

SÉRIE
VERTE
POCKET



I
N
T
U
B
A
T
I
O
N

Intubation

De l'oxygénation à l'intubation difficile

Matériels • Décisions • Recours

Christian ERB
Hervé MENU
Éric WIEL

2^e ÉDITION

Arnette

Intubation

De l'oxygénation à l'intubation difficile

Matériels • Décisions • Recours

Christian ERB, Hervé MENU, Éric WIEL

Après un rappel d'anatomie et de physiologie respiratoire insistant sur l'importance de la pré-oxygénation, les auteurs de ce guide pratique abordent le contrôle des voies aériennes appliquées aux techniques de ventilation et d'intubation endotrachéale dans les conditions normales, avant de s'attacher aux signes cliniques prédictifs d'une ventilation et d'une intubation difficiles.

La seconde partie de ce livre, volontairement opérationnelle, traite des différentes techniques permettant de faire face aux situations difficiles. Elle insiste sur la gestion de l'extubation et se termine sur un chapitre pédagogique où la simulation réaliste a pris une place prépondérante.

Cette nouvelle édition reprend les dernières recommandations formalisées d'experts françaises et internationales dans lesquelles les glottisopes et les vidéo-laryngoscopes prennent une place incontournable. Elle apporte également une actualisation de la bibliographie qui s'est enrichie au fil des ans.

Véritable guide pratique de l'intubation, ce livre de poche sera utile non seulement à ses lecteurs, mais aussi et surtout à leurs patients.



Arnette

SÉRIE
VERTE



I
N
T
U
B
A
T
I
O
N

Intubation

De l'oxygénation à l'intubation difficile

Matériels • Décisions • Recours

Christian ERB
Hervé MENU
Éric WIEL

2^e ÉDITION

Arnette

Chez le même éditeur, série Verte

- Fiches techniques en salle de surveillance post-interventionnelle* (2^e édition), C. Péraldi, L. Grasser, J.-V. Schaal, S. Mérat, X. Sauvageon, 2019
- Principes et protocoles en neuro-anesthésie-réanimation*, C. Gakuba, F. Verdonk, 2019
- Optimisation hémodynamique péri-opératoire : stratégies et protocoles*, J.-L. Fellahi, É. Gayat, 2019
- Échographie en anesthésie régionale* (3^e édition), E. Eisenberg, E. Gaertner, 2018
- Hypnose, douleurs aiguës et anesthésie* (2^e édition), C. Viro, F. Bernard, 2018
- Anesthésie-réanimation en chirurgie thoracique*, J. Bussièrès, M. Leone, 2017
- Chirurgie ambulatoire : aspects organisationnels*, M. Beaussier, N. Dufeu, P. Nicolai, A. Theissen, 2016
- Procédures anesthésiques liées aux techniques chirurgicales* (Volume 1), S. Mérat, P. Pasquier, C. Péraldi, X. Sauvageon, 2016
- Procédures anesthésiques liées aux terrains* (Volume 2), S. Mérat, P. Pasquier, C. Péraldi, X. Sauvageon, 2016
- Anesthésie locorégionale en traumatologie*, J. Gadsden, 2015
- Épuration extrarénale en réanimation*, M. Legrand, D. Journois, 2015
- Guide d'échographie pratique en anesthésie-réanimation*, F. Bart, 2015
- Anesthésie-réanimation en chirurgie cardiaque* (2^e édition), J.-L. Fellahi, 2014
- Principes et protocoles en anesthésie pédiatrique* (3^e édition), F. Duflo, S. Combet, M. de Queiroz Siqueira, 2014
- Hépatologie aiguë en anesthésie, réanimation, urgence*, F. Aubrun, S. Duperret, 2013
- Médicaments en anesthésie* (3^e édition), B. Dalens, 2013
- Cœur et anesthésie* (2^e édition), P. Coriat, Y. Le Manach, 2012
- Guide pratique d'anesthésie locorégionale. Anatomie - Échographie - Neurostimulation* (3^e édition), X. Paqueron, Y. Cimino, 2012
- Kétamine* (2^e édition), G. Mion, 2012
- Les monitorages des paramètres physiologiques en situation critique*, J.-J. Lehot, M. Cannesson, 2012
- Guide pratique d'anesthésie locorégionale pédiatrique : clinique et échographie*, S. Combet, F. Duflo, M. de Queiroz Siqueira, 2011
- Plaies iatrogènes de la voie biliaire (hors chirurgie hépatique)*, J. Paineau, A. Hamy, J. Gugenheim, 2011
- Protocoles d'anesthésie-réanimation obstétricale* (2^e édition), P. Dailland, 2011
- Anesthésie en chirurgie orthopédique et traumatologique*, E. Gaertner, 2010
- Anesthésie et analgésie locorégionale en chirurgie abdominale et périnéale*, M. Beaussier, P. Nicolai, 2010
- Hygiène en anesthésie* (4^e édition), A.-M. Saire-Mauffrey, E. Gaertner, H. de Montclos, X. Paqueron, D. Jochum, 2010
- Anesthésie et réanimation du patient obèse. Prise en charge, prévention des complications et chirurgie*, J.-E. Bazin, P. Coriat, 2009
- Douleur, inflammation et auto-immunité à l'usage des spécialités médicales*, M. Sorel, 2009
- Nouveaux risques en anesthésie-réanimation*, J.-J. Lehot, M. Cannesson, 2009

Photo de couverture : avec l'aimable autorisation des auteurs.

