

Année: 2021

Thèse N°: 139

CHIRURGIE DES STENOSES LARYNGÉES DE L'Enfant à ciEL ouvErt Revue de litteRatuRe et chiRuRgie experimentale

THESE

Présentée et soutenue publiquement le : / /2021

PAR

Madame Hafsa OUKHEIRA

Née le 11 Juin 1993 à Rabat

Pour l'Obtention du Diplôme de
Docteur en Médecine

Mots Clés : Résection cricotrachéale partielle; Reconstruction laryngotrachéale;
Chirurgie expérimentale; Sténoses laryngées ; ORL pédiatrique

Membres du Jury :

Monsieur Youns BJIJOU

Professeur d'Anatomie

Monsieur Ali EL AYOUBI EL IDRISI

Professeur d'Oto-Rhino-Laryngologie

Monsieur Mounir KISRA

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

Madame Aziza BENTALHA

Professeur d'Anesthésie Réanimation

Monsieur Alae EL KORAICHI

Professeur d'Anesthésie Réanimation

Président

Rapporteur

Juge

Juge

Juge

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا
أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا

سورة الإسراء: الآية: 85

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت
العليم الحكيم

سورة البقرة: الآية: 31

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



**UNIVERSITE MOHAMMED V
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
RABAT**

DOYENS HONORAIRES :

1962 - 1969: Professeur Abdelmalek FARAJ
1969 - 1974: Professeur Abdellatif BERBICH
1974 - 1981: Professeur Bachir LAZRAK
1981 - 1989: Professeur Taieb CHKILI
1989 - 1997: Professeur Mohamed Tahar ALAOUI
1997 - 2003: Professeur Abdelmajid BELMAHI 2003
- 2013: Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI

ADMINISTRATION :

Doyen :

Professeur Mohamed ADNAOUI

Vice-Doyen chargé des Affaires Académiques et estudiantines

Professeur Brahim LEKEHAL

Vice-Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération

Professeur Taoufiq DAKKA

Vice-Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie

Professeur Younes RAHALI

Secrétaire Général

Mr. Mohamed KARRA

*Enseignant militaire

1 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS ET PHARMACIENS

PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

Décembre 1984

Pr. MAAOUNI Abdelaziz
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
Pr. SETTAF Abdellatif

Médecine Interne - [Clinique Royale](#)
Anesthésie - Réanimation
Pathologie Chirurgicale

Décembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed
Pr. OUZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne – [Doyen de la FMPR](#)
Neurologie

Janvier et Novembre 1990

Pr. KHARBACH Aïcha
Pr. TAZI Saoud Anas

Gynécologie - Obstétrique
Anesthésie Réanimation

Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AZZOUZI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rabéa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BENSOUHA Yahia
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZAD Rachid
Pr. CHERRAH Yahia
Pr. CHOKAIRI Omar
Pr. KHATTAB Mohamed
Pr. SOULAYMANI Rachida
Pr. TAOUFIK Jamal

Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique [Méd. Chef Maternité des Orangers](#)
Pharmacologie
Histologie Embryologie
Pédiatrie
Pharmacologie- [Dir. du Centre National PV Rabat](#)
Chimie thérapeutique

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUHA Adil
Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza
Pr. CHRAIBI Chafiq
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie Générale [Doyen de FMPT](#)
Anesthésie Réanimation
Gastro-Entérologie
Gynécologie Obstétrique
Neurochirurgie
Cardiologie
Anatomie
Microbiologie

Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Nouredine
Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika
Pr. CHRAIBI Abdelmjid
Pr. EL AMRANI Sabah
Pr. ERROUGANI Abdelkader
Pr. ESSAKALI Malika
Pr. ETTAYEBI Fouad
Pr. IFRINE Lahssan
Pr. RHRAB Brahim
Pr. SENOUCI Karima

Radiothérapie
Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies Métaboliques [Doyen de la FMMA](#)
Gynécologie Obstétrique
Chirurgie Générale - [Directeur du CHUIS](#)
Immunologie
Chirurgie Pédiatrique
Chirurgie Générale
Gynécologie – Obstétrique
Dermatologie

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
Pr. BENTAHILA Abdelali
Pr. BERRADA Mohamed Saleh
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

Urologie [Inspecteur du SSM](#)
Pédiatrie
Traumatologie - Orthopédie
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Mars 1995

*Enseignant militaire

Pr. ABOUQUAL Redouane
 Pr. AMRAOUI Mohamed
 Pr. BAIDADA Abdelaziz
 Pr. BARGACH Samir
 Pr. EL MESNAOUI Abbes
 Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
 Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
 Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
 Pr. SEFIANI Abdelaziz
 Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Décembre 1996

Pr. BELKACEM Rachid
 Pr. BOULANOUAR Abdelkrim
 Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
 Pr. GAOUZI Ahmed
 Pr. OUZEDDOUN Naima
 Pr. ZBIR EL Mehdi*

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
 Pr. BIROUK Nazha
 Pr. FELLAT Nadia
 Pr. KADDOURI Noureddine
 Pr. KOUTANI Abdellatif
 Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
 Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
 Pr. TOUFIQ Jallal
 Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Novembre 1998

Pr. BENOMAR ALI
 Pr. BOUGTAB Abdesslam
 Pr. ER RIHANI Hassan
 Pr. BENKIRANE Majid*

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*
 Pr. AIT OUAMAR Hassan
 Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr Sououd
 Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
 Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
 Pr. ECHARRAB El Mahjoub
 Pr. EL FTOUH Mustapha
 Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
 Pr. TACHINANTE Rajae
 Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia
 Pr. AJANA Fatima Zohra
 Pr. BENAMR Said
 Pr. CHERTI Mohammed
 Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
 Pr. EL HASSANI Amine
 Pr. EL KHADER Khalid
 Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
 Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae

Décembre 2001

Réanimation Médicale
 Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique
 Gynécologie Obstétrique
 Chirurgie Générale
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Urologie
 Ophtalmologie
 Génétique
 Réanimation Médicale

Chirurgie Pédiatrie
 Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Néphrologie
 Cardiologie [Directeur HMI Mohammed V](#)

Gynécologie-Obstétrique
 Neurologie
 Cardiologie
 Chirurgie Pédiatrique
 Urologie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Psychiatrie [Directeur Hôp.Ar-razi Salé](#)
 Gynécologie Obstétrique

Neurologie [Doyen de la FM Abulcassis](#)
 Chirurgie Générale
 Oncologie Médicale
 Hématologie

Pneumo-phtisiologie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Pneumo-phtisiologie
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Générale
 Pneumo-phtisiologie
 Neurochirurgie
 Anesthésie-Réanimation
 Médecine Interne

Neurologie
 Gastro-Entérologie
 Chirurgie Générale
 Cardiologie
 Anesthésie-Réanimation
 Pédiatrie - [Directeur Hôp.Cheikh Zaid](#)
 Urologie
 Endocrinologie et Maladies Métaboliques
 Pédiatrie

*Enseignant militaire

Pr. BALKHI Hicham*
 Pr. BENABDELJLIL Maria
 Pr. BENAMAR Loubna
 Pr. BENAMOR Jouda
 Pr. BENELBARHDADI Imane
 Pr. BENNANI Rajae
 Pr. BENOUECHANE Thami
 Pr. BEZZA Ahmed*
 Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
 Pr. BOUMDIN El Hassane*
 Pr. CHAT Latifa
 Pr. EL HIJRI Ahmed
 Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
 Pr. EL MADHI Tarik
 Pr. EL OUNANI Mohamed
 Pr. ETTAIR Said
 Pr. GAZZAZ Miloudi*
 Pr. HRORA Abdelmalek
 Pr. KABIRI EL Hassane*
 Pr. LAMRANI Moulay Omar
 Pr. LEKEHAL Brahim
 Pr. MEDARHRI Jalil
 Pr. MIKDAME Mohammed*
 Pr. MOHSINE Raouf
 Pr. NOUINI Yassine
 Pr. SABBAAH Farid
 Pr. SEFIANI Yasser
 Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Décembre 2002

Pr. AMEUR Ahmed*
 Pr. AMRI Rachida
 Pr. AOURARH Aziz*
 Pr. BAMOU Youssef*
 Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
 Pr. BENZEKRI Laila
 Pr. BENZZOUBEIR Nadia
 Pr. BERNOUSSI Zakiya
 Pr. CHOHO Abdelkrim*
 Pr. CHKIRATE Bouchra
 Pr. EL ALAMI EL Fellous Sidi Zouhair
 Pr. FILALI ADIB Abdelhai
 Pr. HAJJI Zakia
 Pr. KRIOUILE Yamina
 Pr. OUJILAL Abdelilah
 Pr. RAISS Mohamed
 Pr. SIAH Samir*
 Pr. THIMOU Amal
 Pr. ZENTAR Aziz*

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
 Pr. AMRANI Mariam
 Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
 Pr. BENKIRANE Ahmed*
 Pr. BOULAADAS Malik

Anesthésie-Réanimation
 Neurologie
 Néphrologie
 Pneumo-phtisiologie
 Gastro-Entérologie
 Cardiologie
 Pédiatrie
 Rhumatologie
 Anatomie
 Radiologie
 Radiologie
 Anesthésie-Réanimation
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique [Directeur Hôp. Des Enfants Rabat](#)
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie - [Directeur Hôp. Univ. International \(Cheikh Khalifa\)](#)
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie Générale [Directeur Hôpital Ibn Sina](#)
 Chirurgie Thoracique
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Vasculaire Périphérique **V-D chargé Aff Acad. Est.**
 Chirurgie Générale
 Hématologie Clinique
 Chirurgie Générale
 Urologie
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Pédiatrie

