylindrique.

Par ailleurs, l'étage sus-glottique est plus étroit qu'à l'âge adulte : L'épiglotte est plus enroulée et les replis aryépiglottique sont plus courts. Les aryténoïdes, quant à eux, sont plus volumineux.

A l'étage glottique, les processus vocaux des aryténoïdes occupent environ la moitié postérieure du plan glottique, alors qu'ils n'occupent qu'un tiers de ce plan chez l'adulte.

Son orientation :

Enfin, nous observons une différence d'orientation. A la naissance, un angle existe entre le pharynx, le larynx et la trachée, qui a tendance à s'aplatir avec le temps.

La croissance du larynx s'effectue en plusieurs phases :

La première jusqu'à l'âge de 3 ans environ, lors de laquelle s'effectue la majorité des modifications morphologiques.

La seconde, jusqu'à la puberté, correspond à une phase de croissance lente.

La dernière, nouvelle phase de croissance rapide, a lieu au cours de la puberté (9).

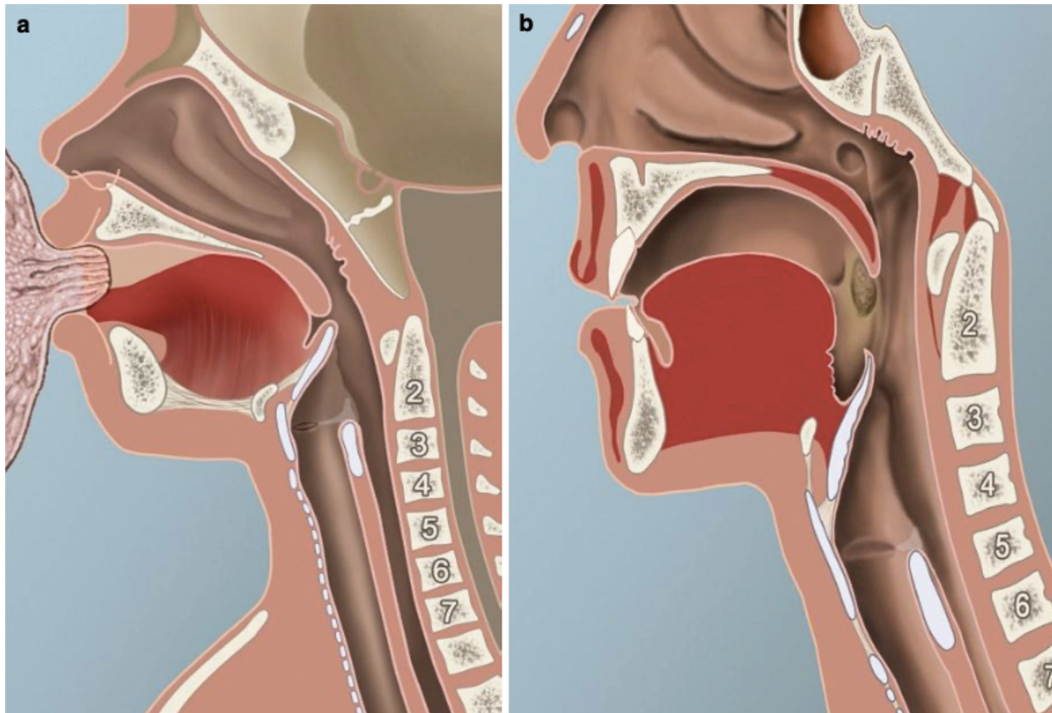


Figure 1 : Coupe sagittale d'un larynx d'enfant (a) et d'adulte (b). Image extraite du livre "pediatric airway surgery"

- Philippe Monnier

- La trachée :

La trachée de l'enfant présente la même configuration anatomique qu'à l'âge adulte. Elle est composée de 16 à 20 anneaux cartilagineux en forme de « fer à cheval » et d'une pars membranacea postérieure.

Elle diffère néanmoins en deux points : premièrement par son calibre, qui est réduit : le diamètre est trois fois plus petit en période néonatale qu'à l'âge adulte.

Deuxièmement, par la souplesse marquée des anneaux cartilagineux, qui favorise leur collapsus lors des modifications de pression au sein des voies respiratoires.

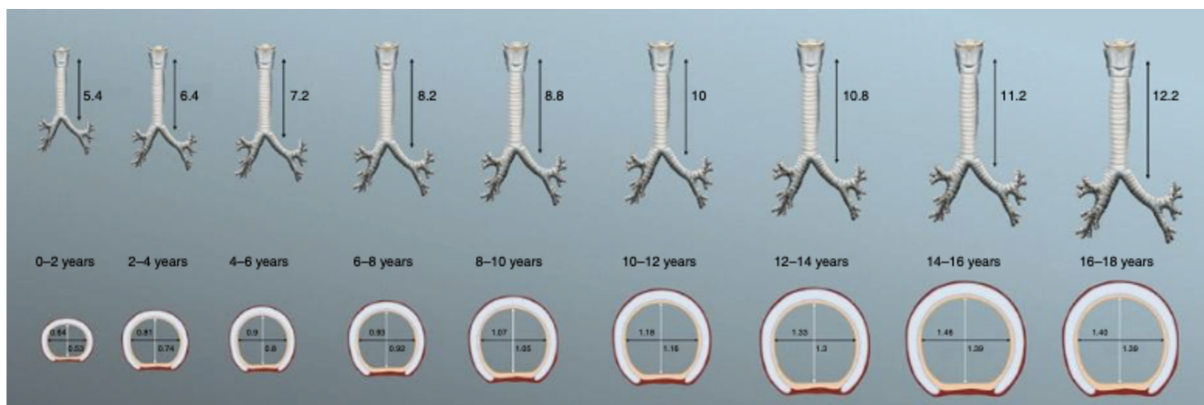


Figure 2 : Évolution de la trachée au cours de la croissance. Image extraite du livre « pediatric airway surgery » - Philippe Monnier

- Les voies aériennes inférieures

Les alvéoles pulmonaires sont plus volumineuses et moins nombreuses à la naissance (50 millions environ) qu'à l'âge adulte (300 millions), et ce d'autant plus que la naissance est prématurée. Les communications inter-alvéolaires n'apparaissent pas avant la fin de la première année de vie, ce qui favorise l'apparition d'atélectasies en cas de trouble ventilatoire avant cet âge.

Par ailleurs, la production de surfactant débute durant la 25^{ème} semaine d'aménorrhée et devient suffisante vers la 37^{ème} semaine d'aménorrhée. Certains facteurs, comme l'anoxie néonatale, peuvent diminuer sa production. Un manque de surfactant se traduit à la naissance par la présence de troubles du rapport ventilation/perfusion, d'atélectasies et l'apparition d'une hypoxie.

La structure de la cage thoracique diffère, les côtes sont plus horizontales et plus souples chez l'enfant qu'à l'âge adulte.

Enfin, le diaphragme, principal muscle respiratoire chez l'enfant comme chez l'adulte, est plus rapidement fatigable en raison de sa proportion plus faible en fibres musculaires de type I par rapport aux fibres de type II. Cette différence de

composition majore le risque d'épuisement respiratoire en cas d'obstacle ventilatoire dans la population pédiatrique.

- Conséquences sur la ventilation

Résistances

La réduction du calibre des voies aériennes est responsable d'une majoration des résistances en comparaison avec l'adulte, puisque la résistance à l'écoulement d'un fluide dans un cylindre est inversement proportionnelle au rayon du cylindre à la puissance 4.

Compliance

La compliance thoracique est élevée chez le nouveau-né, en raison de la souplesse des cartilages trachéo-bronchiques et costaux. De ce phénomène peut résulter un collapsus inspiratoire lors de l'inspiration forcée. En revanche, la compliance intra-pulmonaire est faible, ce qui engendre une difficulté d'expansion du parenchyme pulmonaire.

Mécanismes adaptatifs

Étant donné la faible compliance du parenchyme pulmonaire, l'augmentation de la ventilation alvéolaire se fait principalement par une augmentation de la fréquence respiratoire.

De même, la faible compliance musculaire cardiaque rend la fraction d'éjection ventriculaire peu adaptable et le débit cardiaque dépend principalement de la fréquence cardiaque.

Modifications physiologiques	Implications cliniques	Implications anesthésiques
Majoration de la compliance thoracique	Collapsus des VADS en cas de pression intrathoracique négative	Intubation et ventilation mécanique
Diminution de la proportion de fibres musculaires de type I	Epuisement respiratoire en cas d'obstruction chronique	Intubation et ventilation mécanique
Majoration de la ventilation alvéolaire	Augmentation de la fréquence respiratoire	Induction et réveil plus rapides en cas d'anesthésie inhalatoire
Diminution de la capacité résiduelle fonctionnelle Fermeture des petites voies aériennes dans le volume courant	Diminution des réserves en oxygène Frein glottique expiratoire pour éviter les atélectasies	Désaturation rapide en cas d'obstruction des VADS ou d'apnée
Diminution de la compliance musculaire cardiaque	Fraction d'éjection systolique peu adaptable ⇒ Débit cardiaque dépendant de la fréquence cardiaque	Mauvaise tolérance des bradycardies Nécessité d'administration d'anticholinergique
Système sympathique immature	Bradycardies lors des stimulations vagales avec hypoxie	Nécessité d'administration d'anticholinergiques.

Tableau 1 : Modifications physiologiques et conséquences en anesthésie. Extrait du manuel "Anesthesiology and Otolaryngology - 2013"

1.2. Jet-Ventilation à haute fréquence

1.2.1. Principes

Il s'agit d'un mode de ventilation contrôlée permettant de délivrer un gaz avec un volume courant faible, à haute vélocité, à travers un cathéter de très faible diamètre (< 2mm). Le gaz est délivré de façon intermittente, à une fréquence élevée (entre 1 et 10Hz). (10)

La pression d'injection du gaz dans le circuit en amont du cathéter d'injection est élevée. Le faible calibre du cathéter ainsi que sa rigidité sont responsables d'un effet Venturi.

Il se produit une transformation de la pression en énergie cinétique à l'intérieur du cathéter d'injection, provoquant une diminution de la pression ainsi qu'une

augmentation de la vitesse des gaz en aval, ce qui permet l'entraînement des gaz environnants présents dans les voies aériennes supérieures vers les alvéoles pulmonaires. Un flux inspiratoire est ainsi créé.