Les illustrations des pages 2, 3, 4, 7, 9, 93, 96, 110, 114, 117, 132, 216 et 241 sont de Corinne Boudon.

ARNETTE

Éditions John Libbey Eurotext

127, avenue de la République

92120 Montrouge

Tél. : 01 46 73 06 60

e-mail : contact@jle.com

<http://www.jle.com>

John Libbey Eurotext Limited

34 Anyard Road, Cobham

Surrey KT11 2LA

Grande-Bretagne

© John Libbey Eurotext, 2019

ISBN 978-2-7184-1516-1

Il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris.

Dr Christian Erb

Praticien hospitalier
Pôle d'anesthésie-réanimation
Secteur de chirurgie ORL et cervico-faciale
Hôpital Claude Huriez
CHU Lille (59)

Dr Hervé Menu

Praticien hospitalier
Pôle d'anesthésie-réanimation
Secteur de chirurgie de spécialités
Hôpital Roger Salengro
CHU Lille (59)

Pr Éric Wiel

Professeur des universités
Praticien hospitalier
Pôle de l'Urgence – SAMU régional de Lille
CHU Lille (59)
EA 2694 Université Lille Nord de France

Remerciements

Les auteurs tiennent particulièrement à remercier :

- le docteur Bernard Vilette, anesthésiste-réanimateur et anatomiste, pour son aide précieuse à la rédaction du chapitre d’anatomie ;
- le docteur Anne Laffargue, anesthésiste-réanimateur, pour son aide précieuse à la rédaction des éléments qui se rapportent à l’anesthésie pédiatrique ;
- le professeur Francis Veyckemans, anesthésiste-réanimateur, pour son aide précieuse à la rédaction des éléments qui se rapportent à l’anesthésie pédiatrique.

Sommaire

Avant-propos	XI
Abréviations	XIII
CHAPITRE 01. Rappels anatomiques	1
Forme et dimensions	1
Cavité laryngée	1
Cartilages du larynx	3
Articulations du larynx	3
Membranes et ligaments du larynx	5
Muscles intrinsèques du larynx	6
Muscles extrinsèques du larynx	6
Innervation du larynx	7
Spécificités pédiatriques	7
CHAPITRE 02. Préoxygénation	13
Pourquoi ?	13
Rappels physiologiques	13
Monitoring de l'oxygénation	14
Comment ?	14
CHAPITRE 03. Ventilation au masque facial	21
Techniques	23
Appréciation de la qualité de la ventilation	26
Complications de la ventilation au masque facial	26
Dispositifs d'optimisation	26
Spécificités pédiatriques	29
CHAPITRE 04. Ventilation difficile	43
Définition	43
Critères prédictifs	43

CHAPITRE 05. Matériel d'intubation par laryngoscopie directe	49
Laryngoscope	49
Lames	51
Sondes d'intubation	57
Spécificités pédiatriques	66
CHAPITRE 06. Intubation endotrachéale sous laryngoscopie	71
Technique par voie orale	71
Technique par voie nasale	73
Techniques particulières	75
Pressions dans le ballonnet de la sonde	77
Fixation	78
Prérequis	80
Spécificités pédiatriques	81
CHAPITRE 07. Comment prédire et objectiver l'intubation difficile	91
Définition	91
Incidence de l'intubation difficile	91
Prédire l'intubation difficile	92
Objectiver l'intubation difficile	96
Scores prédictifs d'intubation difficile	97
Spécificités pédiatriques	101
Dossier médical	105
CHAPITRE 8. Position amendée de Jackson	109
CHAPITRE 9. Manœuvre de BURP	113
CHAPITRE 10. Position de l'opérateur	115
CHAPITRE 11. Manœuvre de Sellick	117
CHAPITRE 12. Voie rétromolaire	123
CHAPITRE 13. Mandrins	125
Mandrins courts et souples	125
Longs mandrins béquillés	127

CHAPITRE 14. Les dispositifs supralaryngés d'intubation	137
LMA-Fastrach™	137
iLTS-D™ ou tube laryngé d'intubation	147
LMA Protector™	157
AuraGain™	160
CHAPITRE 15. Glottiscope ou vidéo-laryngoscopes	163
Classification	164
En pratique	166
Indications	167
Courbe d'apprentissage	167
Principaux glottiscope	168
CHAPITRE 16. Fibroscopie, laryngoscopes spéciaux	183
Fibroscope souple	183
Lames et laryngoscopes spéciaux	186
CHAPITRE 17. Dispositifs supraglottiques	189
Famille des masques laryngés LMA	190
Autres masques laryngés	195
i-gel™	195
Tube laryngé	199
Combitube™	203
CHAPITRE 18. Abord trachéal	207
Anatomie de la région cervicale antérieure	207
Repérage de la MCT	213
Cricothyrotomie	220
Trachéotomies	244
Spécificités pédiatriques	245
CHAPITRE 19. Extubation	255
Critères conventionnels d'extubation	255
Critères prédictifs d'une extubation difficile en anesthésie	256
Critères prédictifs d'une extubation difficile en réanimation	256
Gestion de l'extubation à risque	257
Mesures préventives en présence de facteurs de risque d'extubation difficile	258
Guides échangeurs creux	259