Urologie
 Cardiologie
 Gastro-Entérologie
 Biochimie-Chimie
 Endocrinologie et Maladies Métaboliques
 Dermatologie
 Gastro-Entérologie
 Anatomie Pathologique
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Chirurgie Pédiatrique
 Gynécologie Obstétrique
 Ophtalmologie
 Pédiatrie
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Chirurgie Générale
 Anesthésie Réanimation
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale

Ophtalmologie
 Anatomie Pathologique
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Gastro-Entérologie
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale

*Enseignant militaire

Pr. BOURAZZA Ahmed*
 Pr. CHAGAR Belkacem*
 Pr. CHERRADI Nadia
 Pr. EL FENNI Jamal*
 Pr. EL HANCHI ZAKI
 Pr. EL KHORASSANI Mohamed
 Pr. HACHI Hafid
 Pr. JABOUIRIK Fatima
 Pr. KHARMAZ Mohamed
 Pr. MOUGHIL Said
 Pr. OUBAAZ Abdelbarre*
 Pr. TARIB Abdelilah*
 Pr. TIJAMI Fouad
 Pr. ZARZUR Jamila

Janvier 2005

Pr. ABBASSI Abdellah
 Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
 Pr. ALLALI Fadoua
 Pr. AMAZOUZI Abdellah
 Pr. BAHIRI Rachid
 Pr. BARKAT Amina
 Pr. BENYASS Aatif*
 Pr. DOUDOUH Abderrahim*
 Pr. HAJJI Leila
 Pr. HESSISSEN Leila
 Pr. JIDAL Mohamed*
 Pr. LAAROUSSI Mohamed
 Pr. LYAGOURI Mohammed
 Pr. SBIHI Souad
 Pr. ZERAIDI Najia

AVRIL 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
 Pr. BELMEKKI Abdelkader*
 Pr. BENCHEIKH Razika
 Pr. BOUHAFFS Mohamed El Amine
 Pr. BOULAHYA Abdellatif*
 Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
 Pr. DOGHMI Nawal
 Pr. FELLAT Ibtissam
 Pr. FAROUDY Mamoun
 Pr. HARMOUCHE Hicham
 Pr. IDRIS LAHLOU Amine*
 Pr. JROUNDI Laila
 Pr. KARMOUNI Tariq
 Pr. KILI Amina
 Pr. KISRA Hassan
 Pr. KISRA Mounir
 Pr. LAATIRIS Abdelkader*
 Pr. LMIMOUNI Badreddine*
 Pr. MANSOURI Hamid*
 Pr. OUANASS Abderrazzak
 Pr. SAFI Soumaya*
 Pr. SOUALHI Mouna
 Pr. TELLAL Saida*

Neurologie
 Traumatologie Orthopédie
 Anatomie Pathologique
 Radiologie
 Gynécologie Obstétrique
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Cardio-Vasculaire
 Ophtalmologie
 Pharmacie Clinique
 Chirurgie Générale
 Cardiologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique
 Chirurgie Générale
 Rhumatologie
 Ophtalmologie
 Rhumatologie [Directeur Hôp. Al Ayachi Salé](#)
 Pédiatrie
 Cardiologie
 Biophysique
 Cardiologie (mise en disponibilité)
 Pédiatrie
 Radiologie
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Parasitologie
 Histo-Embryologie Cytogénétique
 Gynécologie Obstétrique

Rhumatologie
 Hématologie
 O.R.L
 Chirurgie - Pédiatrique
 Chirurgie Cardio - Vasculaire. [Directeur Hôpital Ibn Sina Marr.](#)
 Gynécologie Obstétrique
 Cardiologie
 Cardiologie
 Anesthésie Réanimation
 Médecine Interne
 Microbiologie
 Radiologie
 Urologie
 Pédiatrie
 Psychiatrie
 Chirurgie - Pédiatrique
 Pharmacie Galénique
 Parasitologie
 Radiothérapie
 Psychiatrie
 Endocrinologie
 Pneumo - Phtisiologie
 Biochimie

*Enseignant militaire

Pr. ZAHRAOUI Rachida

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid

Pr. ACHACHI Leila

Pr. AMHAJJI Larbi*

Pr. AOUI Sarra

Pr. BAITE Abdelouahed*

Pr. BALOUCH Lhousaine*

Pr. BENZIANE Hamid*

Pr. BOUTIMZINE Nouridine

Pr. CHERKAOUI Naoual*

Pr. EL BEKKALI Youssef*

Pr. EL ABSI Mohamed

Pr. EL MOUSSAOUI Rachid

Pr. EL OMARI Fatima

Pr. GHARIB Nouredine

Pr. HADADI Khalid*

Pr. ICHOU Mohamed*

Pr. ISMAILI Nadia

Pr. KEBDANI Tayeb

Pr. LOUZI Lhoussain*

Pr. MADANI Naoufel

Pr. MARC Karima

Pr. MASRAR Azlarab

Pr. OUZZIF Ez zohra*

Pr. SEFFAR Myriame

Pr. SEKHSOKH Yessine*

Pr. SIFAT Hassan*

Pr. TACHFOUTI Samira

Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*

Pr. TANANE Mansour*

Pr. TLIGUI Houssain

Pr. TOUATI Zakia

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali*

Pr. AGADR Aomar*

Pr. AIT ALI Abdelmounaim*

Pr. AKHADDAR Ali*

Pr. ALLALI Nazik

Pr. AMINE Bouchra

Pr. ARKHA Yassir

Pr. BELYAMANI Lahcen*

Pr. BJIJOU Younes

Pr. BOUHSAIN Sanae*

Pr. BOUI Mohammed*

Pr. BOUNAIM Ahmed*

Pr. BOUSSOUGA Mostapha*

Pr. CHTATA Hassan Toufik*

Pr. DOGHMI Kamal*

Pr. EL MALKI Hadj Omar

Pr. EL OUENNASS Mostapha*

Pr. ENNIBI Khalid*

Pr. FATHI Khalid

Pr. HASSIKOU Hasna*

Pneumo - Phtisiologie

Réanimation médicale

Pneumo phtisiologie

Traumatologie orthopédie

Parasitologie

Anesthésie réanimation

Biochimie-chimie

Pharmacie clinique

Ophthalmologie

Pharmacie galénique

Chirurgie cardio-vasculaire

Chirurgie générale

Anesthésie réanimation

Psychiatrie

Chirurgie plastique et réparatrice

Radiothérapie

Oncologie médicale

Dermatologie

Radiothérapie

Microbiologie

Réanimation médicale

Pneumo phtisiologie

Hématologie biologique

Biochimie-chimie

Microbiologie

Microbiologie

Radiothérapie

Ophthalmologie

Chirurgie générale

Traumatologie-orthopédie

Parasitologie

Cardiologie

Médecine interne

Pédiatrie

Chirurgie Générale

Neuro-chirurgie

Radiologie

Rhumatologie

Neuro-chirurgie [Directeur Hôp.des Spécialités](#)

Anesthésie Réanimation

Anatomie

Biochimie-chimie

Dermatologie

Chirurgie Générale

Traumatologie-orthopédie

Chirurgie Vasculaire Périphérique

Hématologie clinique

Chirurgie Générale

Microbiologie

Médecine interne

Gynécologie obstétrique

Rhumatologie

*Enseignant militaire

Pr. KABBAJ Nawal
 Pr. KABIRI Meryem
 Pr. KARBOUBI Lamya
 Pr. LAMSAOURI Jamal*
 Pr. MARMADE Lahcen
 Pr. MESKINI Toufik
 Pr. MESSAOUDI Nezha*
 Pr. MSSROURI Rahal
 Pr. NASSAR Ittimade
 Pr. OUKERRAJ Latifa
 Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani*

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha
 Pr. AMEZIANE Taoufiq*
 Pr. BELAGUID Abdelaziz
 Pr. CHADLI Mariama*
 Pr. CHEMSI Mohamed*
 Pr. DAMI Abdellah*
 Pr. DARBI Abdellatif*
 Pr. DENDANE Mohammed Anouar
 Pr. EL HAFIDI Naima
 Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
 Pr. EL MAZOUZ Samir
 Pr. EL SAYEGH Hachem
 Pr. ERRABIH Ikram
 Pr. LAMALMI Najat
 Pr. MOSADIK Ahlam
 Pr. MOUJAHID Mountassir*
 Pr. ZOUAIDIA Fouad

Decembre 2010

Pr. ZNATI Kaoutar

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed
 Pr. ABOUELALAA Khalil*
 Pr. BENCHEBBA Driss*
 Pr. DRISSI Mohamed*
 Pr. EL ALAOU MHAMDI Mouna
 Pr. EL OUAZZANI Hanane*
 Pr. ER-RAJI Mounir
 Pr. JAHID Ahmed