Lorsque la pression des voies aériennes devient supérieure à la pression d'injection à la sortie du cathéter, un reflux de gaz se produit hors des voies aériennes, ce qui correspond à une expiration passive.

La perméabilité des voies aériennes autour du cathéter est indispensable à ce temps expiratoire, afin que le gaz refluant ne rencontre pas d'obstacle à son échappement.

En cas d'obstacle à l'expiration passive, on peut observer un barotraumatisme avec risque de rupture alvéolaire, de pneumothorax, de pneumomédiastin etc.

La ventilation alvéolaire dépend de la fréquence respiratoire (nombre de cycles respiratoires par minute), et du volume courant (volume gazeux mobilisé lors d'un cycle respiratoire).

Le volume courant créé par la JVHF correspond au volume injecté auquel s'ajoute le volume entraîné, moins le volume reflué. Il n'est que très légèrement supérieur à l'espace mort du patient.

La difficulté majeure rencontrée au cours d'une ventilation par JVHF réside dans la gestion de ces différents volumes, qui dépendent de nombreux facteurs.

Les volumes entraînés et reflus dépendent majoritairement des caractéristiques anatomiques et physiologiques du patient. En effet, une compliance thoraco-pulmonaire abaissée majore le reflux gazeux expiratoire et une résistance des voies aériennes augmentée se traduit par une diminution de l'entraînement gazeux (11).

Par ailleurs, la vidange expiratoire dépend de la compliance, de la résistance, mais également du temps qu'occupe la phase expiratoire par rapport au cycle respiratoire complet. Lorsque ce temps est trop court pour permettre une vidange complète, il se crée une distension pulmonaire progressive avec un phénomène d'« auto-PEP » (pression expiratoire positive) qui peut évoluer en un accident barotraumatique.

Afin de pallier les facteurs non modulables que sont la compliance et la résistance des voies aériennes du patient, il est possible de modifier certains réglages du ventilateur automatique de JVHF (12) tels que la pression de travail, la durée d'insufflation ou la fréquence. Chez l'enfant, le temps inspiratoire doit être inférieur à 30% de la durée du cycle respiratoire total.

Enfin, l'utilisation d'un système de sécurité par contrôle de la pression présente dans les voies aériennes est primordiale. Il s'agit du monitoring de la pression télé-expiratoire (13) (14) : La pression des voies aériennes est mesurée à travers le cathéter d'injection. Ce système est conçu pour prévenir les barotraumatismes en inhibant l'insufflation de gaz dans les voies respiratoires lorsque la pression monitorée à l'extrémité du cathéter devient supérieure à un seuil prédéfini par l'anesthésiste.

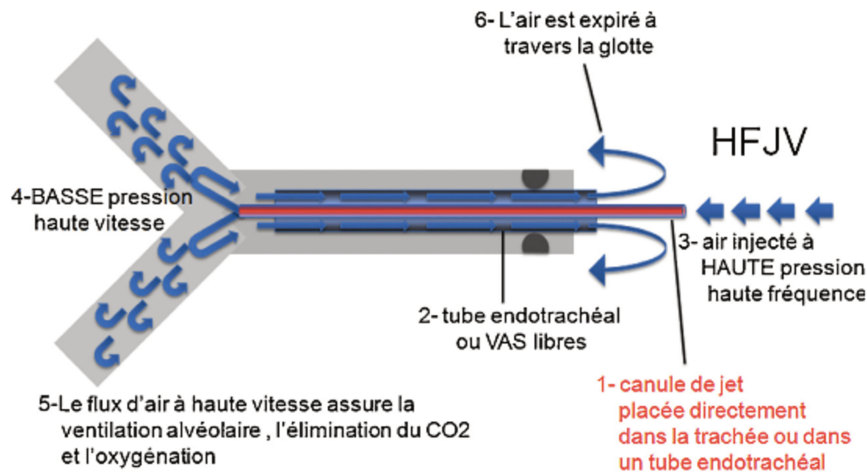


Figure 3 : Principes de la JVHF. Ici, le cathéter d'injection est en position translaryngée. - Chollet-Rivier

1.2.2. Modes d'administration et principaux risques associés

- Voie supraglottique

Le pôle inférieur du cathéter de Jet ventilation est positionné par l'opérateur au-dessus du plan glottique, sous contrôle visuel direct.

Le cathéter peut être soit maintenu par l'opérateur en position supra-glottique durant toute l'intervention, soit fixé au laryngoscope afin de libérer les mains du chirurgien.

En cas d'obstruction plus distale des voies aériennes du patient, cette technique de ventilation expose aux risques de barotraumatismes par majoration de l'effet d'entraînement liée à une accélération des gaz par effet Venturi au niveau de la sténose (15), et ce d'autant plus que le monitoring de la pression trachéale n'est pas réalisable.

Il existe également un risque d'insufflation d'air dans les voies digestives, qui peut se traduire par une distension, voire une rupture gastrique lorsque le débit est important.

Cette méthode n'est en revanche pas invasive, permet une parfaite exposition des voies aériennes supérieures de l'enfant, et évite d'éventuels dommages muqueux secondaires au cathétérisme de la filière sous-glottique.

- Voie transglottique

Le pôle inférieur du cathéter de Jet Ventilation est placé par l'opérateur dans la lumière trachéale, à travers le plan glottique, sous contrôle visuel direct.

Cette technique expose aux risques de barotraumatisme en cas d'obstacle expiratoire par obstruction de la filière respiratoire en amont du cathéter.

Le choix du type de cathéter est fondamental : Il doit être résistant aux fortes pressions, revêtu d'un matériau non inflammable en cas d'utilisation d'un laser chirurgical et présenter un calibre compatible avec une exposition satisfaisante de la filière pour le chirurgien. (16)

Compte tenu de l'étroitesse de la voie respiratoire du jeune enfant et du diamètre du cathéter, le volume de gaz pouvant être mobilisé autour de ce dernier reste faible et souvent insuffisant. Ce mode de ventilation est donc peu adapté au nouveau-né et au nourrisson.

- Voie transtrachéale (17)

Le cathéter est positionné sous le plan glottique dans la lumière trachéale, par voie externe par ponction de la membrane crico-thyroïdienne (18).

En premier lieu, cette voie d'abord expose au risque d'emphysème sous-cutané, voire de pneumomédiastin et de pneumothorax en cas de migration de l'aiguille dans les espaces pré-trachéaux.

De plus, en cas d'obstruction supra-glottique sévère, ce qui représente la principale indication opératoire chez le jeune enfant, les volumes mobilisés par l'effet venturi peuvent être insuffisants. Cette limitation peut en outre être majorée par une augmentation du collapsus glotto-supra-glottique lié au positionnement sous-glottique de l'effet Venturi.

2. MATERIELS ET METHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective, monocentrique, incluant l'ensemble des interventions chirurgicales laryngées réalisées chez des enfants de 5 ans ou moins, au cours desquelles les patients ont été ventilés par Jet ventilation haute fréquence par voie supraglottique entre 2009 et 2018.

2.1. Déroulement d'une chirurgie laryngée par voie endoscopique dans notre centre

Le Ventilateur Acutronic – Monsoon^R a été utilisé pour l'ensemble de l'étude.

Les paramètres du ventilateur automatiques sont initialement réglés de la façon suivante :

Pression : 0,3 bar ; Fréquence : 180/minute ; Pression télé-expiratoire : 14mbar ;

Temps inspiratoire /Temps total : 30%

Ils sont secondairement adaptés à chaque patient.

L'induction est habituellement conduite par inhalation de Sevoflurane et l'anesthésie générale maintenue par voie intraveineuse à l'aide de Propofol et de Rémifentanyl.

Après induction et application d'une anesthésie locale de la glotte et de la trachée avec une solution de lidocaïne, une endoscopie rigide est systématiquement réalisée afin d'explorer l'ensemble de la voie respiratoire haute.

Un laryngoscope adapté à la taille de l'enfant est utilisé pour exposer la margelle laryngée, sans charger l'épiglotte, et mis en suspension. Un cathéter métallique de Jet ventilation est ensuite placé dans le laryngoscope et maintenu en position supra-

glottique afin d'obtenir une ventilation optimale, jugée sur l'amplitude des mouvements thoracique et les données du monitoring cardio-respiratoire (19). Lorsque la chirurgie est menée aux instruments froids, la FiO₂ peut être maintenue à 100%.

Lorsqu'elle est menée au laser CO₂, nous utilisons le laser via un bras articulé couplé au microscope. Les mesures classiques de prévention de combustion des voies aériennes sont mises en place, notamment la nécessité de baisser la FiO₂ à moins de 30% afin de diminuer la concentration en oxygène dans la filière et de minimiser le risque d'inflammation.

Lorsque l'enfant désature à 92%, le geste chirurgical est interrompu temporairement afin de remonter la FiO₂ à 100% et d'améliorer l'oxygénation. Une fois la SatO₂ remontée et les réserves respiratoires de l'enfant reconstituées, la FiO₂ peut être de nouveau baissée à moins de 30%, le chirurgien attend l'accord de l'anesthésiste afin de poursuivre l'intervention au laser. Cette manœuvre ne nécessite pas de modifier l'installation du patient, notamment la suspension.

Une fois la chirurgie terminée, la JVHF est stoppée et une ventilation assistée par masque facial est maintenue jusqu'à la reprise d'une ventilation spontanée. Les patients sont réveillés non intubés.