CHAPITRE 20. Complications de l'intubation et leurs préventions	265
Complications au cours de la réalisation du geste	265
Complications nasales	266
Complications laryngées et trachéales	266
CHAPITRE 21. Pédagogie	269
CHAPITRE 22. Les indispensables	275
Spécificités pédiatriques	275
CHAPITRE 23. Algorithme adulte et grand enfant	279
CHAPITRE 24. Algorithme pédiatrique	283

Avant-propos

Beaucoup d'ouvrages se sont intéressés au contrôle des voies aériennes. La littérature scientifique abonde au regard de l'importance fondamentale de ce sujet tant en anesthésie-réanimation, en réanimation qu'en médecine d'urgence. Les sociétés savantes abordent, lors de leur réunion nationale annuelle, le contrôle des voies aériennes dans les conditions standards comme difficiles. Ce thème, qui suscite un engouement fort, est traité sous forme d'ateliers ou de conférences-enseignement, exprimant une relevance clinique forte.

Ce livre a été rédigé par des anesthésistes-réanimateurs et urgentistes, référents « intubation difficile » dans leur région. Ils sont fortement impliqués en clinique mais aussi reconnus pour leur enseignement.

Il aborde le contrôle des voies aériennes dans les conditions normales depuis leur anatomie et physiologie jusqu'aux techniques de ventilation et d'intubation endotrachéale. Les signes cliniques prédictifs d'une ventilation et d'une intubation difficile sont exposés.

Une seconde partie aborde les différents dispositifs médicaux commercialisés en France (sans être exhaustive). La littérature internationale rapporte l'existence d'autres dispositifs qui apparaîtront peut-être prochainement sur le marché français comme d'autres pourraient disparaître. Nous avons voulu insister sur un algorithme clinique qui détaille dans un format pratique et pédagogique les techniques permettant de faire face à une situation de ventilation/intubation difficile.

La gestion de l'extubation est détaillée. Un chapitre sur la pédagogie apporte une réflexion sur les techniques d'apprentissage et d'évaluation sur différents supports.

Cet ouvrage se veut utile non seulement au personnel médical mais aussi et surtout à leurs patients.

Abréviations

AI	aide inspiratoire
AR	anesthésistes-réanimateurs
BAVU	ballon auto-remplisseur à valve unidirectionnelle
CO ₂	gaz carbonique
CICO	<i>cannot intubate, cannot oxygenate</i>
CRF	capacité résiduelle fonctionnelle
CV	capacité vitale
DAS	<i>Difficult Airway Society</i>
DE	diamètre externe
DI	diamètre interne
DSG	dispositif supraglottique
DSM	distance sternomentale
DTM	distance thyromentale
F _{et} O ₂	fraction de fin d'expiration en oxygène
F _i O ₂	fraction inspirée en oxygène
GEC	guide échangeur creux
ID	intubation difficile
IDS	<i>Intubation Difficulty Scale</i>
IMC	indice de masse corporelle
LMA	<i>Laryngeal Mask Airway</i>
LMB	long mandrin béquillé
MCT	membrane cricothyroïdienne
NC	<i>neck circumference</i>
PaCO ₂	pression artérielle en dioxyde de carbone
PaO ₂	pression artérielle en oxygène
PAVM	pneumopathie acquise sous ventilation mécanique
PEEP	<i>positive end-expiratory pressure</i>
PIP	pression inspiratoire de pointe
OB	ouverture de bouche
PPR	pression positive résiduelle
RFE	recommandations formalisées d'experts
SAOS	syndrome d'apnée obstructive du sommeil

SpO ₂	saturation pulsée en oxygène
VO ₂	consommation en oxygène
VA	ventilation alvéolaire
VA/Q	ventilation/perfusion
VAS	voies aériennes supérieures
VMD	ventilation au masque difficile
VNI	ventilation non invasive
VR	volume résiduel
VRE	volume réserve expiratoire
VT	volume courant

Rappels anatomiques

Le larynx est un organe impair et médian, situé dans la partie moyenne viscérale du cou¹⁻⁴. Il occupe la partie supérieure de la région infra-hyoïdienne.

Le larynx (Fig. 1.1) est constitué par :

- un squelette cartilagineux attaché en haut à l'os hyoïde ;
- des ligaments et des articulations qui réunissent les cartilages ;
- des muscles qui assurent la mobilité de certains cartilages ;
- une muqueuse de type respiratoire qui tapisse la face interne du larynx.

■ Forme et dimensions

Le larynx a la forme d'une pyramide dont la base postéro-supérieure répond au pharynx et à l'os hyoïde. Le sommet inférieur répond à l'orifice supérieur de la trachée.

Les dimensions moyennes du larynx sont de :

- 45 mm de hauteur et 35 mm de diamètre antéropostérieur à la partie supérieure chez l'homme ;
- 35 mm de hauteur et 25 mm de diamètre antéropostérieur à la partie supérieure chez la femme.

La limite supérieure du larynx, constituée par le bord supérieur du cartilage thyroïde, répond au corps vertébral de la 4^e vertèbre cervicale. En bas, le cartilage cricoïde est en regard du bord inférieur de la 6^e vertèbre cervicale.

■ Cavité laryngée

Faisant suite en haut au pharynx par l'*additus ad antrum*, elle se poursuit en bas par la trachée (Fig. 1.2).