Février 2013

Pr. AHID Samir
 Pr. AIT EL CADI Mina
 Pr. AMRANI HANCHI Laila
 Pr. AMOR Mourad
 Pr. AWAB Almahdi
 Pr. BELAYACHI Jihane
 Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain
 Pr. BENCHEKROUN Laila
 Pr. BENKIRANE Souad
 Pr. BENSGHIR Mustapha*
 Pr. BENYAHIA Mohammed*
 Pr. BOUATIA Mustapha
 Pr. BOUABID Ahmed Salim*

Gastro-entérologie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Chimie Thérapeutique
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Pédiatrie
 Hématologie biologique
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Cardiologie
 Pneumo-Phtisiologie

Anesthésie réanimation
 Médecine Interne **Directeur ERSSM**
 Physiologie
 Microbiologie
 Médecine Aéronautique
 Biochimie- Chimie
 Radiologie
 Chirurgie Pédiatrique
 Pédiatrie
 Radiologie
 Chirurgie Plastique et Réparatrice
 Urologie
 Gastro-Entérologie
 Anatomie Pathologique
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie Générale
 Anatomie Pathologique

Anatomie Pathologique

Chirurgie pédiatrique
 Anesthésie Réanimation
 Traumatologie-orthopédie
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie Générale
 Pneumophtisiologie
 Chirurgie Pédiatrique
 Anatomie Pathologique

Pharmacologie
 Toxicologie
 Gastro-Entérologie
 Anesthésie-Réanimation
 Anesthésie-Réanimation
 Réanimation Médicale
 Anesthésie-Réanimation
 Biochimie-Chimie
 Hématologie
 Anesthésie Réanimation
 Néphrologie
 Chimie Analytique et Bromatologie
 Traumatologie orthopédie

*Enseignant militaire

Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba	Anatomie
Pr. CHAIB Ali*	Cardiologie
Pr. DENDANE Tarek	Réanimation Médicale
Pr. DINI Nouzha*	Pédiatrie
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali	Anesthésie Réanimation
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa	Radiologie
Pr. ELFATEMI NIZARE	Neuro-chirurgie
Pr. EL GUERROUJ Hasnae	Médecine Nucléaire
Pr. EL HARTI Jaouad	Chimie Thérapeutique
Pr. EL JAUDI Rachid*	Toxicologie
Pr. EL KABABRI Maria	Pédiatrie
Pr. EL KHANNOUSSI Basma	Anatomie Pathologique
Pr. EL KHLOUFI Samir	Anatomie
Pr. EL KORAICHI Alae	Anesthésie Réanimation
Pr. EN-NOUALI Hassane*	Radiologie
Pr. ERREGUI Laila	Physiologie
Pr. FIKRI Meryem	Radiologie
Pr. GHFIR Imade	Médecine Nucléaire
Pr. IMANE Zineb	Pédiatrie
Pr. IRAQI Hind	Endocrinologie et maladies métaboliques
Pr. KABBAJ Hakima	Microbiologie
Pr. KADIRI Mohamed*	Psychiatrie
Pr. LATIB Rachida	Radiologie
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra	Médecine Interne
Pr. MEDDAH Bouchra	Pharmacologie
Pr. MELHAOUI Adyl	Neuro-chirurgie
Pr. MRABTI Hind	Oncologie Médicale
Pr. NEJJARI Rachid	Pharmacognosie
Pr. OUBEJJA Houda	Chirurgie Pédiatrique
Pr. OUKABLI Mohamed*	Anatomie Pathologique
Pr. RAHALI Younes	Pharmacie Galénique Vice-Doyen à la Pharmacie
Pr. RATBI Ilham	Génétique
Pr. RAHMANI Mounia	Neurologie
Pr. REDA Karim*	Ophtalmologie
Pr. REGRAGUI Wafa	Neurologie
Pr. RKAIN Hanan	Physiologie
Pr. ROSTOM Samira	Rhumatologie
Pr. ROUAS Lamiaa	Anatomie Pathologique
Pr. ROUIBAA Fedoua*	Gastro-Entérologie
Pr. SALIHOUN Mouna	Gastro-Entérologie
Pr. SAYAH Rochde	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. SEDDIK Hassan*	Gastro-Entérologie
Pr. ZERHOUNI Hicham	Chirurgie Pédiatrique
Pr. ZINE Ali*	Traumatologie Orthopédie
<u>AVRIL 2013</u>	
Pr. EL KHATIB MOHAMED KARIM*	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
<u>MARS 2014</u>	
Pr. ACHIR Abdellah	Chirurgie Thoracique
Pr. BENCHAKROUN Mohammed*	Traumatologie- Orthopédie
Pr. BOUCHIKH Mohammed	Chirurgie Thoracique
Pr. EL KABBAJ Driss*	Néphrologie
Pr. EL MACHTANI IDRISSE Samira*	Biochimie-Chimie
Pr. HARDIZI Houyam	Histologie- Embryologie-Cytogénétique
Pr. HASSANI Amale*	Pédiatrie

*Enseignant militaire

Pr. HERRAK Laila
Pr. JEAIDI Anass*
Pr. KOUACH Jaouad*
Pr. MAKRAM Sanaa*
Pr. RHISSASSI Mohamed Jaafar
Pr. SEKKACH Youssef*
Pr. TAZI MOUKHA Zakia

DECEMBRE 2014

Pr. ABILKACEM Rachid*
Pr. AIT BOUGHIMA Fadila
Pr. BEKKALI Hicham*
Pr. BENAZZOU Salma
Pr. BOUABDELLAH Mounya
Pr. BOUCHRIK Mourad*
Pr. DERRAJI Soufiane*
Pr. EL AYOUBI EL IDRISSE Ali
Pr. EL GHADBANE Abdedaim Hatim*
Pr. EL MARJANY Mohammed*
Pr. FEJJAL Nawfal
Pr. JAHIDI Mohamed*
Pr. LAKHAL Zouhair*
Pr. OUDGHIRI NEZHA
Pr. RAMI Mohamed
Pr. SABIR Maria
Pr. SBAI IDRISSE Karim*

AOUT 2015

Pr. MEZIANE Meryem
Pr. TAHIRI Latifa

PROFESSEURS AGREGES :

JANVIER 2016

Pr. BENKABBOU Amine
Pr. EL ASRI Fouad*
Pr. ERRAMI Nouredine*
Pr. NITASSI Sophia

JUIN 2017

Pr. ABI Rachid*
Pr. ASFALOU Ilyasse*
Pr. BOUAITI El Arbi*
Pr. BOUTAYEB Saber
Pr. EL GHISSASSI Ibrahim
Pr. HAFIDI Jawad
Pr. MAJBAR Mohammed Anas
Pr. OURAINI Saloua*
Pr. RAZINE Rachid
Pr. SOUADKA Amine
Pr. ZRARA Abdelhamid*

MAI 2018

Pr. AMMOURI Wafa
Pr. BENTALHA Aziza
Pr. EL AHMADI Brahim
Pr. EL HARRECH Youness*
Pr. EL KACEMI Hanan
Pr. EL MAJJAOUI Sanaa

Pneumologie
Hématologie Biologique
Génécologie-Obstétrique
Pharmacologie
CCV
Médecine Interne
Génécologie-Obstétrique

Pédiatrie
Médecine Légale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Maxillo-Faciale
Biochimie-Chimie
Parasitologie
Pharmacie Clinique
Anatomie
Anesthésie-Réanimation
Radiothérapie
Chirurgie Réparatrice et Plastique
O.R.L
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Psychiatrie
Médecine préventive, santé publique et Hyg.

Dermatologie
Rhumatologie

Chirurgie Générale
Ophtalmologie
O.R.L
O.R.L

Microbiologie
Cardiologie
Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Oncologie Médicale
Oncologie Médicale
Anatomie
Chirurgie Générale
O.R.L
Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Chirurgie Générale
Immunologie

Médecine interne
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Urologie
Radiothérapie
Radiothérapie

*Enseignant militaire

Pr. FATIHI Jamal*
Pr. GHANNAM Abdel-Ilah
Pr. JROUNDI Imane
Pr. MOATASSIM BILLAH Nabil
Pr. TADILI Sidi Jawad
Pr. TANZ Rachid*

NOVEMBRE 2018

Pr. AMELLAL Mina
Pr. SOULY Karim
Pr. TAHRI Rajae

NOVEMBRE 2019

Pr. AATIF Taoufiq*
Pr. ACHBOUK Abdelhafid*
Pr. ANDALOUSSI SAGHIR Khalid
Pr. BABA HABIB Moulay Abdellah*
Pr. BASSIR RIDA ALLAH
Pr. BOUATTAR TARIK
Pr. BOUFETTAL MONSEF
Pr. BOUCHENTOUF Sidi Mohammed*
Pr. BOUZELMAT HICHAM*
Pr. BOUKHRIS JALAL*
Pr. CHAFRY BOUCHAIB*
Pr. CHAHDI HAFSA*
Pr. CHERIF EL ASRI ABAD*
Pr. DAMIRI AMAL*
Pr. DOGHMI NAWFAL*
Pr. ELALAOUI SIDI-YASSIR
Pr. EL ANNAZ HICHAM*
Pr. EL HASSANI MOULAY EL MEHDI*
Pr. EL HJOUJI ABDERRAHMAN*
Pr. EL KAOUI HAKIM*
Pr. EL WALI ABDERRAHMAN*
Pr. EN-NAFAA ISSAM*
Pr. HAMAMA JALAL*
Pr. HEMMAOUI BOUCHAIB*
Pr. HJIRA NAOUFAL*
Pr. JIRA MOHAMED*
Pr. JNIE NE ASMAA
Pr. LARAQUI HICHAM*
Pr. MAHFOUD TARIK*
Pr. MEZIANE MOHAMMED*
Pr. MOUTAKI ALLAH YOUNES*
Pr. MOUZARI YASSINE*
Pr. NAOUI HAFIDA*
Pr. OBTEL MAJDOULINE
Pr. OURRAI ABDELHAKIM*
Pr. SAOUAB RACHIDA*
Pr. SBITTI YASSIR*
Pr. ZADDOUG OMAR*
Pr. ZIDOUH SAAD*