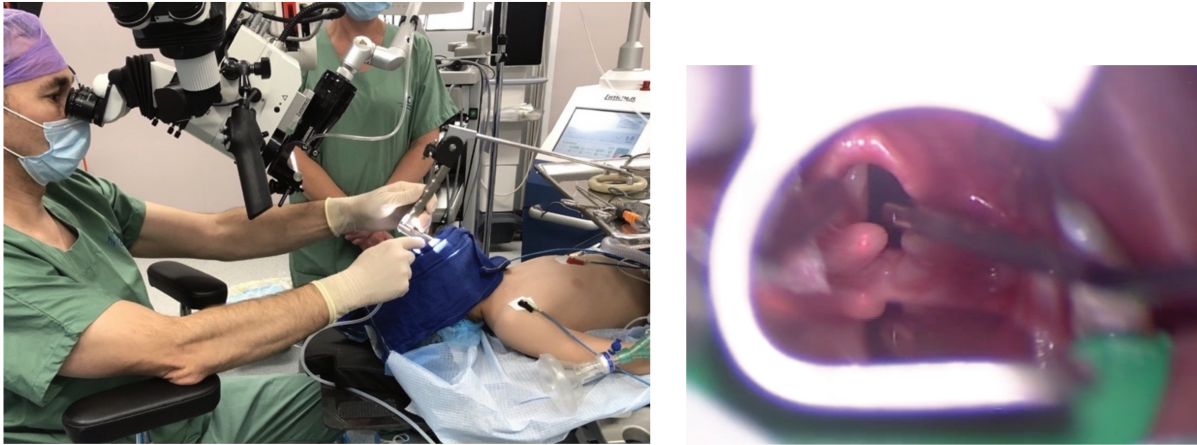


Figure 4 : Gauche : Installation du patient en microlaryngoscopie. Droite : Vue endoscopique. Cathéter de JVHF placé à l'étage supraglottique

2.2. Recueil des données

Après accord auprès du CPP et déclaration à la CNIL, une analyse rétrospective de l'ensemble des interventions dont les codes CCAM correspondaient à une chirurgie laryngée par voie endoscopique entre 2009 et 2018 a été réalisée.

Nos critères d'inclusion étaient :

- Age inférieur ou égal à 5 ans
- Ventilation par JVHF supraglottique au cours d'une chirurgie laryngée endoscopique

Les données ont été recueillies à l'aide du dossier médical informatisé du CHU. Deux logiciels ont été utilisés : SILLAGE (dossier médical) et DIANE (données per-opératoires).

Pour chaque intervention, nous avons procédé au recueil de :

-l'âge et du poids de l'enfant au moment de l'intervention.

- La présence de comorbidités notables
- L'état respiratoire pré-opératoire
- Le type de chirurgie réalisée
- Le recours à l'utilisation du Laser CO2
- La nécessité d'injection d'atropine per-opératoire
- La fréquence cardiaque per-opératoire
- La nécessité de recours à une intubation endotrachéale ou à un changement de mode de ventilation.
- Les complications à type de barotraumatisme, rupture ou distension gastrique.

Pour chaque intervention, les données numériques de la SatO2 ainsi que celles du CO2expiré, enregistrées toutes les 10 à 40 secondes dans le logiciel Diane ont été analysées.

Le monitoring trans-cutané peropératoire de la pCO2 (TOSCA) n'étant pas enregistré sur le dossier DIANE, il n'a pas été possible de retracer ces données.

Toutes les données ont été recueillies dans un tableur Excel-Microsoft^R et des statistiques descriptives ont été réalisées à partir de ce même logiciel.

2.2.1. Périodes de ventilation par JVHF

Nous avons premièrement défini, pour chaque intervention, les périodes durant lesquelles le patient était ventilé par JVHF. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur le monitoring de la capnométrie.

En effet, le capnographe ne permet d'obtenir une valeur de CO2expiré que lorsque le capteur est connecté à une sonde d'intubation, un masque facial ou un masque laryngé.

Si nous nous intéressons au monitoring de la capnométrie lors d'une intervention, nous retrouvons une première période de CO₂expiré nulle lors de l'endoscopie laryngo-trachéale, puis une seconde, plus longue, correspondant à la ventilation par JVHF.

Nous avons défini comme période de JVHF la période durant laquelle le CO₂expiré était nul, à l'exception de la première, de l'ordre d'une minute en général, qui correspond à la laryngoscopie première.

2.2.2. Oxymétrie de pouls pendant les périodes de JVHF

Une fois les périodes de JVHF définies, nous nous sommes intéressés au monitoring de l'oxymétrie de pouls pendant ces périodes.

Nous avons réparti les mesures en 4 catégories :

- Pas de désaturation : SatO₂ > 95%
- Désaturation légère : 94% > SatO₂ > 90%
- Désaturation modérée : 89% > SatO₂ > 85%
- Désaturation sévère : 84% > SatO₂.

En nous basant sur les valeurs numériques de l'oxymétrie de pouls, nous avons également pu calculer le nombre d'interruptions temporaires d'utilisation du laser : Chaque ascension de la SatO₂ pendant les périodes de JVHF était considérée comme une interruption temporaire du geste afin de remonter la FiO₂ à 100%.

3. RESULTATS

Parmi les 305 chirurgies laryngées endoscopiques réalisées dans le service d'ORL pédiatrique du CHU de Lille entre 2009 et 2018, 152 répondaient aux critères d'inclusion.

Quatorze interventions ont été exclues en raison d'un manque de données, rendant impossible l'analyse de l'efficacité et de la sécurité d'utilisation de la JVHF. Au total, 138 procédures ont été analysées.

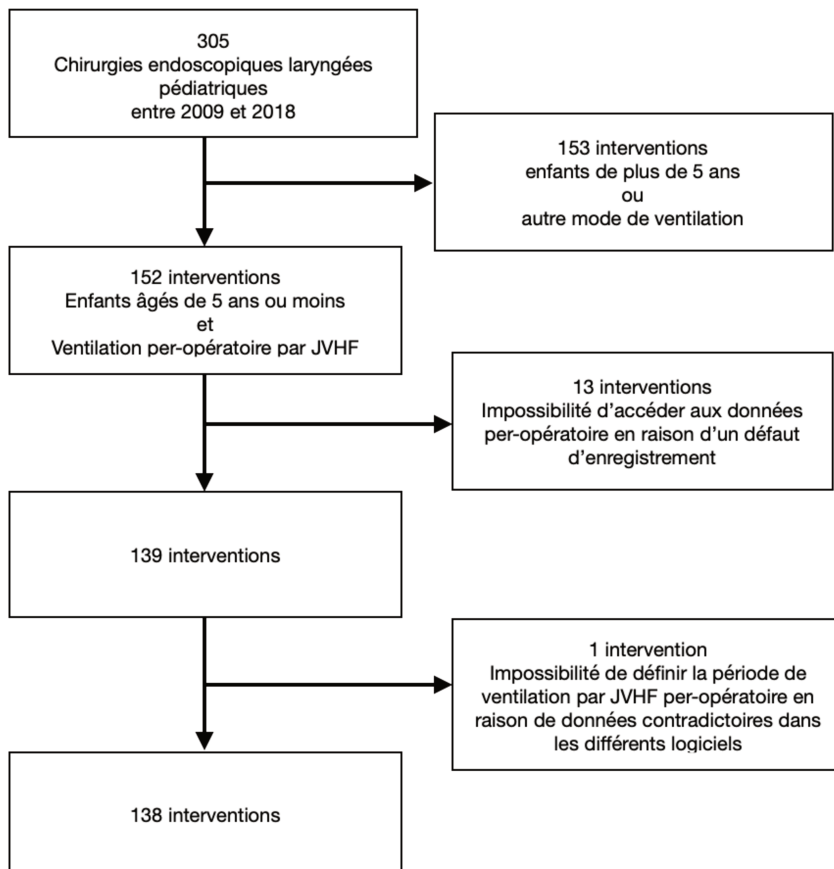


Figure 5 : Diagramme de flux

3.1. Population et interventions

L'âge moyen des patients au moment de la chirurgie était de 14 mois (2 jours - 5 ans) et le poids moyen de 8,05kg (2,45 - 39kg), la médiane était de 4,9 mois et 5,31kg.

Nous avons noté la présence de comorbidités chez 62 patients (44,9%). Parmi ces enfants, 30 (48,3%) étaient porteurs de malformations vasculaires et 39 (62,9%) présentaient des pathologies pulmonaires.

En période pré-opératoire, tous les patients étaient dyspnéiques et 38 (27,5%) nécessitaient une assistance ventilatoire.

Le tableau 2 résume les caractéristiques de la population.

Les interventions chirurgicales incluaient :

- 82 aryépiglottoplasties
- 23 résections ou dilatations de sténoses sous-glottiques
- 17 prises en charge de sténoses glottiques postérieures par aryténoïdectomie totale ou partielle, cordotomie ou section de bride postérieure.
- 5 sections de palmures glottiques
- 5 exérèses de tumeurs laryngées ou trachéales
- 4 laryngoplasties par voie endoscopique
- 2 fermetures de diastèmes par voie endoscopique

Le laser CO2 a été utilisé dans 126 cas (91,3%), et les instruments froids seuls dans 12 cas (8,7%).

La durée moyenne de ventilation par JVHF était de 22minutes et 21secondes (écart type 10min15sec), l'intervention la plus courte ayant duré 5minutes et la plus longue 1heure et 8minutes.

	Nombre d'interventions
Présence d'un support ventilatoire pré-opératoire	38
-Intubation endotrachéale	2
-VNI	18
-Oxygénothérapie / Optiflow ^R	18
Comorbidités associées	62
-Prématurité	20
-Encéphalopathie / dysfonction tronc cérébral	6
-Syndrome de DiGeorge	5
-Trisomie 21	4
-VACTERL	4
-Brûlures des voies aériennes	3
-CHARGE	2
-Séquence Pierre-Robin	2
-Neurofibromatose de type 1	1
-Myopathie	1
-Syndrome de Noonan	1
-Epidermolyse bulleuse	1
-Prader Willi	1
-Malformations cardiovasculaires isolées	4
-Trisomie 9	1
-Duplication Xq28	1
-Syndromes polymalformatifs non étiquetés	5

Tableau 2 : Caractéristiques de la population

3.2. Analyse de la ventilation per-opératoire

135 interventions (97,8%) ont pu être finalisées sous JVHF. Dans 3 cas, une conversion du mode de ventilation par intubation oro-trachéale a été nécessaire afin de terminer la procédure.

L'utilisation du laser a été interrompue en moyenne 3,22 fois par procédure (0 à 16), en raison de désaturations nécessitant l'augmentation de la FiO2 délivrée au patient. Dans 11 cas (7,9%), des épisodes de désaturations ne répondant pas à la ré-ascension de la FiO2 ont nécessité une interruption du geste avec désinstallation de la mise en suspension afin de ventiler l'enfant au masque facial.