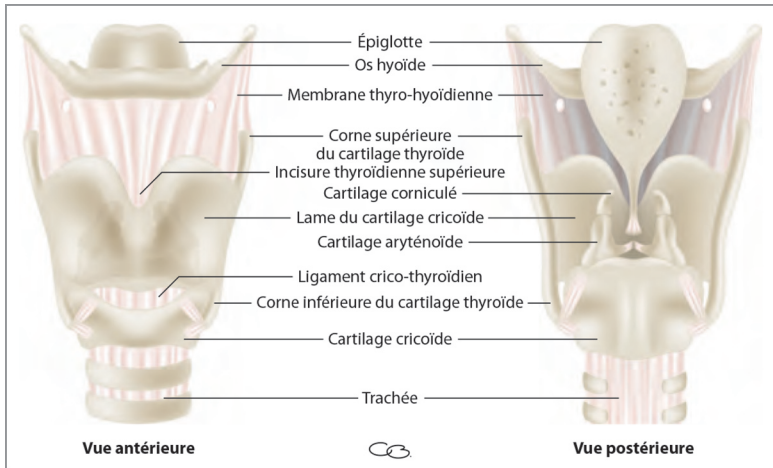


Fig. 1.1 • Vue antérieure et postérieure du larynx

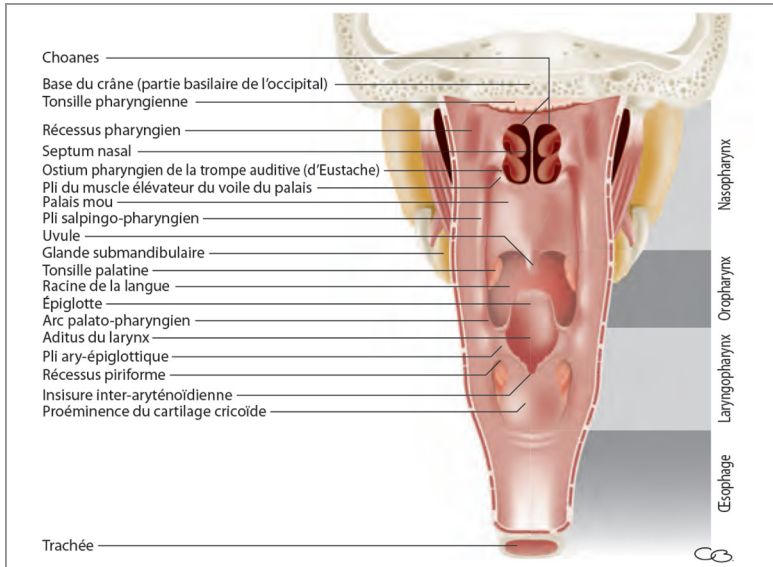


Fig. 1.2 • Vue postérieure du pharyngo-larynx

Elle présente de haut en bas (Fig. 1.3) :

- le vestibule laryngé, limité en bas par les plis vestibulaires ou ventriculaires ;
- les ventricules laryngés, diverticules limités en haut par le pli vestibulaire et en bas par le pli vocal ;
- la glotte, qui se projette en avant au niveau de la proéminence laryngée.

Dans l'axe antéropostérieur, la glotte mesure 25 mm chez l'homme et 20 mm chez la femme. Elle est divisée en deux parties (Fig. 1.4) :

- une commissure antérieure limitée par les plis vocaux ;
- une commissure postérieure entre les cartilages aryténoïdes.

■ Cartilages du larynx

Le larynx est constitué de 9 cartilages principaux :

- 3 cartilages impairs et médians : le cartilage thyroïde, le cartilage cricoïde et le cartilage épiglottique ;
- 3 cartilages pairs et latéraux : les cartilages aryténoïdes, les cartilages corniculés et les cartilages cunéiformes.

■ Articulations du larynx

Les différentes pièces cartilagineuses sont unies entre elles et avec les formations voisines par des articulations intrinsèques et des structures fibroélastiques.