Médecine Interne
Anesthésie-Réanimation
Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Oncologie Médicale

Anatomie
Microbiologie
Histologie-Embryologie-Cytogénétique

Néphrologie
Chirurgie réparatrice et plastique
Radiothérapie
Gynécologie-Obstétrique
Anatomie
Néphrologie
Anatomie
Chirurgie-Générale
Cardiologie
Traumatologie-Orthopédie
Traumatologie-Orthopédie
Anatomie pathologique
Neuro-chirurgie
Anatomie Pathologique
Anesthésie-Réanimation
Pharmacie-Galénique
Virologie
Gynécologie-Obstétrique
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Anesthésie-Réanimation
Radiologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
O.R.L
Dermatologie
Médecine interne
Physiologie
Chirurgie-Générale
Oncologie Médicale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Ophtalmologie
Parasitologie-Mycologie
Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Pédiatrie
Radiologie
Oncologie Médicale
Traumatologie-Orthopédie
Anesthésie-Réanimation

*Enseignant militaire

2 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	Biochimie-chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BARKIYOU Malika	Histologie-Embryologie
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie Vice-Doyen chargé de la Rech. et de la Coop.
Pr. FAOUZI Moulay El Abbès	Pharmacologie
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie
moléculaire/Biotechnologie	
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Mohammed	Chimie Organique
Pr. RIDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie

PROFESSEURS HABILITES :

Pr. BENZEID Hanane	Chimie
Pr. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia	Biochimie-chimie
Pr. DOUKKALI Anass	Chimie Analytique
Pr. EL JASTIMI Jamila	Chimie
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Histologie-Embryologie
Pr. LYAHYAI Jaber	Génétique
Pr. OUADGHIRI Mouna	Microbiologie et Biologie
Pr. RAMLI Youssef	Chimie
Pr. SERRAGUI Samira	Pharmacologie
Pr. TAZI Ahnini	Génétique
Pr. YAGOUBI Maamar	Eau, Environnement

Mise à jour le 05/03/2021

KHALED Abdellah

Chef du Service des

Ressources Humaines

FMPR

*Enseignant militaire

Remerciements



***A notre maitre et président de thèse
Monsieur le Professeur Youns BJIJOU,
professeur d'anatomie, de chirurgie expérimentale et de microchirurgie à
la faculté de médecine et de pharmacie de Rabat.***

*Je vous remercie pour l'honneur que vous me faites en acceptant de présider notre
thèse.*

*La qualité de votre enseignement, votre perfectionnisme et votre rigueur sont
pour nous des modèles.*

*Je vous prie, cher Maître, d'accepter dans ce travail le témoignage de ma haute
considération, de ma profonde reconnaissance et de mon sincère respect.*

A notre maitre et directeur de thèse
Monsieur le Professeur Ali El Ayoubi El Idrissi,
professeur d'anatomie à la Faculté de médecine
et de pharmacie de Rabat.

Je vous remercie maître pour la confiance que vous m'avez accordée en acceptant d'encadrer ce travail doctoral, pour vos multiples conseils et pour tout le temps que vous avez consacré à diriger cette recherche.

Soyez assuré, cher maître, de toute mon estime et de mon profond respect.

A notre maitre et juge de thèse
Monsieur le Professeur Mounir Kisra,
professeur de chirurgie pédiatrique à la faculté de médecine
et de Pharmacie de Rabat.

Je vous remercie, cher maitre, d'avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse.

Je vous remercie maitre de m'avoir accueillie au sein de votre formation pour mon stage de chirurgie en sixième année.

Notre passage nous a permis non seulement d'acquérir les premières bases de la chirurgie mais surtout de révéler notre vocation pour la chirurgie pédiatrique.

Je vous prie, cher Maître, d'accepter dans ce travail le témoignage de ma haute considération, de ma profonde reconnaissance et de mon sincère respect.

A notre maitre et juge de thèse
Madame le Professeur Aziza BENTALHA
Professeur d'anesthésie réanimation à la faculté de médecine
et de Pharmacie de Rabat.

*Je vous remercie, cher maître, d'avoir accepté de faire partie du jury de cette
thèse.*

*Je vous remercie de m'avoir accueillie au sein de votre formation pour mon stage
de réanimation en sixième année.*

*Je vous prie, cher Maître, d'accepter dans ce travail le témoignage de ma haute
considération, de ma profonde reconnaissance et de mon sincère respect.*

A notre maitre et juge de thèse
Monsieur le Professeur Alae El Koraichi
Professeur d'anesthésie réanimation à la faculté de médecine
et de Pharmacie de Rabat.

Je vous remercie, cher maître, d'avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse.

Votre pédagogie et vos qualités humaines sont un modèle pour nous.

Je vous prie, cher Maître, d'accepter dans ce travail le témoignage de ma haute considération, de ma profonde reconnaissance et de mon sincère respect.



Liste des illustrations



Liste des figures

Figure 1 : Coupe sagittale mettant en évidence les larynx du nourrisson et de l'adulte.	10
Figure 2 : Similitudes entre les larynx du nouveau-né (a) et du primate (b) :.....	12
Figure 3 : Vues frontale, axiale, coronale et sagittale du larynx du nourrisson :.....	16
Figure 4 : Coupe transversale montrant les muscles intrinsèques du larynx :.....	22
Figure 5 : Fonction du muscle cricothyroïdienne :	22
Figure 6 : Coupe frontale du larynx montrant les trois étages du larynx.	24
Figure 7 : Vue endoscopique montrant le plan glottique et les plis vocaux.	26
Figure 8 : Apport vasculaire du larynx et de la trachée cervicale :.....	29
Figure 9 : Innervation du larynx et anse de Galien	31
Figure 10 : Vue Antérieure montrant le trajet du nerf récurrent.....	33
Figure 11 : Aspect endoscopique comparatif entre le larynx adulte et le larynx infantile	36
Figure 12 : Schémas montrant les mouvements de fermeture du larynx lors de la phonation et de la déglutition.....	38
Figure 13 : L'anneau cricoïde et aryénoïdes	42
Figure 14 : Tube endotrachéal souple Portex Blue Line, sans ballonnet.	43
Figure 15 : Sous-glotte infantile et risque de dyspnée	45
Figure 16 : Longueurs et diamètres trachéaux	47
Figure 17 : Canule sans ballonnet pour trachéostomie, chez l'enfant.....	48
Figure 18 : Stent Aboulker.....	50
Figure 19 : Tube en T de Montgomery.....	52
Figure 20 : Complications induites par le tube en T de Montgomery.....	52
Figure 21 : Tube en T pédiatrique Healy.....	55
Figure 22 : Stent laryngotrachéal Montgomery	55
Figure 23 : Stent laryngotrachéal Eliachar.	57
Figure 24 : Stent laryngotrachéal Monnier.	59
Figure 25 : Stent laryngotrachéal Monnier : Tailles.....	59
Figure 26 : Stent laryngotrachéal Monnier : Longueurs.....	59
Figure 27 : Schéma d'utilisation correcte du stent laryngotrachéal Monnier.	62
Figure 30 : Vue endoscopique d'un kyste canalaire.....	74
Figure 31 : Schémas montrant une vue frontale et une vue endoscopique du kyste ventriculaire.	76
Figure 32 : Coupes frontales mettant en évidence les situations latérale et antérieure du kyste ventriculaire.	76

Figure 33 : Coupes frontales mettant en évidence les types de laryngocèles.	77
Figure 34 : Classification de Cohen des palmures glottiques :	91
Figure 35 : Radiographie du larynx de profil.....	92
Figure 36 : Vues endoscopiques du larynx d'un enfant de 5 mois présentant un syndrome Vélocardiofacial.	95
Figure 37 : Cricoïde aplati avec hyperplasie des glandes sous-muqueuses et augmentation du tissu mou dans la lumière.....	97
Figure 38 : Cricoïde elliptique.	97
Figure 39 : Vues endoscopiques des hémangiomes sous-glottiques.....	99
Figure 40 : Hémangiome sous-glottique postéro-latéral gauche traité au propranolol.	102
Figure 41 : Résection au laser CO2 d'un hémangiome sous-glottique gauche.	104
Figure 42 : Excision chirurgicale ouverte d'un hémangiome sous-glottique.....	105
Figure 43 : Schémas montrant les sites potentiels des lésions induites par la pression de la sonde endotrachéale au niveau d larynx.	106
Figure 44 : Technique d'intubation défectueuse.	108
Figure 45 : Types de lésions laryngées en fonction du niveau d'impact.	119
Figure 46 : Prévalence de la croissance des papillomes au niveau des voies respiratoires supérieures.	122
Figure 47 : Caractéristiques macroscopiques de la PRR juvénile	126
Figure 48 : Classification de Benjamin des diastèmes	129
Figure 49 : Orientation diagnostique devant les bruits respiratoires pathologiques.	153
Figure 50 : Masque facial pour nasofibroscopie:.....	160
Figure 51 : Nasofibroscopie laryngée à travers un masque facial chez un enfant anesthésié respirant spontanément :.....	160
Figure 52 : Vue panoramique du pharyngolarynx, obtenue grâce à : Un laryngoscope d'intubation anesthésique et un endoscope de 4mm de diamètre.	163
Figure 53 : Ensemble de laryngoscopes PARSONS.....	165
Figure 54 : Laryngoscopes BENJAMIN – LINDHOLM.....	165
Figure 55 : Laryngoscopes KLEINSASSER.	167
Figure 56 : Laryngoscopes en sablier.	167
Figure 57 : Laryngoscope HOLINGER-BENJAMIN.....	167
Figure 58 : Kit des laryngoscopes pédiatriques.	168
Figure 59 : Configuration de la microlaryngoscopie en suspension	169
Figure 60 : Instruments de suture endoscopique :.....	171
Figure 61 : Plates-formes Laser	171