3.2.1. Oxymétrie de pouls

106 patients (76,8%) ont présenté une SatO2 moyenne > 95% en cours d'intervention, 31 patients (22,4%) n'ont présenté aucun épisode de désaturation. 103 patients (74,6%) n'ont pas présenté de désaturation sévère. Le tableau 3 résume le temps moyen de désaturation par intervention.

5 enfants (3,6%) avaient une SatO2 moyenne < 90% lors du geste. Nous détaillons dans le tableau 4 les caractéristiques de ces patients. Dans les 5 cas, il a été nécessaire de réaliser plusieurs pauses afin d'augmenter la FiO2. Il n'a cependant pas été nécessaire de recourir à un autre mode de ventilation car aucun n'a présenté d'instabilité hémodynamique.

	Durée moyenne - (médiane) de la désaturation. Exprimée en % de temps chirurgical
Désaturation < 95%	33% – (16)
Désaturation 94 - 90%	15% - (10)
Désaturation 89 – 85%	6 % – (1)
Désaturation < 84%	2 % – (0)

Tableau 3 : Durée de la désaturation en fonction de son intensité

Patient	Age (mois)	Comorbidités	Support ventilatoire pré-opératoire	Geste chirurgical réalisé	Durée du geste	Saturation moyenne	Bradycardie	Atropine	Intubation post-opératoire
1	10	0	VNI	AEP	19min 2 s	82,1%	0	50ug avant le geste	oui
2	20	Grand prématuré avec DBP	0	Réséction de bride cordale postérieure	15min 18s	88,9%	0	100ug avant le geste	non
3	2	0	0	AEP	32min 23s	89,7%	0	50ug avant le geste	non
4	0	0	0	AEP	6min 49s	85,8%	0	50ug avant le geste	non
5	5	Grand prématuré avec DBP	Oxygénothérapie	Cordotomie	24min 21s	86,0%	0	non	oui

Tableau 4 : Caractéristiques des patients ayant présenté une SatO2 moyenne < 90% lors du geste.

AEP : aryépiglottoplastie ; DBP : Dysplasie bronchopulmonaire

3.2.2. Capnométrie

Nous n'avons pas pu recueillir les données de capnométrie en cours d'intervention.

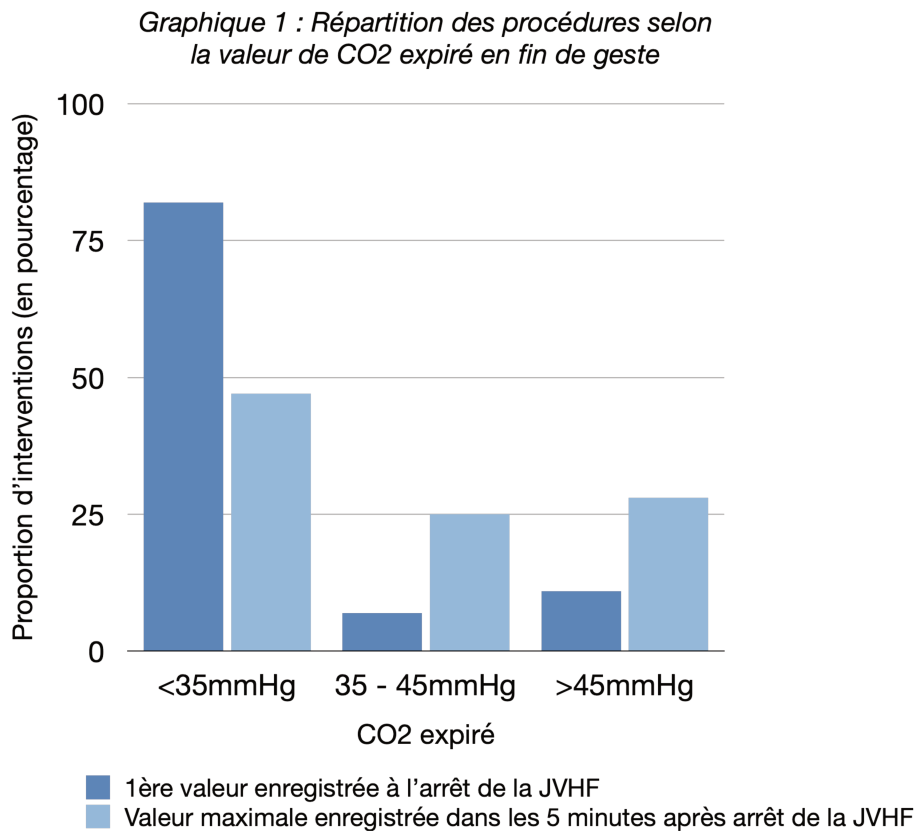
La première valeur de CO₂expiré mesurée à l'arrêt de la JVHF était en moyenne de 21,8mmHg (5 à 78mmHg), pouvant être le témoin d'une hyperventilation lors de la JVHF.

Nous notons ensuite une tendance à la majoration du CO₂expiré avec une moyenne des valeurs maximales de CO₂expiré de 37,0mmHg (9 à 90mmHg) dans les 5 minutes suivant la reventilation au masque.

Nous avons retrouvé un pic de CO₂expiré supérieur à 60mmHg dans les 5 minutes suivant l'arrêt de la JVHF chez 13 enfants (9%). Parmi eux, 12 avaient une SatO₂

moyenne > 95% pendant le geste, et un a été intubé afin de terminer l'intervention.

Aucun n'a présenté d'instabilité hémodynamique.



3.3. Complications majeures et échecs de JVHF :

Nous n'avons observé aucun pneumothorax, pneumomédiastin, distension ni rupture gastrique dans les suites opératoires.

Aucune combustion des voies aériennes n'est survenue lors de l'utilisation du laser.

Un enfant a présenté une pneumopathie bactérienne, pour laquelle une inhalation per opératoire est la cause probable. Il s'agissait d'un enfant opéré d'un angiome

sous-glottique au laser CO₂, avec saignement per-opératoire nécessitant une intubation en fin d'intervention afin de favoriser l'hémostase. Cette patiente a développé une hypoxie post-opératoire concomitante d'une majoration du syndrome inflammatoire biologique 48 heures après l'intervention. Une radiographie thoracique confirmait la pneumopathie franche lobaire aigue. L'inhalation est dans ce contexte très probablement liée au saignement per-opératoire objectivé par le chirurgien. Aucun autre patient n'a présenté de trouble ventilatoire clinique ou radiologique post-opératoire.

3.3.1. Conversion du mode de ventilation en cours d'intervention

Parmi les 138 procédures, 3 (2,1%) ont nécessité une intubation endotrachéale et une conversion à une ventilation conventionnelle afin de mener à bien la chirurgie en raison d'une instabilité sous JVHF. Les caractéristiques de ces trois patients sont résumées dans le tableau 5.

Dans les trois cas, la procédure nécessitait l'utilisation du laser CO₂. Les difficultés ventilatoires résultaient de désaturations rapides et profondes, dès lors que la FiO₂ était abaissée, avec une ascension très lente et laborieuse de la SatO₂ lorsque la FiO₂ était remontée à 100%. La saturation moyenne de ces enfants pendant la période de JVHF était de 91,3%. Le temps opératoire dont disposait le chirurgien pour l'utilisation du laser était extrêmement réduit, et la mise en place d'une sonde d'intubation a permis de stabiliser la ventilation et de mener à bien chacune des procédures. Il est cependant intéressant de noter qu'aucun de ces enfants n'a présenté d'instabilité hémodynamique, et qu'aucun recours à une injection d'atropine n'a été nécessaire.

Patients	Age (mois)	Type de chirurgie	Comorbidités	Nombre de pauses pour majoration de la FiO2	SatO2 moyenne	Support ventilatoire pré-opératoire
1	15	Aryépiglottoplastie	Non	1	92,0%	Non
2	10	Aryépiglottoplastie	Séquence Pierre Robin	7	91,3%	Intubation endotrachéale
3	34	Section de sténose sous-glottique	Grand prématuré avec dysplasie bronchopulmonaire	2	90,6%	Non

Tableau 5 : Caractéristiques des patients ayant nécessité une conversion du mode de ventilation per-opératoire

3.3.2. Recours à une intubation endotrachéale post-opératoire

A l'exclusion de ces derniers patients, 40 autres enfants ont été intubés.

Dans 20 cas, l'intubation post-opératoire était prévue, soit pour des raisons anesthésiques, soit pour des raisons chirurgicales :

- 9 enfants nécessitaient un calibrage des voies respiratoires en fin de procédure. Celui-ci était effectué à l'aide d'une sonde d'intubation sans ballonnet et était prévu avant la chirurgie. Il s'agissait de 4 laryngoplasties, 2 fermetures de diastème par voie endoscopique et 3 résections d'angiomes sous-glottiques.
- 11 enfants bénéficiaient d'un autre geste chirurgical au cours de la même anesthésie générale, pour lesquels une intubation était nécessaire. Il s'agissait de 5 amygdalectomies, 2 adénoïdectomies, 2 gastrostomies, une cure de hernie ombilicale et un geste sur le voile du palais. Tous ces enfants ont été extubés sans difficulté en fin de procédure, avant d'être transférés en salle de réveil.

Concernant les 20 cas restant (14% de la population totale), la mise en place d'une sonde d'intubation endotrachéale avec ventilation mécanique a été nécessaire pour

la prise en charge de difficultés respiratoires durant la phase de réveil. Dans la majorité des cas (17 interventions), ces difficultés étaient liées à un laryngospasme ou à une absence de reprise de ventilation spontanée.

Dans un cas, l'intubation a été nécessaire en raison d'une hypothermie. Il s'agissait d'un enfant de 3,2kg ayant bénéficié d'une aryépiglottoplastie dans le cadre de la prise en charge d'une laryngomalacie sévère.

Enfin, deux enfants ont présenté une hypoxie avec bradycardie ayant nécessité un recours à une injection d'atropine.

Parmi ces 20 patients, 9 (45%) nécessitaient un support ventilatoire préalable à la chirurgie : 5 sous VNI, 3 sous Oxygénothérapie et 1 était intubé. Les interventions concernées comprenaient 14 aryépiglottoplasties au laser, 2 sections de sténoses sous-glottiques, 2 cordectomies, 1 aryténoïdectomie et une résection de lésion bulleuse laryngée.