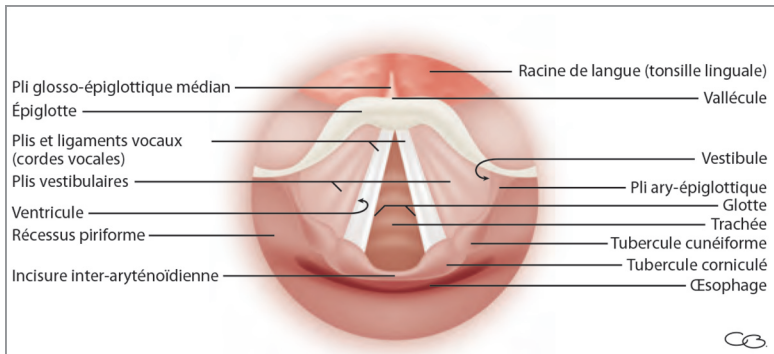


Fig. 1.3 • Vue endoscopique du plan glottique

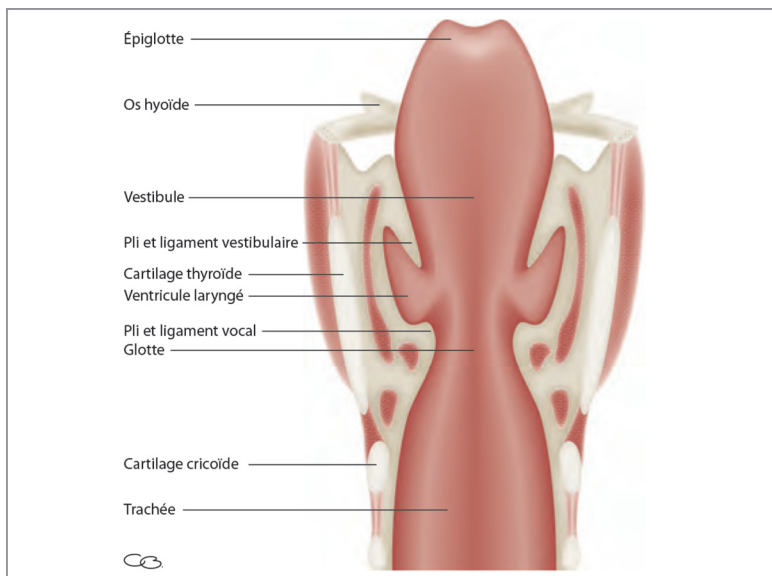


Fig. 1.4 • Coupe coronale du larynx

Articulation crico-aryténoïdienne

Cette articulation présente une synoviale et une capsule renforcée par le ligament crico-aryténoïdien postérieur ou triquètre.

Les articulations crico-aryténoïdiennes permettent des mouvements de rotation latérale ou médiale écartant ou rapprochant les processus vocaux et donc les cordes vocales, et des mouvements de translation frontale écartant ou rapprochant les cartilages aryténoïdes.

Articulations crico-thyroïdiennes

Ces articulations présentent une synoviale et une capsule renforcée par les ligaments cérato-cricoïdiens supérieur, inférieur et antérieur. Elles permettent la bascule en avant ou en arrière du cartilage thyroïde, entraînant une tension des cordes vocales.

■ Membranes et ligaments du larynx

Les différents cartilages du larynx sont unis par des membranes renforcées par des ligaments ou des ligaments individualisés.

Membrane crico-trachéale

Elle est tendue entre le rebord inférieur du cartilage cricoïde et le premier anneau trachéal.

Membrane et ligaments thyro-hyoïdiens

La membrane thyro-hyoïdienne est tendue entre les grandes cornes de l'os hyoïde en haut et le bord supérieur du cartilage thyroïde en bas. Elle est renforcée en avant par le ligament thyro-hyoïdien médian et latéralement par les ligaments thyro-hyoïdiens latéraux.

La membrane thyro-hyoïdienne est perforée par le nerf laryngé supérieur et l'artère laryngée moyenne en dessous de la grande corne de l'os hyoïde.

Membrane crico-thyroïdienne

La membrane crico-thyroïdienne est tendue entre le bord inférieur du cartilage thyroïde et le bord supérieur du cartilage cricoïde. Elle est renforcée au milieu par le ligament crico-thyroïdien médian ou conoïde.

Ligaments de l'épiglotte

L'épiglotte est reliée :

- à la langue par les ligaments glosso-épiglottiques ;
- au pharynx par les ligaments pharyngo-épiglottiques ;
- au cartilage thyroïde par le ligament thyro-épiglottique ;
- à l'os hyoïde par la membrane, le muscle et le ligament hyo-épiglottique ;
- aux cartilages aryténoïdes par les ligaments ary-épiglottiques.

Ligaments du complexe aryténoïdien

Les cartilages aryténoïdes sont reliés :

- au cartilage corniculé par le ligament ary-corniculé ;
- au cartilage cricoïde par la capsule crico-aryténoïdienne renforcée par le ligament triquètre ;
- au cartilage thyroïde par les ligaments vestibulaires et vocaux qui renforcent la membrane élastique du larynx.

Membrane fibroélastique du larynx

Tapissée par la muqueuse du larynx, elle présente de haut en bas quatre renforcements :

- la membrane quadrangulaire, dont le bord supérieur définit le pli ary-épiglottique ;
- le pli vestibulaire, qui renforce le bord inférieur de la membrane quadrangulaire et forme le pli vestibulaire ;
- le ligament vocal, qui est tendu entre l'angle rentrant du cartilage thyroïde et le processus vocal du cartilage aryténoïde. En renforçant le bord supérieur du cône élastique, il forme le pli vocal ;
- le cône élastique, qui est tendu entre le ligament vocal et le cartilage thyroïde.

Muscles intrinsèques du larynx

Les muscles intrinsèques du larynx s'insèrent tous sur les cartilages laryngés. Ils sont au nombre de 7 muscles pairs et 2 muscles impairs :

- le muscle ary-épiglottique et le muscle thyro-épiglottique sont abaisseurs de l'épiglotte ;
- les muscles adducteurs du larynx : les muscles crico-aryténoïdien latéral, thyro-aryténoïdien et l'aryténoïdien transverse tendent le ligament vocal et ferment la glotte ;
- les muscles abducteurs du larynx : les muscles crico-aryténoïdiens postérieurs déplacent en bas et latéralement les cartilages aryténoïdes, et donc ouvrent la glotte ;
- les muscles tenseurs des ligaments vocaux : le muscle crico-thyroïdien abaisse le cartilage cricoïde et tend les cordes vocales ;
- le muscle vocal : il fait basculer le cartilage aryténoïde en avant et tend la corde vocale.