Figure 62 : Ensemble d'instruments laryngés KLEINSASSER.....	171
Figure 63 : Ensemble d'instruments laryngés :	173
Figure 64 : Mise en place endoscopique d'un stent trachéal.....	173
Figure 65 : Rétracteur des fausses cordes vocales LINDHOLM.....	174
Figure 66 : Jauges métalliques LT-Mold pour une utilisation endoscopique.....	175
Figure 67 : Jauges métalliques LT-Mold pour une utilisation peropératoire.	175
Figure 68 : Bronchoscopes rigides pédiatriques :	177
Figure 69 : Fibre laser CO2.	178
Figure 70 : Broncho fibroscope flexible de 2,2 mm.....	179
Figure 71 : Ensemble d'œsophagoscopes et de pinces pédiatriques rigides :	180
Figure 72 : Œsophagoscope HASSLINGER.....	180
Figure 73 : Dilatateurs à tige métallique et tête conique en plastique:.....	183
Figure 74 : Dilatateurs Savary-Gilliard :	183
Figure 75 : Dilatateur à ballonnet associé à une seringue d'inflation :	183
Figure 76 : (a) Canule d'aspiration du microdébrideur.....	184
Figure 77 : Nasofibroscopie laryngée à travers un masque facial chez un enfant anesthésié respirant spontanément.	185
Figure 78 : Laryngoscopie directe avec un endoscope rigide :.....	187
Figure 79 : Configuration de la microlaryngoscopie en suspension.	188
Figure 80 : Laryngoscopes.....	188
Figure 81 : Photographies fixes en série d'une sténose sous-glottique :	190
Figure 82 : Évaluation précise du site de l'extension cranio-caudale.....	191
Figure 83 : Évaluation de la commissure laryngée.	193
Figure 83bis : Classification BOGDASARIAN	200
Figure 84 : Classification de McCaffrey	198
Figure 85 : Classification de Cohen	199
Figure 86 : Gradation des sténoses sous-glottiques Myer-Cotton.	201
Figure 87 : Classement de la sténose en fonction de la taille du tube endotrachéal	201
Figure 88 : Étapes de la dilatation endolaryngée à ballonnet.	210
Figure 89 : Mise en place endoscopique d'un stent trachéal.	210
Figure 90 : (a) Canule d'aspiration du microdébrideur.....	213
Figure 90bis : Optimisation des résultats de résection cricotrachéale partielle par dilatation à 3 mois postopératoire :	222
Figure 91 : Laryngotrachéoplastie sans expansion cartilagineuse.	224
Figure 92 : Classification BOGDASARIAN.....	231

Figure 93 : Algorithme de prise en charge des sténoses glottiques postérieures.....	231
Figure 94 : Coupe histologique : Cricoïde Elliptique.....	232
Figure 95 : Coupe histologique : Cricoïde aplati avec hyperplasie des glandes sous-muqueuses :.....	232
Figure 96 : Schéma de LTR pour sténose du cartilage cricoïde elliptique	234
Figure 97 : Schéma d'une PCTR pour un anneau Cricoïde aplati avec hyperplasie muqueuse et fibreuse (vues axiales de la sous-glotte)	234
Figure 98 : Schéma de la technique endoscopique de Shapsay pour le traitement une sténose sous-glottique Grade I :	236
Figure 99 : Schéma de reconstruction laryngotrachéale avec greffes cartilagineuses costales antéro-postérieures -sténose de grade IV.....	242
Figure 100 : Évaluation précise du site de l'extension cranio-caudale.....	264
Figure 101 : Classification Mallampati	268
Figure 102 : Échelle de Cormack et Lehane modifiée	269
Figure 103 : Utilisation de deux jeux de tubes d'anesthésie pour la résection partielle de la cricotrachéale	288
Figure 104 : Représentation schématique de la chronologie des agents sédatifs utilisés dans ce protocole. Au niveau de l'unité de soins intensifs ou de la salle opératoire.	303
Figure 105 : Résultats de la résection cricotrachéale partielle en un temps au 7e jour postopératoire :.....	309
Figure 106 : Masque facial pour ventilation à pression positive continue dans l'unité de soins intensifs pédiatriques.	311
Figure 107 : Résection au laser CO2 d'une sténose sous-glottique gauche 3 mois après une résection cricotrachéale partielle en un seul temps.	316
Figure 108 : Schéma de la séparation thyrotrachéale cliniquement inaperçue après résection cricotrachéale partielle étendue avec stent laryngotrachéal:.....	320
Figure 109 : Ablation endoscopique du Stent laryngotrachéal.....	322
Figure 110 : Déhiscence anastomotique 3 semaines après résection cricotrachéale partielle en un temps pour sténose sous-glottique de grade III:.....	326
Figure 111 : Chirurgie de révision pour déhiscence anastomotique après résection cricotrachéale partielle.....	327
Figure 112 : Renforcement de l'anastomose thyrotrachéale lors de la chirurgie de révision pour déhiscence anastomotique après résection cricotrachéale partielle.....	328
Figure 113 : Anatomie laryngée et vraisemblance de l'agneau (Lamb), du porc (Pig) et du lapin (Rabbit) aux techniques des chirurgies laryngotrachéales pédiatriques, à ciel ouvert.	333

Liste des tableaux

Tableau 1 : Corrélation entre la longueur supposée du larynx et la longueur du corps (mm).	11
Tableau 2 : Diamètres (mm) des sondes endotrachéales (ETT)	43
Tableau 3 : Comparaison entre la taille de la lumière sous-glottique, la distance inter-aryténoïde moyenne et les tailles recommandées des tubes endotrachéaux (ETT)	44
Tableau 4 : Comparaison entre les diamètres du cartilage cricoïde et les tailles recommandées des bronchoscopes rigides.....	47
Tableau 5 : Comparaison entre les diamètres trachéaux et les tailles de canules pédiatriques Shiley recommandées.	48
Tableau 6 : Prévalence des anomalies laryngées congénitales.....	65
Tableau 7 : Fentes laryngo-trachéo-œsophagiennes : indications pour les réparations chirurgicales endoscopiques et ouvertes.....	135
Tableau 8 : Tailles des bronchoscopes rigides pédiatriques et leurs recommandations selon l'âge du patient.	176
Tableau 9 : Recommandations des tailles des œsophagoscopes selon l'âge du patient.....	180
Tableau 10 : Pourcentage d'obstruction en fonction de la taille de l'ETT.	201
Tableau 11 : Système de gradation Myer-Cotton modifié.	203
Tableau 12 : Nouveau système de gradation des sténoses sous-glottiques.	235
Tableau 13 : Algorithme de traitement pour SGS de grade I	236
Tableau 14 : Algorithme de traitement pour SGS de grade II.....	238
Tableau 15 : Algorithme de traitement pour SGS de grade III et IV.....	240
Tableau 16 : Check-list pour l'évaluation endoscopique préopératoire et processus décisionnel (1/2).	262
Tableau 17 : Check-list pour l'évaluation endoscopique préopératoire et processus décisionnel (2/2).	263
Tableau 18 : Caractéristiques cliniques suggérant des voies respiratoires difficiles.	269
Tableau 19 : Outil d'évaluation du sevrage (WAT-1).	299

Sommaire



INTRODUCTION	1
ANATOMIE DU LARYNX DE L'ENFANT	4
I. Introduction.....	5
II. Embryogenèse du larynx.....	6
1. Introduction	6
2. Origine endodermique.....	7
3. Origine mésenchymateuse.....	7
4. Croissance morphologique.....	8
III. Anatomie topographique du larynx et application chirurgicale.	11
1. Situation anatomique.	11
2. Rapports.	13
2.1. Rapports musculaires.	13
2.2. Rapports viscéraux.	13
2.3. Rapports vasculo-nerveux.....	13
2.4. Rapports laryngo-hypo pharyngé.....	14
3. Anatomie appliquée à la chirurgie laryngée pédiatrique.	14
IV. Anatomie descriptive du larynx et application chirurgicale.....	15
1. Configuration externe de larynx.	15
1.1. Cartilages et articulations.....	15
1.1.1. Les cartilages du larynx.	15
1.1.1.1. Cartilage thyroïde.....	17
1.1.1.2. Cartilage cricoïde.	17
1.1.1.3. Cartilage épiglottique.....	18
1.1.1.4. Cartilage aryténoïde.	18
1.1.1.5. Cartilage cornicule.....	18
1.1.1.6. Cartilage cunéiforme.....	18
1.1.2. Les articulations du larynx.....	19
1.1.2.1. Articulation cricothyroïdienne.....	19
1.1.2.2. Articulation cricoaryténoïdienne.....	19
1.2. Système membrano-ligamentaire.....	19
1.2.1. Système membrano-ligamentaire extrinsèque.	19