9 enfants (45%) ont été extubés le jour même, 5 (25%) le lendemain et 6 (30%) ont été extubés 48h après l'intervention.

3.4. Bradycardie et recours à l'injection d'atropine per-opératoire.

Un changement de protocole d'anesthésie a été observé au cours de cette étude. En effet, lors des premières années, l'atropine était régulièrement administrée avant la chirurgie, notamment pour son action inhibitrice sur la sécrétion salivaire, particulièrement gênante pour la chirurgie laryngée endoscopique.

Dans ce cadre, une administration d'atropine a été réalisée avant le début de la chirurgie dans 69 cas.

Nous nous intéressons principalement au recours nécessaire à l'atropine pour la prise en charge des instabilités hémodynamiques.

Au moins un épisode de bradycardie avec fréquence cardiaque < 100 battements par minute est survenu lors de 22 interventions. Un seul était sévère (pic à 47 battements par minute), mais avec récupération spontanée. Seuls 9 enfants (6,5%) ont nécessité une injection d'atropine per-opératoire pour prise en charge d'une bradycardie. Aucun arrêt cardiorespiratoire n'est survenu.

4. DISCUSSION

4.1. Limites et forces de l'étude.

Notre étude comporte deux principales limites.

D'une part, l'analyse rétrospective des données. Elle impliquait, afin de définir le temps de JVHF lors du geste avec la meilleure fiabilité, de se baser sur la capnométrie telle qu'enregistrée dans DIANE. Les périodes de JVHF n'étant pas les seules durant lesquelles le CO₂ expiré est nul, il a été nécessaire, dans les rares cas de doute, de rechercher la notification de l'heure de début et de fin de JVHF sur le logiciel DIANE. Ces notifications étant saisies dans le logiciel pendant l'intervention par l'équipe d'anesthésie, il est possible qu'elles manquent de précision compte tenu de l'attention permanente requise de ces équipes par la JVHF.

Par ailleurs, en raison du caractère rétrospectif du recueil de données, le nombre d'interruption de la chirurgie au laser nécessaire à la majoration de la FiO₂ est très probablement surestimé. En effet, nous avons défini comme interruption de la procédure chaque évènement lors duquel on observait une réascension de la SatO₂. Or, en pratique clinique, il est parfois observé une variation de celle-ci, avec des épisodes de ré-ascension spontanée sans nécessité d'interrompre le geste.

D'autre part, le manque de données concernant le réglage du ventilateur Acutronic-Monsoon^R que nous utilisons et les modifications éventuellement nécessaires durant la procédure (fréquence, pression de travail, pression des voies aériennes à l'extrémité du cathéter lors de la ventilation) n'ont pas été enregistrées et donc recueillies. Nous n'avons pu recueillir les valeurs de CO₂ transcutané car nous ne

dispositions pas du monitoring ad hoc. Une fiche de recueil prospectif de ces données a été conçue afin de pouvoir poursuivre cette étude de manière prospective.

Le choix d'une période d'étude de 9 ans constitue en revanche la principale force de cette étude, puisqu'il a permis d'obtenir une cohorte importante de nouveau-nés et jeunes enfants ventilés par JVHF supraglottique au cours d'une chirurgie laryngée, ce qui est rare dans la littérature.

4.2. Modes ventilatoires alternatifs pour la chirurgie laryngée endoscopique

Le choix de la technique est fondamental, et dépendra de la chirurgie réalisée, de l'état respiratoire pré-opératoire des patients ainsi que des habitudes de chaque équipe. Quel que soit le mode de ventilation choisi, une communication permanente entre l'équipe d'anesthésie et de chirurgie est nécessaire à l'optimisation de la ventilation et de l'oxygénation per-opératoire.

4.2.1. Intubation endotrachéale

S'il s'agit de la technique la plus sûre pour assurer la ventilation du patient sur le plan anesthésique, d'un point de vue chirurgical, elle présente en revanche l'immense désavantage d'altérer la qualité de l'exposition des structures laryngées. De plus, en cas d'utilisation du laser CO₂, les sondes classiques ne peuvent être utilisées en raison du risque d'ignition des voies aériennes. Il faut alors utiliser des sondes

protégées adaptées (20) (21). Ces sondes présentent l'inconvénient d'avoir un rapport diamètre externe / diamètre interne très important, les rendant peu adaptées aux jeunes enfants. Elles sont en pratique clinique extrêmement peu utilisées en pédiatrie.

4.2.2. Alternance Apnée / Ventilation mécanique

Le principe est d'alterner les périodes d'apnées, lors desquelles le chirurgien opère, et de ventilation mécanique à l'aide d'une sonde d'intubation. Afin de réduire les lésions muqueuses et l'œdème lié aux multiples intubations, le plus petit calibre de sonde permettant une ventilation efficace est choisi. L'avantage que présente cette technique est qu'elle laisse le champ opératoire parfaitement libre et qu'elle n'expose pas au risque de combustion des voies aériennes lors de l'utilisation du laser. Elle expose cependant aux risques d'hypoxémie et d'hypercapnie (22), qui se majorent à chaque apnée (22), et ce d'autant plus que l'enfant est jeune.

Patel et al (23) ont publié en 2014 la relation entre la durée d'apnée pendant laquelle l'oxygénation était satisfaisante et l'âge. (Tableau 6).

Ce mode ventilatoire présente pour le chirurgien l'inconvénient de devoir réaliser de nombreuses pauses en cours d'intervention afin d'assurer la ventilation. Dans l'étude de Cohen et al (24) portant sur 240 interventions, le temps opératoire entre deux intubations était au maximum de 90 secondes. Dans l'étude de Weisberger et al (25), il était en moyenne de 2,6 minutes.

Age	T 90% (sec)
	Moyenne +/- Ecart type
2 jours – 6 mois	96,5 +/- 12,7
7 mois – 23 mois	118,5 +/- 9,0
2 ans – 5 ans	160,4 +/- 30,7
6 ans – 10 ans	214,9 +/- 34,9
11 ans – 18 ans	382,4 +/- 79,9

Tableau 6 : Relation entre l'âge et le temps d'apnée bien oxygénée. Patel et al. (23)

4.2.3. Ventilation spontanée

Cette technique de ventilation permet une exposition parfaite pour le chirurgien et mais n'est pas dénuée de risque de combustion des voies aériennes en cas d'utilisation du laser

Toute sa difficulté réside dans l'équilibre de la profondeur de l'anesthésie.

Pas assez profonde, elle expose à un risque de laryngospasme lors de la stimulation chirurgicale ou de mouvements peropératoires pouvant nécessiter le démontage en urgence de la suspension afin de limiter le risque de traumatisme. L'application de lidocaïne en spray sur le plan glottique diminue ce risque mais ne le supprime pas.

Trop profonde, l'enfant perd sa ventilation spontanée et se retrouve en apnée. Il présente alors un risque d'hypoxémie et d'arrêt temporaire de la procédure pour re-ventilation (26).

Richards et al (27) ont publié en 2005 une série de 45 interventions laryngées endoscopiques pédiatriques pour lesquelles une ventilation spontanée était maintenue, et associée à une interface par sonde nasopharyngée permettant la délivrance d'oxygène dans le pharynx. Ils n'ont observé aucune complication en dehors d'un laryngospasme non sévère, de résolution immédiate après approfondissement de l'anesthésie par Propofol.

Un nouveau support ventilatoire a vu le jour lors de la dernière décennie pour la chirurgie laryngée endoscopique. Il s'agit d'oxygénothérapie réchauffée humidifiée, délivrée à haut débit à l'aide de lunettes nasales (Optiflow^R). L'humidification et le réchauffement du mélange gazeux (oxygène et air à concentrations réglables) permettent au patient de tolérer des débits beaucoup plus élevés que pour une oxygénothérapie nasale habituelle. Ce débit est de l'ordre de 2L/kg/minute jusqu'à 70L/min. Ce très haut débit crée une pression d'expansion pharyngée et pulmonaire (28) (29). Davantage d'alvéoles pulmonaires sont recrutées par rapport à une oxygénothérapie classique.

Il a d'abord été prouvé que ce support ventilatoire augmentait la période d'apnée bien oxygénée après induction chez des adultes difficiles à intuber (30). Humphreys et al ont ensuite montré que la ventilation spontanée couplée à un système Optiflow^R était un moyen sûr d'assurer la ventilation lors des chirurgies laryngées endoscopiques chez l'enfant en apnée (31) (32). L'Optiflow^R, en majorant le temps d'apnée bien oxygénée chez l'enfant, permettait de maintenir une sédation plus profonde qu'en ventilation spontanée seule, et ainsi de réduire les pauses chirurgicales pour reventilation.

Une étude prospective multicentrique est en cours, dans le but d'évaluer la qualité de la ventilation par Optiflow^R en comparaison à une oxygénothérapie classique chez les enfants bénéficiant de chirurgie laryngée endoscopique et maintenus en ventilation spontanée (33).

Seules quelques études (34) (35) rapportent en revanche l'utilisation de laser couplée à ce mode ventilatoire, qui procure un milieu riche en oxygène.

4.2.4. Jet ventilation superposée

Afin d'optimiser l'efficacité de la jet ventilation, Aloy et al (36) ont proposé de superposer deux flux d'injection, un à haute fréquence et l'autre à basse fréquence. La « superimposed jet ventilation » (SJV) est habituellement délivrée par voie supra-glottique. Ce mode de ventilation permet d'augmenter le volume courant (37) sans modifier la pression, ce qui permettrait une meilleure élimination du CO₂ (38). Le flux inspiratoire à haute fréquence crée une pression expiratoire positive, ce qui prévient le collapsus alvéolaire et favorise l'oxygénation. La superposition des deux fréquences de Jet améliore la vitesse des gaz lors de la phase inspiratoire rendant la ventilation possible même chez des enfants porteurs de sténoses sévères (39). Plusieurs études ont démontré l'efficacité et la sécurité de ce type de ventilation chez l'enfant (40) (39).