Muscles extrinsèques du larynx

Les muscles abaisseurs sont :

- le muscle omo-hyoïdien ;
- le muscle sterno-hyoïdien ;
- le muscle sterno-thyroïdien.

Les muscles élévateurs sont :

- le muscle thyro-hyoïdien ;
- le muscle stylo-hyoïdien ;
- le muscle mylo-hyoïdien ;
- le muscle digastrique ;
- le muscle stylo-pharyngien.

■ Innervation du larynx

L'innervation du larynx dépend de branches du nerf vague :

- le nerf laryngé inférieur ou récurrent innerve tous les muscles du larynx sauf le crico-thyroïdien ;
- le nerf laryngé supérieur innerve le crico-thyroïdien et la muqueuse du ventricule laryngé de l'étage sous-glottique et de l'épiglotte.

■ Spécificités pédiatriques

De la naissance à la petite enfance, le volume de la tête et de l'occiput est proportionnellement plus important. Il provoque une flexion spontanée de la tête sur le thorax.

La position amendée de Jackson (cf. chapitre 8 « Position amendée de Jackson ») n'a aucun intérêt à cette période de la vie : l'hyperextension qu'elle réalise conduit à obstruer les voies aériennes.

Au contraire, les épaules peuvent être soulevées pour horizontaliser l'axe constitué par le conduit auditif externe avec la ligne médio-axillaire, pour tendre à aligner l'axe pharyngé avec l'axe laryngé (Fig. 1.5).

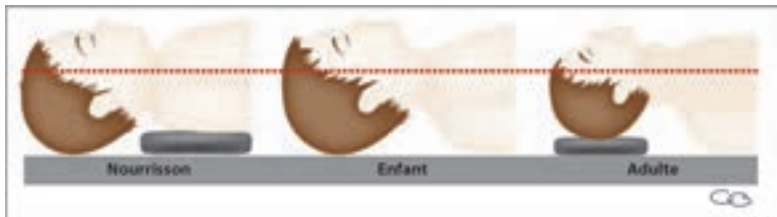


Fig. 1.5 • Optimisation de l'axe des voies aériennes

Le larynx est décrit comme étant en position céphalique. Il est situé en face de C3-C4 à la naissance. Il va atteindre son niveau de projection définitif (C6-C7) en deux paliers successifs au cours des trois premières années de vie puis à la puberté⁵.

Le larynx de l'enfant est proportionnellement plus court et plus antérieur que chez l'adulte.

Le larynx a longtemps été considéré comme un cône à orientation caudale dont la partie la plus étroite est le cricoïde. En fait, le cricoïde a une forme elliptique à grand axe antéropostérieur⁶. Quant au larynx, il est cylindrique comme celui de l'adulte et ne change pas de forme lors de sa croissance^{7 8}.

La laryngoscopie permet de prendre conscience des différences anatomiques (Fig. 1.6) avec :

- un palais plus long ;
- une langue plus volumineuse, qui occupe une grande partie de la cavité orale ;
- une mandibule plus courte, et un angle mandibulaire qui mesure 140° pour 120° chez adulte ;
- une distance base de langue-plan glottique proportionnellement plus courte ;
- une épiglote longue et étroite en forme d'oméga, ayant tendance à couvrir l'entrée du larynx. Avec la croissance, l'épiglotte va se raccourcir pour adopter sa forme de « U » définitive.

Le plan des cordes vocales est oblique en avant et en bas jusqu'à l'âge de 2 ans. Il adopte sa position définitive, perpendiculaire à l'axe de la trachée, à partir de l'âge de 8 ans.

La trachée est dirigée en bas et vers l'arrière par rapport au larynx. Elle mesure 4 cm à la naissance. Si la trachée grandit au fil des années, la corrélation est plus pertinente entre la taille et le poids qu'entre la taille et l'âge. Ainsi, pour des nourrissons de moins de 6 kg, sa longueur peut varier entre 3,2 et 7 cm⁹.

Jusqu'à l'âge de 2 ans, l'os hyoïde est le seul cartilage calcifié du larynx.