1.2.1.1. Moyens d'union de l'os hyoïde.....	19
1.2.1.2. Moyens d'union avec la trachée.	19
1.2.2. Système membrano-ligamentaire intrinsèque.....	20
1.3. Muscles du larynx.....	21
1.3.1. Muscles extrinsèques.....	21
1.3.2. Muscles intrinsèques.....	21
1.3.2.1. Le muscle de l'articulation cricothyroïdienne.....	23
1.3.2.2. Les muscles de l'articulation cricoaryténoïdienne.....	23
2. Configuration interne du larynx.	25
2.1. Étages du larynx.	25
2.1.1. Étage sus glottique.....	25
2.1.2. Étage glottique.	26
2.1.3. Étage sous glottique.....	26
2.2. Pli Vocal.....	26
2.3. Corps adipeux laryngé.....	27
3. Anatomie appliquée a la chirurgie laryngée pédiatrique.	27
V. Vascularisation, innervation et drainage lymphatique du larynx et application chirurgicale	30
1. La vascularisation	30
1.1. Les artères (Figure 8).....	30
1.2. Les veines.....	30
2. L'innervation.	32
2.1. Le nerf laryngé supérieur	32
2.2. Le nerf laryngé récurrent.....	34
3. Le drainage lymphatique.....	35
4. L'anatomie appliquée a la chirurgie laryngée pédiatrique.....	35
VI.L'anatomie endoscopique du larynx de l'enfant.	37
VII. L'anatomie fonctionnelle du larynx.	39
MESURES MORPHOMETRIQUES DU LARYNX DE L'ENFANT ET STENTS LARYNGOTRACHEAUX	40
I. Les mesures morphométriques du larynx et de la trachée.	41
1. La morphométrie du larynx.....	42

1.1. Le diamètre liminal sous-glottique et tailles des tubes endotracheaux recommandées.	42
1.2. Le diamètre du cartilage cricoïde par rapport aux tailles recommandées des bronchoscopes rigides.	46
2. La morphométrie de la trachée.	48
II. Les stents laryngotrachéaux.	49
1. Stent Aboulker.	51
2. Tube en T Montgomery.	53
3. Tube en T pédiatrique Healy.	56
4. Stent laryngotrachéal Montgomery.	56
5. Stent laryngotrachéal Eliachar.	58
6. Stent laryngotrachéal Monnier.	60
ANOMALIES CONGÉNITALES ET ACQUISES DU LARYNX.	64
I. Introduction.	65
II. Anomalies congénitales du larynx.	67
1. Étage sus-glottique.	67
1.1. Laryngomalacie.	67
1.1.1. Clinique.	67
1.1.2. Paraclinique.	69
1.1.2.1. Nasofibroscopie laryngée.	69
1.1.2.2. Laryngoscopie directe, sous anesthésie générale.	69
1.1.2.3. Œsophagoscopie	69
1.1.3. Principes de prise en charge.	70
1.1.3.1. Moyens.	70
1.1.3.2. Indications.	70
1.1.3.3. Suites opératoires.	72
1.1.3.4. Résultats de la supraglottoplastie.	72
1.2. Laryngocèles et kystes laryngés.	73
1.2.1. Clinique.	78
1.2.2. Paraclinique.	78
1.2.3. Principes de prise en charge.	79
2. Étage glottique.	80

2.1. Paralyse des cordes vocales	80
2.1.1. Clinique.....	80
2.1.1.1. Paralyse unilatérale des cordes vocales.	80
2.1.1.2. Paralyse bilatérale des cordes vocales.	81
2.1.2. Paraclinique.....	82
2.1.2.1. Nasofibroskopie laryngée.....	82
2.1.2.2. Laryngoskopie directe et bronchoscopie.....	82
2.1.2.3. Broncho-œsophagoscopie.....	82
2.1.3. Principes de prise en charge.....	83
2.1.3.1. Paralyse unilatérale des cordes vocales.	83
2.1.3.2. Paralyse bilatérale des cordes vocales.	85
2.2. Palmures et atresies laryngées.	87
2.2.1. Clinique.....	88
2.2.2. Paraclinique.....	89
2.2.2.1. Nasofibroskopie laryngée.....	89
2.2.2.2. Laryngoskopie directe.....	89
2.2.2.3. Radiologie du larynx.....	92
2.2.2.4. Bilan d'extension	92
2.2.3. Principes de prise en charge.....	93
3. Étage sous-glottique.....	96
3.1. Sténoses sous-glottiques congénitales.....	96
3.1.1. Clinique.....	97
3.1.2. Paraclinique.....	97
3.1.3. Principes de prise en charge.....	97
3.2. Hémangiome sous-glottique.....	98
3.2.1. Clinique.....	98
3.2.2. Paraclinique.....	99
3.2.2.1. Radiologie cervicale.....	99
3.2.2.2. Laryngoskopie directe.....	99
3.2.2.3. Bilan d'extension : IRM cervicale	100
3.2.3. Principes de prise en charge.....	100

3.2.3.1. Traitement conservateur.....	100
3.2.3.2. Traitement endoscopique.....	104
3.2.3.3. Chirurgie à ciel ouvert.....	105
III. Anomalies acquises du larynx.....	106
1. Sténoses laryngées acquises.	106
1.1. Clinique	107
1.2. Paraclinique.	107
1.3. Principes de prise en charge.....	107
2. Traumatisme laryngé externe.	109
2.1. Brûlures par ingestion	109
2.1.1. Brûlures caustiques.....	109
2.1.1.1. Clinique.....	110
2.1.1.2. Paraclinique.....	111
2.1.1.3. Principes de prise en charge.....	112
2.2. Brûlures thermiques.	114
2.2.1. Clinique.....	114
2.2.2. Paraclinique.....	114
2.2.3. Principes de prise en charge.....	115
2.3. Brûlures par inhalation	116
2.3.1. Clinique.....	116
2.3.2. Paraclinique.....	117
2.3.3. Principes de prise en charge.....	118
2.4. Lésions laryngées contondantes et pénétrantes	119
2.4.1. Clinique.....	120
2.4.2. Paraclinique.....	121
2.4.3. Principes de prise en charge.....	121
3. Papillomatose respiratoire récurrente.	123
3.1. Clinique.	124
3.2. Paraclinique.....	126
3.2.1. Nasofibroscopie laryngée	126
3.2.2. Laryngoscopie directe.....	126

3.2.3. Scanner thoracique	127
3.2.4. Sérologies.....	127
3.3. Principes de prise en charge.....	127
3.3.1. Chirurgie d'exérèse	127
3.3.2. Les antiviraux.....	128
3.3.3. Inhibiteurs de la pompe à protons	128
3.3.4. Orthophonie	128
IV. Anomalies laryngotrachéales et trachéales.....	130
1. Diastème laryngotrachéal.....	130
1.1. Classification.....	130
1.2. Clinique.....	132
1.3. Paraclinique.....	133
1.3.1. Radiologie du thorax	133
1.3.2. Transit Oeso-Gastroduodéal	133
1.3.3. IRM et TDM	133
1.3.4. Bilan pédiatrique général.....	133
1.4. Principes de prise en charge.....	134
1.4.1. Traitement médical.....	135
1.4.1.1. Contrôle des fausses-routes et du RGO	135
1.4.1.2. Prise en charge ventilatoire	136
1.4.2. Traitement chirurgical	136
1.4.2.1. Trachéotomie	136
1.4.2.2. Chirurgie endoscopique mini-invasive	136
1.4.2.3. Chirurgie par voie externe.....	137
1.4.2.4. Indications.....	138
2. Trachéomalacie.....	139
2.1. Classification.....	139
2.2. Clinique	140
2.3. Paraclinique.....	142
2.3.1. Tomodensitométrie.....	142
2.3.2. Bronchoscopie.....	142

2.3.3. IRM.....	142
2.3.4. Tests pulmonaires fonctionnels.....	142
2.4. Principes de prise en charge.....	142
2.4.1. Malacie congénitale et légère.....	143
2.4.2. Malacie acquise et grave.....	143
STENOSES LARYNGEES DE L'ENFANT	144
I. Introduction-définition.....	145
II. Étiologies.....	146
1. Sténoses sous-glottiques congénitales	146
2. Sténose laryngée acquise.....	146
III. Diagnostic positif.....	147
1. Diagnostic clinique	147
1.1. Antécédents médicaux	147
1.1.1. Gestes et interventions antérieures.....	147
1.1.2. Âge de d'apparition des symptômes.....	147
1.1.3. Temps d'aggravation des symptômes	149
1.1.4. Influence de la position du corps sur les symptômes respiratoires. [99].....	150
1.2. Évaluation initiale.....	151
1.2.1. Évaluation de la détresse respiratoire	151
1.2.2. Évaluation des fonctions laryngées	152
1.2.2.1. La respiration.[99].....	152
« Tout son pathologique chez le nourrisson nécessite une attention immédiate et doit être soigneusement évalué » Stern et Cotton.....	152
1.2.2.2. La déglutition.....	154
1.2.2.3. La phonation	154
1.2.3. Examen physique et signes cliniques des SSG	155
2. Diagnostic paraclinique.....	157
2.1. L'anesthésie dans les explorations endoscopiques.....	158
2.2. Chariot d'exploration endoscopique.	161
2.3. Instruments de l'exploration endoscopique pédiatrique.	163
2.3.1. Instruments de laryngoscopie.....	163