Dans une étude publiée en 2012, Leiter et al (37) ont comparé les volumes pulmonaires et la qualité des échanges gazeux au cours de la SJV par rapport à la JVHF et à une jet ventilation à basse fréquence seules. Ils retrouvaient des volumes courants plus importants au cours de la SJV par rapport aux autres modes de ventilation, mais ces volumes ne se traduisaient pas par une amélioration significative des échanges gazeux. Tous les modes ventilatoires permettaient une oxygénation satisfaisante. En revanche, l'élimination de CO₂ était plus efficace au cours de la JVHF par rapport aux autres techniques de ventilation en raison d'une meilleure ventilation minute.

4.3. Jet Ventilation haute fréquence : Notre étude et la littérature

4.3.1. Pourquoi choisir la JVHF ?

La JVHF nous paraît être un excellent compromis afin d'assurer le bon déroulement d'une chirurgie laryngée par voie endoscopique.

Elle permet en effet au chirurgien de bénéficier d'une exposition de qualité contrairement à une ventilation par une sonde d'intubation endotrachéale, de délivrer une profondeur d'anesthésie plus aisée à obtenir qu'en cas de maintien d'une ventilation spontanée, de limiter le risque d'hypoxémie par rapport à une technique d'alternance apnée / ventilation mécanique. L'absence de risque de combustion des voies aériennes (41) est également un élément majeur puisque les lasers sont désormais des instruments incontournables en chirurgie laryngée endoscopique.

4.3.1.1. *Maintien d'une oxygénation satisfaisante*

L'étude que nous avons réalisée a permis de confirmer qu'il s'agissait d'un mode de ventilation efficace chez le jeune enfant, puisque 97,8% des procédures ont pu être menées à bien en utilisant ce support ventilatoire et que 75% présentaient une SatO₂ moyenne >95% durant toute la procédure. Ces données concordent avec celles de la littérature (42) (16) (43).

4.3.1.2. *Élimination du CO₂*

Le maintien d'une normocapnie est un objectif fondamental au cours d'une anesthésie générale. L'hypercapnie comme l'hypocapnie peuvent mener à

l'apparition d'acidose ou d'alcalose respiratoire, de modifications de la pression intracrânienne et de la circulation cérébrale, ou de troubles du rythme cardiaque. Simon et al (44) ont retrouvé une corrélation significative entre la mesure du CO₂expiré et la PaCO₂ d'une part, et la mesure du CO₂ transcutané et la PaCO₂ d'autre part. Ces deux méthodes permettent donc d'obtenir un monitoring satisfaisant, reflet de la capnie, au cours d'une anesthésie générale. La corrélation étant plus forte entre la mesure du CO₂expiré et la PaCO₂, il s'agit de la méthode de référence.

Au cours de la ventilation par JVHF, il est impossible de mesurer le CO₂expiré en continu (45). La mesure est cependant réalisable avec un cathéter de Jet adapté et de manière intermittente, entre deux injections.

L'analyse de la capnie est difficile et peu de centres disposent du matériel de monitoring du CO₂ transcutané. Dans notre étude, l'absence d'enregistrement du monitoring per-opératoire du CO₂ transcutané n'a pas permis d'en analyser l'évolution au cours de l'intervention.

Nous retrouvons quelques études visant à évaluer l'efficacité de l'élimination du CO₂ au cours de la JVHF :

Davies et al, (46) en 2009, ont publié une série de 552 adultes ayant été ventilés par JVHF au cours d'une chirurgie laryngée. 95% de leurs effectifs étaient normocapniques et 5% hypercapniques.

Dans l'étude de Rontal et al, (47) en 1990, sur 21 procédures, la tendance était à l'hypocapnie avec une moyenne de PaCO₂= 32mmHg.

Dans notre étude, la tendance paraissait être à l'hyperventilation puisque la première mesure du CO₂ expiré lors de la reprise au masque était en moyenne de 21,8mmHg.

Cette analyse est cependant à prendre avec précautions car s'il existe une

corrélation significative entre la mesure du CO₂ expiré et la PaCO₂, les valeurs ne sont pas pour autant équivalentes notamment en cas de ventilation au masque facial. Dans leur étude publiée en 1997, Gottscalk et al. (48) retrouvaient une différence de 13,4 +/- 6,8mmHg entre le CO₂expiré et la PaCO₂. Afin de confirmer cette tendance à l'hyperventilation dans notre série, il aurait été intéressant de réaliser des gaz du sang en cours d'intervention.

4.3.2. Pourquoi le mode de délivrance supra-glottique ?

Ce mode de délivrance de JVHF, qui permet de garder un contrôle visuel direct sur l'extrémité du cathéter, paraît particulièrement adapté à l'enfant.

Les différentes études relatant des complications barotraumatiques en pédiatrie ont toutes utilisées un mode de délivrance transglottique ou transtrachéal de JVHF (42) (49) (50).

L'utilisation d'un cathéter inter-crico-thyroïdien est un geste invasif chez le jeune enfant, compte tenu du diamètre de cathéter proportionnellement important par rapport au diamètre de la sous-glottite et du risque potentiel de franchissement trachéo-œsophagien. Par ailleurs, la position haute de la thyroïde chez le jeune enfant, avec un isthme placé immédiatement sous le cricoïde, expose à un risque de plaie vasculaire et d'hématome cervical. Enfin, le risque de migration de l'aiguille en cours d'intervention peut conduire à l'insufflation de gaz dans les tissus sous-cutanés pouvant provoquer emphysèmes sous-cutanés extensifs, pneumothorax et pneumomédiastins.

Seuls quelques cas reports décrivant l'utilisation de la JVHF transtrachéale chez l'enfant sans incidents per-opératoires sont publiés dans la littérature.

Parmi eux, un article de Ravussin et al, (51), publié en 1987, rapporte deux cas :

Le premier était un enfant de 5 ans opéré d'une sténose glottique postérieure post-intubation, chez qui la ponction inter-crico-thyroïdienne avait été réalisée sous contrôle endoscopique.

Le second était un enfant de 4 mois, présentant un volumineux angiome sous-glottique obstruant 80% de la filière respiratoire. Pour cet enfant, le cathéter de JVHF était placé non pas en position inter-crico-thyroïdienne, mais directement en position trans-trachéale sous contrôle bronchoscopique.

Aucune complication n'a été rencontrée au cours de ces deux procédures.

Plus tard, Jaquet et al (50) ont publié une étude comparant différents modes ventilatoires, comprenant notamment 265 procédures de JVHF de délivrance transtrachéale et 469 procédures de JVHF de délivrance transglottique. L'étude incluait des adultes et des enfants. Une corrélation statistiquement significative était retrouvée entre le mode de délivrance transtrachéal de la JVHF et l'apparition de complications barotraumatiques. En revanche, nous notons que parmi les 18 patients âgés de 1 à 16 ans ayant bénéficié de JVHF par voie transtrachéale, aucun n'a présenté de complication majeure.

La position trans-glottique du cathéter présente deux principaux inconvénients :

Premièrement, les barotraumatismes décrits sont le plus souvent secondaires à des spasmes laryngés et à des mouvements de fouet du cathéter. En cas de spasme alors que l'extrémité inférieure de la canule de JVHF est toujours positionnée dans la trachée, l'obstacle expiratoire créé par le rétrécissement glottique engendre un piégeage des gaz dans les voies respiratoires basses, une distension thoracique, puis un pneumothorax ou pneumomédiastin. Les enfants étant plus sujets aux

laryngospasmes per-opératoires (52) que les adultes, ce risque est majoré en pédiatrie.

De plus les dimensions très réduites du larynx d'un nouveau-né impliquent que le positionnement transglottique du cathéter engendre une obstruction non négligeable du champ opératoire, limite la mobilisation des masses d'air par l'effet Venturi et risque d'altérer l'efficacité de la ventilation. Il faut également veiller à ce que le matériau du cathéter ne soit pas inflammable en cas d'utilisation du laser CO₂. Enfin, il convient de veiller à ce que le matériau ne soit pas réfléchissant, afin de limiter le risque de détournement du faisceau laser, pouvant conduire à des lésions des structures adjacentes ou chez l'opérateur (53).

4.3.3. Complications rencontrées

Une des complications de la JVHF les plus redoutées, est le barotraumatisme (54). Nous n'avons, au cours des 9 années de l'étude, observé aucune complication de ce type. Les données de la littérature vont également en ce sens, puisque les études réalisées dans des centres entraînés rapportent un taux de complications barotraumatiques très faibles, de l'ordre de 0 à 3,5% chez l'enfant (16) (42) (49) (55).

Concernant le risque de distension voire de rupture gastrique, le contrôle visuel permanent de l'extrémité inférieure du cathéter par le chirurgien et des mouvements thoraciques par l'anesthésiste permet de dépister très tôt un mauvais positionnement de ce dernier et de le corriger immédiatement.

Le taux d'intubation endotrachéale en fin de procédure est également comparable aux données de la littérature. Il est extrêmement variable, de 0 à 33% environ (56)

(57) (58) dans le cadre des suites opératoires de laryngomalacies, si l'on fait abstraction des équipes pour qui l'intubation post-opératoire est systématique (59). Ce taux est en grande partie inhérent à la chirurgie elle-même, qui induit œdème et inflammation du larynx, surtout lorsque le laser est utilisé. En effet, l'espace inter-aryténoïdien d'un nouveau-né ne mesurant que 4mm, un œdème même minime peut engendrer une obstruction importante.

Par ailleurs, la douleur liée à l'utilisation du laser favorise les laryngospasmes lors du réveil, ce qui peut nécessiter, lorsqu'ils sont trop répétés, le recours à l'intubation afin d'optimiser et de sécuriser la phase de réveil.

Enfin, il nous paraît intéressant de noter que dans la majorité des séries pédiatriques, que nous récapitulons dans le tableau 7, une des principales indications d'utilisation de JVHF était la papillomatose laryngée. Même s'il n'a pas été démontré que l'utilisation de la JVHF ou du laser favorisait la dissémination des lésions dans les voies respiratoires basses (60), il nous paraît préférable de contre-indiquer le recours à la JVHF supra-glottique dans ce contexte afin de prévenir le risque de disséminations broncho-pulmonaire pour laquelle il n'existe pas de traitement efficace.