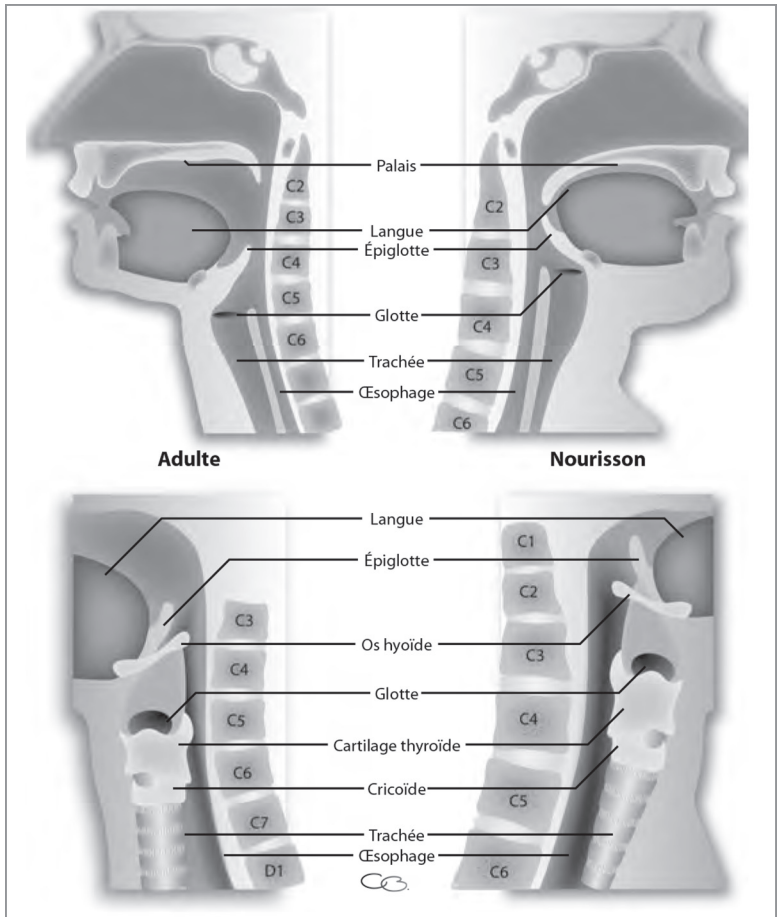



Fig. 1.6 • Anatomie comparée de l'adulte et du nourrisson

La muqueuse laryngée occupe une place proportionnellement plus importante. Tout traumatisme conduisant à un œdème circonférentiel de cette muqueuse peut être responsable d'une détresse respiratoire (une augmentation de l'épaisseur de 1 mm de la muqueuse réduit de 50 % la filière laryngée).

- 1 • Chevalier D, Dubrulle F, Vilette B. Anatomie descriptive, endoscopique et radiologique du larynx. *Encycl Med Chir* (Elsevier, Paris), Oto-rhino-laryngologie, 20-630-A-10.
- 2 • Bouchet A, Cuilleret J. Le larynx. *In* : Bouchet A, Cuilleret J, eds. Anatomie topographique et fonctionnelle. Le cou. Villeurbanne : SIMEP, 1971 : 71-94.
- 3 • Rouvière M. Anatomie humaine descriptive et topographique et fonctionnelle. Tome 1. Paris : Masson, 1974 : 475-500.
- 4 • Kamina K. Précis d'anatomie clinique. Le larynx. Tome 2. Paris : Maloine, 2002 : 315-26.
- 5 • Walls RM, Murphy MF. Approach to the pediatric airway. *In* : Manuel of emergency airway management. 3^e édition. Philadelphia : Lippincott Williams Wilkins, 2008 : 263-81.
- 6 • Dalal PG, Murray D, Feng A, Molter D, McAllister J. Upper airway dimensions in children using rigid video-bronchoscopy and a computer software: description of a measurement technique. *Pediatr Anesth* 2008 ; 18 : 645-53.
- 7 • Litman RS, Weissend EE, Shibata D, Westesson PL. Developmental changes of laryngeal dimensions in unparalyzed, sedated children. *Anesth Analg* 2003 ; 98 : 41-5.
- 8 • Dalal PG, Murray D, Messner AH, et al. Pediatric laryngeal dimensions: an age-based analysis. *Anesth Analg* 2009 ; 108 (5) : 1475-9.
- 9 • Giaufre E. Particularités de l'enfant. *In* : Dalens B, ed. Traité d'anesthésie générale. Paris : Éditions Arnette, 2001.



Le contrôle des voies aériennes intègre une phase de conditionnement du patient : la préoxygénation.

Elle peut se faire en ventilation spontanée ou assistée. Dans ce cas, il est nécessaire de maîtriser la ventilation au masque facial et de connaître les critères prédictifs de ventilation difficile.

■ Pourquoi ?

La préoxygénation consiste à administrer de l'oxygène pur à un patient. Cette manœuvre est un préalable à la réalisation d'une intubation trachéale quelle que soit son indication : anesthésie, médecine d'urgence ou réanimation¹.

En contribuant à augmenter les réserves en oxygène du patient, la préoxygénation a pour objectif de prévenir une hypoxémie susceptible de survenir lors de la séquence d'intubation et de la phase d'apnée qui y est associée.

À ce stade, les causes d'hypoxémie sont les suivantes :

- effets des médicaments (hémodynamique, allergie) ;
- difficulté d'intubation ou intubation œsophagienne ;
- difficulté de ventilation ;
- inhalation ;
- problème matériel (dysfonctionnement du respirateur...).

■ Rappels physiologiques

La consommation en oxygène (VO_2) d'un sujet jeune éveillé au repos est de 300 mL/min. Elle est diminuée de 40 % sous anesthésie et augmentée en cas de stress physiologique ou de réveil.

En cas d'apnée, l'hypoxie périphérique ($SpO_2 < 90\%$) peut survenir en 1 à 2 minutes si le patient a respiré en air ambiant avant l'induction. En augmentant la réserve pulmonaire en oxygène, la préoxygénation permet de retarder la survenue de cette désaturation de 6 à 8 minutes, à condition que les mécanismes de transport et de diffusion soient préservés².

Ce délai est un meilleur reflet des réserves en oxygène que la PaO_2 .

La réserve pulmonaire en oxygène est le produit de la fraction alvéolaire en O_2 par la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF). Pour une CRF de 3 000 mL, la réserve est de :

- 630 mL pour une $FiO_2 = 0,21$;
- 2 850 mL pour une $FiO_2 = 0,95$.