2.3.1.1.	Laryngoscope Parsons (Figure 53)	164
2.3.1.2.	Laryngoscope Benjamin-Lindhom (Figure 54)	164
2.3.1.3.	Laryngoscope Kleinsasser (Figure 55)	166
2.3.1.4.	Laryngoscope Holinger-Benjamin.....	166
2.3.1.5.	Kit de laryngoscopes pédiatriques	168
2.3.1.6.	Microlaryngoscopie en suspension.....	169
2.3.1.7.	Instruments accessoires.....	170
2.3.2.	Instruments de bronchoscopie.....	176
2.3.2.1.	Bronchoscopes rigides.	176
2.3.2.2.	Bronchoscopes flexibles	179
2.3.3.	Instruments d'œsophagoscopie	180
2.3.3.1.	Œsophagoscopes rigides	180
2.3.3.2.	Œsophagoscopes souples.....	181
2.3.4.	Instruments accessoires	182
2.3.4.1.	Instruments de dilatation.....	182
2.3.4.2.	Microdébrideur	184
2.4.	Exploration endoscopique des sténoses laryngées.....	185
2.4.1.	Nasofibroscopie laryngée.	185
2.4.2.	Laryngoscopie directe.....	186
2.4.3.	Microlaryngoscopie en suspension	188
2.4.3.1.	Évaluation du degré de sténose : bougies effilées.....	189
2.4.3.2.	Mesures des sténoses des voies respiratoires.....	190
2.4.3.3.	Paralysie bilatérale des cordes vocales VS sténose glottique postérieure..	192
2.4.3.4.	Évaluation de la commissure laryngée :	192
2.4.3.5.	Palpation endoscopique des aryténoïdes.....	194
2.4.4.	Bronchoscopie.....	195
2.4.5.	Œsophagoscopie.....	196
2.4.6.	Scanner avec reconstruction	196
3.	Classification des sténoses laryngées.....	197
3.1.	Classification lano-netterville	197
3.2.	Classification de McCaffrey	198

3.3. Classification de Cohen.....	199
3.4. Classification Myer-Cotton.....	200
3.5. Classification Myer-Cotton modifiée.....	202
IV.Diagnostic différentiel.	204
1. Laryngomalacie.	204
2. Laryngoceles et kystes larynges.	204
3. Paralysie des cordes vocales.....	204
4. Palmures et atresies laryngees.	204
5. Hemangiome sous-glottique.....	204
6. Diastème laryngotrachéal.	204
7. Trachéomalacie.....	204
V. Prise en charge.	205
1. But.....	205
2. Moyens.....	205
2.1. Trachéotomie	205
2.2. Chirurgie endoscopique	206
2.2.1. Dilatation a ballonnet.....	208
2.2.2. Laser	212
2.2.3. Microdébrideur électrique.....	214
2.2.4. Thérapie endoscopique adjuvante	215
2.2.5. Optimisation post-opératoire des résultats chirurgicaux.	217
2.3. Chirurgie à ciel ouvert.....	218
2.3.1. Historique.....	218
2.3.1.1. Historique LTP et LTR.	218
2.3.1.2. Historique PCTR.....	221
2.3.2. Laryngotrachéoplastie, sans expansion cartilagineuse	223
2.3.2.1. Principe	223
2.3.2.2. Technique.....	223
2.3.3. Reconstruction laryngotrachéale	225
2.3.3.1. Principe	225
2.3.3.2. Technique.....	225

2.3.4. Résection cricotrachéale partielle.....	226
2.3.4.1. Les Principes.....	226
2.3.4.2. Technique.....	228
3. Indications.	229
3.1. Sténose glottique postérieure (SGP).....	230
3.2. Sténose Glotto sous-glottique.	232
3.3. Sténose sous glottique (SSG).....	233
3.3.1. Sténose sous glottique congénitale (SSG-C)	233
3.3.2. Sténose sous glottique mixte.....	235
3.3.3. Sténose sous glottique acquise	235
3.3.3.1. SSG Acquise stade I	236
3.3.3.2. SSG Acquise stade II	237
3.3.3.3. SSG Acquise stade III et IV.....	239
3.4. Choix stratégiques	241
3.4.1. LTR VS PCTR	241
3.4.2. Intervention « étape unique » ou « double étapes ».	243
3.4.2.1. LTR.....	244
3.4.2.2. PCTR.	248
3.4.3. Choix du greffon	249
3.4.4. Choix du stent laryngotrachéal.....	251
4. Temps opératoires.....	253
4.1. Temps préopératoire.....	253
4.1.1. L'évaluation préopératoire.....	255
4.1.1.1. Antécédents et histoire médicale.....	257
4.1.1.2. État général du patient.....	259
4.1.1.3. Bilan endoscopiques préopératoires.	260
4.1.1.4. La consultation pré-anesthésique	265
4.1.2. Timing de l'intervention.	273
4.1.3. Planification de l'intervention.....	276
4.1.4. Préparation de l'intervention.....	278
4.1.5. Préparation pré-induction	279

4.2. Temps peropératoire.....	280
4.2.1. Induction et maintien de l'anesthésie	280
4.2.2. Particularités anesthésiques des PCTR.....	282
4.2.2.1. Anesthésie des PCTR en une seule étape enfant non trachéotomisé.....	283
4.2.2.2. Anesthésie des PCTR en une seule étape enfant trachéotomisé.....	287
4.3. Temps post-opératoire : sédation.....	289
4.3.1. Moyens	291
4.3.1.1. Benzodiazépines.	291
4.3.1.2. Propofol.....	293
4.3.1.3. Opioïdes	294
4.3.1.4. Dexmédétomidine	295
4.3.1.5. Kétamines.	295
4.3.1.6. Blocage neuromusculaire.....	296
4.4. Tolérance pharmacologique	298
4.5. Sédation post-opératoire des chirurgies laryngotrachéales : LTR et PCTR.....	300
4.5.1. Sédation des LTR et PCTR, étape unique	301
4.5.2. Sédation des LTR et PCTR, en deux étapes.	317
5. Complications post-opératoires	323
5.1. LTR	323
5.2. PCTR.....	324
5.2.1. Déhiscence anastomotique.....	325
5.2.2. Lésion du nerf laryngé récurrent	329
5.2.3. Sténose récidivante tardive	329
5.2.4. Sténose liée à la trachéotomie après PCTR en deux temps.	329

TECHNIQUES CHIRURGICALES DES STENOSES LARYNGEES DE L'ENFANT ET CHIRURGIE EXPERIMENTALE 330

I. Introduction.....	331
II. Chirurgie laryngée à visée expérimentale et pédagogique laboratoire de chirurgie expérimentale et de microchirurgie faculté de médecine et de pharmacie de rabat	332
1. Choix du modèle animal	332
2. Instrumentation.....	336
3. Trachéotomie.....	337

4. Exposition laryngotrachéale : Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale sur le bouc.	341
5. Reconstruction laryngotrachéale antéro-postérieure (LTR) : Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale.	345
5.1. LTR en deux étapes.	345
5.1.1. Cricotomie verticale.	345
5.1.1.1. Cricotomie verticale antérieure.	345
5.1.1.2. Cricotomie verticale postérieure.	348
5.1.2. Cartilage Costal : prélèvement et sculpture.	349
5.1.2.1. Prélèvement	349
5.1.2.2. Sculpture cartilagineuse.	355
5.1.3. Reconstruction postérieure : Mise en place du greffon	359
5.1.4. Endoprothèse (Stent) : Sélection et Fixation.	361
5.1.5. Reconstruction antérieure : Mise en place de la greffe.	364
5.2. LTR en une étape.	366
6. Résection cricotrachéale partielle (PCTR).	367
6.1. PCTR simple : Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale.	367
6.1.1. Temps d'exposition : Particularités de l'exposition et de la dissection laryngotrachéales.	367
6.1.2. Temps de résection de la sténose sous-glottique.	368
6.1.3. Temps de remodelage de l'espace sous-glottique.	374
6.1.4. Temps d'anastomose	374
6.2. PCTR étendue.	381
6.3. Processus décisionnel dans la salle opératoire.	385
6.3.1. Étendue de la résection cricotrachéale.	385
6.3.2. Gestion des segments trachéaux malaciques.	386
7. Fermeture du cou.	386
8. Prise en charge de la sténose sus glottique et glotto-sous-glottique.	387
LES CONSEQUENCES DE LA TRACHEOTOMIE ET DE L'HOSPITALISATION SUR LE DEVELOPPEMENT DE L'ENFANT	388
I. Les conséquences psychomotrices	389
1. Un schéma corporel erroné	389

2. Une modification de l'image corporelle	390
2.1. L'atteinte corporelle :	390
2.2. Le morcellement et la dépossession du corps :	390
II. Les conséquences psychoaffectives.....	391
1. Le retentissement direct	391
1.1. Une séparation avec l'entourage familial :	391
1.2. Un environnement hospitalier effrayant :	392
1.3. Les contraintes de la maladie chronique :	392
1.4. L'incapacité à communiquer :	392
2. Le retentissement indirect	393
2.1. Les conséquences sur la relation parent-enfant :	393
2.2. Conséquences sur le plan corporel :	394
2.3. Conséquences sur le plan des interactions :	394
III. Les conséquences vocales	395
1. Une altération de la phonation :	395
2. Une interruption de la phonation	396
IV. Les conséquences communicationnelles	397
1. Une atteinte de la communication	397
1.1. Altération du moyen de communication :	397
1.2. Altération du contexte de communication :	397
1.3. Les moyens de communication compensatoires.....	398
CONCLUSION.....	401
RESUMES	404
BIBLIOGRAPHIE	408



Introduction



Les sténoses laryngotrachéales sont rarement d'origine congénitale. Leur présence est souvent corrélée à une intubation prolongée dans un service de réanimation pédiatrique.