Les patients porteurs de papillomatose laryngée sont dans notre centre traités par microlaryngoscopie en suspension, avec maintien d'une ventilation spontanée et sans utilisation de laser, ce qui va dans le sens des recommandations de 2019 de l'« International Pediatric Otolaryngology Group » (61).

1 ^{er} Auteur, Année de publication	Type de ventilation	Nombre de procédures	Age	TT	TG	SG	Barotraumatismes	Autres complications
Scammann, 1986 (55)	JVHF	10	1,5 à 8 ans	0	0	10	0	1 Echec 1 Distension gastrique
Shikowitz, 1991 (42)	JVHF	942 (201 <10 ans)	7j à 90 ans	0	201	0	4 (uniquement des enfants)	3 Distensions gastriques 1 Arythmie
Depierraz, 1994 (49)	JVHF	28	5,5 ans	28	0	0	1	1 emphysème sous-cutané 1 Arrêt cardio-respiratoire
Grasl, 1997 (62)	SJV	28	7,3 ans	0	0	28	0	0
Ihra, 2000 (63)	SJV	17	5 ans	0	0	17	0	0
Lanzenberger-Schragl 2000 (43)	SJV	500 (40 < 14 ans)	48,5	500			0	3 échecs
Jaquet, 2006 (50)	JVHF	734 (78 <16 ans)	49 ans	265	469	0	4 (3 avec TTJV 1 avec TGJV)	0
Rezaie-Majd, 2006 (40)	SJV	1515 (158 <14 ans)	48,5 ans	0	0	1515	0	0
Mausser, 2007 (39)	SJV	62	4,9 ans	0	0	62	0	0
Barakate, 2010 (53)	JVHF	1000 (50 < 19 ans)	-	0	741	243	0	0
Rosal Martins, 2016 (16)	JVHF	20	7,4 mois	0	20	0	0	0

Tableau 7 : Principales études relatant l'utilisation de la JVHF chez l'enfant. TT : transtrachéal ; TG : transglottique ; SG : supra-glottique

4.4. Perspectives

Peu d'études comparent les différents modes de ventilation au cours des chirurgies laryngées endoscopiques pédiatriques.

Dans leur étude publiée en 2006, Jaquet et al (50) ont comparé rétrospectivement quatre techniques de ventilation utilisées dans le Centre de Lausanne pour la chirurgie des voies aériennes supérieures :

- l'intubation oro-trachéale
- l'alternance apnée / ventilation mécanique
- la JVHF transglottique
- la JVHF transtrachéale.

Plus de 1000 interventions, chez des adultes comme des enfants ont été incluses. La majorité des complications mineures étaient rattachées à la JVHF, transglottique ou transtrachéale, et toutes les complications majeures étaient liées à la JVHF transtrachéale. Bien qu'elle soit extrêmement enrichissante, nous notons deux principales limites à cette étude. Premièrement, comme la grande majorité (80%) des jeunes enfants (<1 an) était ventilée par alternance apnée / ventilation mécanique, la comparaison avec les autres modes de ventilation dans cette population particulière est difficile. Deuxièmement, aucune procédure n'a été menée par JVHF supra-glottique.

L'Optiflow^R est une technique émergente et prometteuse, intéressant de plus en plus de laryngologistes. En 2020, Nekhendzy et al (64) ont publié une étude prospective évaluant l'Optiflow^R par rapport à un groupe contrôle, comprenant des patients ventilés par JVHF ou ventilation mécanique. Vingt procédures laryngées ont été menées chez des adultes. Il n'y avait pas de différence concernant l'instabilité hémodynamique, les complications anesthésiques ni les complications chirurgicales entre les deux groupes. Une différence significative était en revanche mise en évidence en ce qui concernait l'oxygénation per-opératoire. Le groupe Optiflow^R était associé à une SatO₂ moyenne plus faible (93%) que le groupe contrôle (98,7%).

Il serait intéressant, afin de compléter notre travail, de mener une étude prospective ayant pour objectif la comparaison de la JVHF de délivrance supraglottique et d'une ventilation spontanée avec support par Optiflow^R comme mode de ventilation pour la chirurgie laryngée du jeune enfant.

5. CONCLUSION

La JVHF est un mode de ventilation sûr, utilisé comme technique de référence dans notre centre, dans le cadre de la chirurgie laryngée pédiatrique depuis plus de 10 ans. Le taux de complications liées à la JVHF est extrêmement faible lorsqu'elle est utilisée par des équipes entraînées.

Son utilisation nécessite une formation des équipes anesthésiques et chirurgicales ainsi qu'une communication permanente entre ces deux corps de métiers tout au long de l'intervention.

Références Bibliographique

1. Rutter MJ, Cohen AP, de Alarcon A. Endoscopic airway management in children. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* déc 2008;16(6):525-9.
2. Lichtenberger G, Toohill RJ. The Endo-Extralaryngeal Needle Carrier. *Otolaryngol Neck Surg.* nov 1991;105(5):755-6.
3. Yan Y, Olszewski AE, Hoffman MR, Zhuang P, Ford CN, Dailey SH, et al. Use of Lasers in Laryngeal Surgery. *J Voice.* janv 2010;24(1):102-9.
4. Ayari-Khalfallah S, Fuchsmann C, Froehlich P. Thulium laser in airway diseases in children. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* févr 2008;16(1):55-9.
5. Hartnick CJ, Boseley ME, Franco RA, Cunningham MJ, Pransky S. Efficacy of treating children with anterior commissure and true vocal fold respiratory papilloma with the 585-nm pulsed-dye laser. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* févr 2007;133(2):127-30.
6. Habre W, Disma N, Virag K, Becke K, Hansen TG, Jöhr M, et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet Respir Med.* 2017;5(5):412-25.
7. Fayoux P, Marciniak B, Devisme L, Storme L. Prenatal and early postnatal morphogenesis and growth of human laryngotracheal structures. *J Anat.* août 2008;213(2):86-92.
8. Fayoux P, Devisme L, Merrot O, Marciniak B. Determination of endotracheal tube size in a perinatal population: an anatomical and experimental study. *Anesthesiology.* mai 2006;104(5):954-60.
9. Luscan R, Leboulanger N, Fayoux P, Kerner G, Belhous K, Couloigner V, et al. Developmental changes of upper airway dimensions in children. *Paediatr Anaesth.* avr 2020;30(4):435-45.
10. Bourgain J-L, Chollet M, Fischler M, Gueret G, Mayne A, membres du conseil du club en anesthésie en ORL. [Guide for the use of jet-ventilation during ENT and oral surgery]. *Ann Fr Anesth Reanim.* oct 2010;29(10):720-7.
11. El Hammar-Vergnes F, Cros AM. [High frequency jet ventilation in paediatric anaesthesia]. *Ann Fr Anesth Reanim.* juill 2003;22(7):671-5.
12. Evans E, Biro P, Bedforth N. Jet ventilation. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain.* 1 févr 2007;7(1):2-5.

13. McLeod ADM, Turner MWH, Torlot KJ, Chandradeva K, Palin C. Safety of transtracheal jet ventilation in upper airway obstruction. *Br J Anaesth.* oct 2005;95(4):560-1; author reply 561.
14. Bourgain JL, Desruennes E, Cosset MF, Mamelie G, Belaiche S, Truffa-Bachi J. Measurement of end-expiratory pressure during transtracheal high frequency jet ventilation for laryngoscopy. *Br J Anaesth.* déc 1990;65(6):737-43.
15. Buczkowski PW, Fombon FN, Lin ES, Russell WC, Thompson JP. Air entrainment during high-frequency jet ventilation in a model of upper tracheal stenosis. *Br J Anaesth.* déc 2007;99(6):891-7.
16. Rosal Martins M, Van Boven M, Schmitz S, Hamoir M, Veyckemans F. Technical description of a modified jet ventilation injector for airway laser surgery in neonates and infants: retrospective analysis of 20 cases. *J Clin Anesth.* août 2016;32:142-7.
17. Bourgain JL, Desruennes E, Fischler M, Ravussin P. Transtracheal high frequency jet ventilation for endoscopic airway surgery: a multicentre study. *Br J Anaesth.* déc 2001;87(6):870-5.
18. Mace SE, Khan N. Needle cricothyrotomy. *Emerg Med Clin North Am.* nov 2008;26(4):1085-101, xi.
19. Gelb AW, Morriss WW, Johnson W, Merry AF, Abayadeera A, Belîi N, et al. World Health Organization-World Federation of Societies of Anaesthesiologists (WHO-WFSA) International Standards for a Safe Practice of Anesthesia. *Anesth Analg.* 2018;126(6):2047-55.
20. Bradley JP. Flexible metal endotracheal tubes for ENT laser surgery. *Anaesth Intensive Care.* mai 1987;15(2):248-9.
21. Burns JA, Adlard SD, Kobler JB, Tynan MA, Petrillo RH, Tracy LF. A Comparison of Laser-Protected Endotracheal Tubes. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg.* 2018;159(5):871-8.
22. Emhardt JD, Weisberger EC, Dierdorf SF, Wolfe TM, Conard BB. The Rise of Arterial Carbon Dioxide During Apnea in Children. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol.* 1 sept 1988;69(3A):A779-A779.
23. Patel R, Lenczyk M, Hannallah RS, McGill WA. Age and the onset of desaturation in apnoeic children. *Can J Anaesth J Can Anesth.* sept 1994;41(9):771-4.
24. Cohen SR, Herbert WI, Thompson JW. Anesthesia management of microlaryngeal laser surgery in children: apneic technique anesthesia. *The Laryngoscope.* mars 1988;98(3):347-8.
25. Weisberger EC, Miner JD. Apneic anesthesia for improved endoscopic removal of laryngeal papillomata. *The Laryngoscope.* juill 1988;98(7):693-7.