■ **Monitoring de l'oxygénation**

En pratique clinique, les deux paramètres qui permettent de refléter rapidement le niveau et l'efficacité de la préoxygénation sont :

- la mesure de la fraction expirée en O_2 ($F_{et}O_2$) ;
- l'oxymétrie périphérique pulsée (SpO_2).

Chacun d'eux apporte au clinicien une information spécifique sur l'efficacité de la préoxygénation :

- la SpO_2 constitue une évaluation rétrospective et retardée ;
- la $F_{et}O_2$ est une évaluation de la fraction alvéolaire en oxygène. Ce paramètre ne peut être pris en compte que si la technique est correcte et compatible avec cette mesure :
 - $FiO_2 = 1$,
 - étanchéité du masque facial aussi bien à la phase inspiratoire qu'expiratoire.

Lorsque la fraction expirée en oxygène est supérieure à 90 %, la préoxygénation est considérée comme efficace.

■ **Comment ?**

Plusieurs méthodes sont proposées.

Préoxygénation en volume courant

C'est la technique de référence. Elle consiste, le sujet étant en ventilation spontanée, à appliquer un masque facial de manière étanche, avec une $FiO_2 = 1$, pendant un temps moyen de 3 minutes (2 à 5 minutes dans la littérature)³.

Le débit de gaz frais doit être équivalent à la ventilation par minute du patient en circuit ouvert. En anesthésie, en cas d'usage de circuit filtre, un débit de 5 L/min est recommandé^{4 5}.

Chez les sujets indemnes de toute pathologie pulmonaire, cette technique permet une dénitrogénéation à 95 %⁶. Après 1 minute de préoxygénation, la fraction expirée d'oxygène atteint déjà 80 % ; une dénitrogénéation complète ne s'obtient qu'après 7 minutes chez le sujet sain.

Utilisation de la ventilation non invasive en aide inspiratoire⁷

Chez le sujet conscient, il est possible d'optimiser la préoxygénation en utilisant une ventilation associant :

- aide inspiratoire (AI) de 4 à 6 cmH₂O ;
- pression positive résiduelle (PPR) de 4 cmH₂O, susceptible de contribuer à une augmentation de la dilatation gastrique, dans certaines populations, sans autres conséquences⁸.

Au-delà de ces valeurs, il existe une mauvaise tolérance et des risques de fuites. Chez le patient inconscient, des valeurs plus importantes d'AI peuvent être utilisées.

Cette optimisation est particulièrement recommandée chez le patient hypoxémique.

Cette technique permet également un contrôle de la spirométrie et des pressions expirées et inspirées.

Préoxygénation en capacité vitale

Cette technique nécessite une parfaite coopération du patient, en commençant par une expiration profonde qui permet d'améliorer son efficacité⁹.

Technique des 8 CV

Elle consiste à effectuer en 60 secondes 8 inspirations profondes correspondant à la CV. Le débit d'oxygène doit être supérieur au débit inspiratoire de pointe des patients (> 15 L/min) pendant l'inspiration afin d'éviter les réinhalations et contribuer à une totale efficacité¹⁰. Une désaturation < 95 % survient au bout de 5 minutes chez des volontaires sains¹¹.

Technique des 4 CV

Elle consiste à effectuer en 30 secondes 4 inspirations profondes correspondant à la CV.

Cette technique est moins efficace que celle en volume courant ou des 8 CV avec une diminution des réserves en oxygène de plus de 2 min¹².

Elle reste indiquée en urgence lorsqu'on ne peut attendre 3 minutes de préoxygénation, exemple de la césarienne pour souffrance fœtale aiguë.

Préoxygénation par administration d'oxygène à haut débit nasal (OHDN)

Un nombre d'études de plus en plus important rapportent l'effet bénéfique de l'utilisation de canules nasales pour l'administration à haut débit d'oxygène (60 à 70 L/min) pour la préoxygénation (*Transnasal Humidified Rapid Insufflation Ventilatory Exchange* ou THRIVE)^{13 14}.

Cette technique permet de maintenir une oxygénation stable chez le sujet anesthésié et curarisé. Elle contribue à l'élimination partielle de CO₂ du fait de l'aérolitique des gaz à haut débit dans les voies aériennes. Ainsi, la THRIVE augmente le temps de tolérance à l'apnée par un délai tardif d'une hypoxémie.

Les champs d'utilisation de cette technique sont multiples et variées¹⁵. Des populations telles que celles de patients chirurgicaux, obèses ou nécessitant une intubation d'urgence pour des causes autres que respiratoires peuvent bénéficier de cette méthode d'oxygénation, alternative à la préoxygénation en volume courant¹⁶.

La difficulté à appliquer un masque facial de manière étanche ou lors de situation d'intubation difficile potentielle sont aussi de potentielles indications.

L'OHDN a montré son inefficacité dans des secteurs de soins intensifs pour des débits d'oxygène nasal de 15 L/min¹⁷ ou 60 L/min¹⁸. Cet échec est certainement à rapporter à l'existence de pathologies pulmonaires nécessitant l'intubation¹⁹.

Optimisation de la préoxygénation

Utilisation de la position proclive

Chez le sujet sain, la CRF diminue de la position debout à la position couchée. La durée de tolérance à l'apnée est améliorée lorsque la préoxygénation est réalisée en position proclive à 45° ou même à 20°²⁰.