26. Ferrari LR, Zurakowski D, Solari J, Rahbar R. Laryngeal cleft repair: the anesthetic perspective. *Pediatr Anesth.* 2013;23(4):334-41.
27. Richards SD, Kaushik V, Rothera MP, Walker R. A tubeless anaesthetic technique for paediatric laryngeal laser surgery. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* avr 2005;69(4):513-6.
28. Parke R, McGuinness S, Eccleston M. Nasal high-flow therapy delivers low level positive airway pressure. *BJA Br J Anaesth.* déc 2009;103(6):886-90.
29. Groves N, Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers. *Aust Crit Care Off J Confed Aust Crit Care Nurses.* nov 2007;20(4):126-31.
30. Patel A, Nouraei S a. R. Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways. *Anaesthesia.* mars 2015;70(3):323-9.
31. Humphreys S, Lee-Archer P, Reyne G, Long D, Williams T, Schibler A. Transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange (THRIVE) in children: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth.* févr 2017;118(2):232-8.
32. Humphreys S, Rosen D, Housden T, Taylor J, Schibler A. Nasal high-flow oxygen delivery in children with abnormal airways. *Paediatr Anaesth.* juin 2017;27(6):616-20.
33. Humphreys S, Ungern-Sternberg BS von, Skowno J, Williams T, Taylor J, Taverner F, et al. High-flow oxygen for children's airway surgery: randomised controlled trial protocol (HAMSTER). *BMJ Open.* 1 oct 2019;9(10):e031873.
34. Tam K, Jeffery C, Sung CK. Surgical Management of Supraglottic Stenosis Using Intubationless Optiflow. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* sept 2017;126(9):669-72.
35. Huang L, Dharmawardana N, Badenoch A, Ooi EH. A review of the use of transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange for patients undergoing surgery in the shared airway setting. *J Anesth.* 2020;34(1):134-43.
36. Aloy A, Schachner M, Caucura W. Tubeless translaryngeal superimposed jet ventilation. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1 janv 1991;248(8):475-8.
37. Leiter R, Aliverti A, Priori R, Staun P, Lo Mauro A, Larsson A, et al. Comparison of superimposed high-frequency jet ventilation with conventional jet ventilation for laryngeal surgery. *Br J Anaesth.* avr 2012;108(4):690-7.
38. Bacher A, Pichler K, Aloy A. Supraglottic combined frequency jet ventilation versus subglottic monofrequent jet ventilation in patients undergoing microlaryngeal surgery. *Anesth Analg.* févr 2000;90(2):460-5.
39. Mausser G, Friedrich G, Schwarz G. Airway management and anesthesia in

neonates, infants and children during endolaryngotracheal surgery. *Paediatr Anaesth.* oct 2007;17(10):942-7.

40. Rezaie-Majd A, Bigenzahn W, Denk D-M, Burian M, Kornfehl J, Grasl MC, et al. Superimposed high-frequency jet ventilation (SHFJV) for endoscopic laryngotracheal surgery in more than 1500 patients. *BJA Br J Anaesth.* 1 mai 2006;96(5):650-9.
41. Werkhaven JA. Microlaryngoscopy-airway management with anaesthetic techniques for CO(2) laser. *Paediatr Anaesth.* janv 2004;14(1):90-4.
42. Shikowitz MJ, Abramson AL, Liberatore L. Endolaryngeal jet ventilation: a 10-year review. *The Laryngoscope.* mai 1991;101(5):455-61.
43. Lanzenberger-Schragl E, Donner A, Grasl MC, Zimpfer M, Aloy A. Superimposed high-frequency jet ventilation for laryngeal and tracheal surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* janv 2000;126(1):40-4.
44. Simon M, Gottschall R, Gugel M, Fritz H, Mohr S, Klein U. Comparison of transcutaneous and endtidal CO2-monitoring for rigid bronchoscopy during high-frequency jet ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand.* août 2003;47(7):861-7.
45. Galmén K, Harbut P, Freedman J, Jakobsson JG. The use of high-frequency ventilation during general anaesthesia: an update. *F1000Research.* 2017;6:756.
46. Davies JM, Hillel AD, Maronian NC, Posner KL. The Hunsaker Mon-Jet tube with jet ventilation is effective for microlaryngeal surgery. *Can J Anaesth J Can Anesth.* avr 2009;56(4):284-90.
47. Rontal M, Rontal E, Wenokur M. Jet insufflation anesthesia for endolaryngeal surgery. *The Laryngoscope.* 1980;90(7):1162-8.
48. Gottschalk A, Mirza N, Weinstein GS, Edwards MW. Capnography during jet ventilation for laryngoscopy. *Anesth Analg.* juill 1997;85(1):155-9.
49. Depierraz B, Ravussin P, Brossard E, Monnier P. Percutaneous transtracheal jet ventilation for paediatric endoscopic laser treatment of laryngeal and subglottic lesions. *Can J Anaesth J Can Anesth.* déc 1994;41(12):1200-7.
50. Jaquet Y, Monnier P, Van Melle G, Ravussin P, Spahn DR, Chollet-Rivier M. Complications of different ventilation strategies in endoscopic laryngeal surgery: a 10-year review. *Anesthesiology.* janv 2006;104(1):52-9.
51. Ravussin P, Bayer-Berger M, Monnier P, Savary M, Freeman J. Percutaneous transtracheal ventilation for laser endoscopic procedures in infants and small children with laryngeal obstruction: report of two cases. *Can J Anaesth.* 1 janv 1987;34(1):83-6.
52. Olsson GL, Hallen B. Laryngospasm during anaesthesia. A computer-aided incidence study in 136,929 patients. *Acta Anaesthesiol Scand.* oct

1984;28(5):567-75.

53. Barakate M, Maver E, Wotherspoon G, Havas T. Anaesthesia for microlaryngeal and laser laryngeal surgery: impact of subglottic jet ventilation. *J Laryngol Otol.* juin 2010;124(6):641-5.
54. Crockett DM, Scamman FL, McCabe BF, Lusk RP, Gray SD. Venturi jet ventilation for microlaryngoscopy: technique, complications, pitfalls. *The Laryngoscope.* nov 1987;97(11):1326-30.
55. Scamman FL, McCabe BF. Supraglottic jet ventilation for laser surgery of the larynx in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* avr 1986;95(2 Pt 1):142-5.
56. Cooper T, Harris B, Mourad A, Garros D, El-Hakim H. Comparison between selective and routine intensive care unit admission post-supraglottoplasty. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* août 2017;99:90-4.
57. Schroeder JW, Bhandarkar ND, Holinger LD. Synchronous airway lesions and outcomes in infants with severe laryngomalacia requiring supraglottoplasty. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* juill 2009;135(7):647-51.
58. Fordham MT, Potter SM, White DR. Postoperative management following supraglottoplasty for severe laryngomalacia: Management Following Supraglottoplasty. *The Laryngoscope.* déc 2013;123(12):3206-10.
59. Richter GT, Wootten CT, Rutter MJ, Thompson DM. Impact of supraglottoplasty on aspiration in severe laryngomalacia. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* avr 2009;118(4):259-66.
60. Abramson AL, DiLorenzo TP, Steinberg BM. Is papillomavirus detectable in the plume of laser-treated laryngeal papilloma? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* mai 1990;116(5):604-7.
61. Lawlor C, Balakrishnan K, Bottero S, Boudewyns A, Campisi P, Carter J, et al. International Pediatric Otolaryngology Group (IPOG): Juvenile-onset recurrent respiratory papillomatosis consensus recommendations. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* janv 2020;128:109697.
62. Grasl MC, Donner A, Schragl E, Aloy A. Tubeless laryngotracheal surgery in infants and children via jet ventilation laryngoscope. *The Laryngoscope.* févr 1997;107(2):277-81.
63. Ihra G, Hieber C, Adel S, Kashanipour A, Aloy A. Tubeless combined high-frequency jet ventilation for laryngotracheal laser surgery in paediatric anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand.* avr 2000;44(4):475-9.
64. Nekhendzy V, Saxena A, Mittal B, Sun E, Sung K, Dewan K, et al. The Safety and Efficacy of Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange for Laryngologic Surgery. *The Laryngoscope.* 20 févr 2020;

AUTEUR : Nom : MALTEZEANU

Prénom : Alix

Date de soutenance : 24 novembre 2020

Titre de la thèse : Evaluation de la Jet Ventilation à Haute Fréquence supraglottique comme mode de ventilation en chirurgie laryngée pédiatrique

Thèse - Médecine - Lille 2020

Cadre de classement : Oto-Rhino-Laryngologie

DES + spécialité : Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie Cervico-Faciale

Mots-clés : Jet Ventilation, Laryngologie, Chirurgie pédiatrique

Résumé :

Introduction

Au cours d'une microchirurgie laryngée en suspension se pose la question du mode de ventilation le plus adapté, afin d'optimiser l'exposition des voies aériennes supérieures tout en gardant une ventilation efficace. Cette question est d'autant plus importante chez l'enfant, qui présente des réserves respiratoires plus faibles que l'adulte. Le but de cette étude était d'évaluer l'efficacité et la sécurité de la Jet Ventilation Haute fréquence (JVHF) comme mode de ventilation pour la chirurgie endoscopique en pédiatrie.

Matériels et méthodes

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique, incluant tous les enfants âgés de 5 ans ou moins ayant bénéficié d'une microchirurgie laryngée avec ventilation par JVHF supraglottique entre 2009 et 2018. Nous avons analysé la Saturation en oxygène (SatO₂) per-opératoire, ainsi que la nécessité d'intubation post-opératoire et la survenue de complications les plus fréquemment attribuées à la JVHF : les barotraumatismes, les distensions et ruptures gastriques.

Résultats

138 procédures ont été incluses et analysées regroupant des chirurgies de l'étage sus-glottique à la trachée. L'âge moyen était de 14 mois, et le poids moyen de 8,05kg.

3 conversions du mode de ventilation ont été nécessaires en raison d'une instabilité sous Jet, avec désaturations instantanées lors de la baisse de FiO₂ nécessaire à l'utilisation du laser. Nous n'avons noté aucun accident barotraumatique, aucune distension ni rupture gastrique. 76,8% des patients avaient une SatO₂ > 95% en cours d'intervention. 6,5% ont nécessité une injection d'atropine pour la prise en charge d'instabilité hémodynamique.

Conclusion

Nos résultats suggèrent que la JVHF supraglottique est un mode de ventilation efficace et sûr pour la chirurgie laryngée endoscopique chez le jeune enfant

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Dominique CHEVALIER

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Christophe VINCENT

Monsieur le Docteur Francis VEYCKEMANS

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Pierre FAYOUX