Grace à l'avènement du Laser et à l'amélioration de la prise en charge au niveau de la réanimation, le nombre de cas nécessitant une chirurgie à ciel ouvert a nettement diminué.

Cette pathologie est considérée comme hospitalière et universitaire dans la mesure où sa prise en charge est lourde et exige une équipe médicale multidisciplinaire.

Au Maroc, à ce jour, la prise en charge des sténoses des voies aériennes chez l'enfant se limite aux sténoses trachéales. Certains cas de sténose laryngotrachéale graves ont été opérés à l'étranger, tandis-que d'autres, de moindre gravité ont pu bénéficier de plusieurs séances de Laser dans de rares centres privés à Casablanca.

Au niveau de l'Hôpital d'Enfants de Rabat, grâce aux efforts des services de chirurgie pédiatrique (Chirurgie A) et de réanimation pédiatrique (Réa A), depuis plusieurs années, une expérience pilote a été menée. Elle s'est centrée sur une prise en charge adéquate et un accompagnement efficace pour les patients sténotiques.

La première étape a consisté en une prise en charge par Laser de patients présentant une sténose laryngotrachéale inférieure à 50% .

Actuellement, grâce à la persévérance et à la motivation de l'équipe d'ORL pédiatrique, les sténoses laryngotrachéales supérieures à 70% sont prises en charge.

Pour la réalisation de notre recherche, en plus des services de réanimation et de chirurgie pédiatriques, nous avons bénéficié de la mise à notre disposition du laboratoire d'anatomie, de microchirurgie et de chirurgie expérimentale (Faculté de médecine et de pharmacie de Rabat). Ce qui a permis de perfectionner la maîtrise du geste chirurgical et de bien gérer les temps préopératoires et post-opératoires.

Le présent travail a nécessité deux années. Dans un premier temps, reviendrons sur l'anatomie du larynx pédiatrique ainsi que sa morphométrie. Nous aborderons également toutes anomalies congénitales et acquises du larynx et finalement nous présenterons notre chirurgie expérimentale des sténoses laryngées.

Anatomie du larynx

de l'enfant

I. Introduction.

La connaissance de l'anatomie du larynx est essentielle pour la compréhension de sa pathologie ainsi que pour sa prise en charge.

De nombreuses affections laryngées ont pour origine des anomalies anatomiques. Aussi, la compréhension des particularités anatomiques du larynx de l'enfant conditionne la qualité des démarches diagnostique et thérapeutique.

Le larynx chez la population pédiatrique présente des caractéristiques qui lui sont propres ce qui le différencie du larynx de l'adulte.

L'anatomie chirurgicale du larynx constitue la pierre angulaire de sa prise en charge pour tout chirurgien Oto-rhino-laryngologiste ou chirurgien pédiatre des voies aériennes.

Dans ce chapitre, nous aborderons l'embryogénèse du larynx dans les différents aspects de son anatomie :

- Anatomie topographique
- Anatomie descriptive
- Anatomie endoscopique.

Parallèlement, nous insisterons sur les caractéristiques anatomiques spécifiques aux procédures chirurgicales du larynx.

II. Embryogenèse du larynx.

1. Introduction

Après la conception, le développement prénatal se divise en périodes embryonnaire et fœtale. La période embryonnaire dure les huit premières semaines de gestation. Tandis que, la période fœtale va de la neuvième semaine de gestation à la naissance. [6]

À la fin de la troisième semaine de vie intra-utérine, l'embryon mesure 2.7-5mm. Au cours de la 4ème semaine, le développement du larynx commence.

À ce stade, la forme de l'embryon devient tubulaire avec une convexité dorsale et deux nouveaux territoires : Le pôle caudal et le pôle crânial.

On observe alors :

- Les différents arcs pharyngiens.
- L'ébauche du pharynx.
- L'intestin primitif. [2]

Le larynx a deux origines histologiques :

- L'origine endodermique forme la cavité laryngée, la muqueuse et l'épithélium la tapissant.
- L'origine mésenchymateuse : Les arcs pharyngiens forment : Le squelette cartilagineux, les structures ligamentaires et musculaires et les ébauches vasculo-nerveuses. [2,3]

L'étude de Kalache et al., a déterminé qu'il existait une relation linéaire entre l'âge gestationnel et le diamètre du Larynx, du pharynx ainsi que de la trachée à l'échographie prénatale. [4]

2. Origine endodermique.

Sur la face ventrale de l'intestin primitif, apparaît un diverticule respiratoire appelé primordium respiratoire. Celui-ci s'allongera vers l'extrémité caudale et donnera naissance aux deux bourgeons broncho-pulmonaires.

Ces bourgeons se différencient pour former : la trachée, la carène, Les deux bronches souches et le parenchyme pulmonaire.

À l'extrémité céphalique, l'ébauche respiratoire reste abouchée au pharynx par l'orifice laryngé.

Une masse endodermique appelée lame épithéliale laryngée va proliférer et se tubuliser pour former l'épithélium du larynx.

3. Origine mésenchymateuse.

Les différentes structures cartilagineuses, qui forme le complexe « hyoïde-larynx » vont dériver des arcs pharyngiens.

À partir des fentes et des poches pharyngiennes, dérivera le reste des structures (nerfs, muscles, veines, artères).

- L'arc n°2 donnera naissance aux petites cornes, à une partie du corps de l'os hyoïde ainsi qu'au reste du complexe stylo-hyoïdien.
- L'arc n°3 donnera naissance aux grandes cornes et au corps de l'os hyoïde.
- L'arc n°4 formera la partie supérieure des lames du cartilage thyroïde et ses cornes supérieures. Il formera également le muscle crico-thyroïdien et les muscles constricteurs du pharynx.

- L'arc n°6 formera la partie inférieure des lames du cartilage thyroïde, ses cornes inférieures, le cricoïde et les aryténoïdes. Cet arc formera également les muscles intrinsèques du larynx, à l'exception du muscle crico-thyroïdien, originaire des somites occipitaux. [2]

4. Croissance morphologique.

Après les deux premières années, la croissance laryngée se déroule de manière linéaire, jusqu'à la puberté où elle s'accélère. Celle-ci conduit à son élongation dans toutes les dimensions, en particulier en hauteur.

Différentes études expérimentales ont prouvé que la croissance laryngée pouvait se poursuivre de façon homogène même après une reconstruction laryngotrachéale ou une résection cricoïdienne ou cricotrachéale. [149,150]

À la naissance, l'angle antérieur du cartilage thyroïdien fait 130°, avant de devenir plus aigu. Les cornes supérieures et inférieures s'allongent et écartent le cartilage thyroïde de l'os hyoïde en agrandissant l'étage vestibulaire du larynx.

L'augmentation du volume des ventricules laryngés (anciennement appelés de Morgani) peut être considérée comme un moyen de libérer les mouvements des cordes vocales et d'éviter des contacts parasites avec les bandes ventriculaires. [151]

La croissance des aryténoïdes est moins importante que la croissance des cordes vocales membraneuses, en particulier en longueur. À l'âge adulte, la partie cartilagineuse de la glotte ne présente plus qu'un tiers de la longueur totale du plan glottique.

La croissance du cricoïde se fait par amincissement de sa paroi et par augmentation du diamètre sous-glottique. Progressivement, entre trois et six ans, la région sous-glottique perd sa forme elliptique pour prendre une forme plus arrondie. [152]

Ces modifications morphologiques, conduisent à des modifications importantes des proportions entre les différentes structures laryngées. Elles s'observent plus particulièrement entre 8 et 12 ans. [153]

Peu de différences de taille ont été notées en fonction du sexe en période néonatale. Néanmoins, l'angle antérieur du cartilage thyroïde est plus ouvert chez les filles que chez les garçons. [154] La partie membraneuse des cordes vocales est plus petite chez les filles que chez les garçons. [153]

Les différences liées au sexe apparaissent de façon plus flagrante au moment de la puberté. Durant cette période, sous l'effet des hormones sexuelles androgéniques, la croissance laryngée s'accélère.

Sur le plan phonatoire, lors de la puberté, les modifications de la voix sont plus nettes chez les garçons. À l'âge adulte, les cordes vocales atteignent environ 14 à 15mm chez l'homme et 10 à 15mm chez la femme. [155]

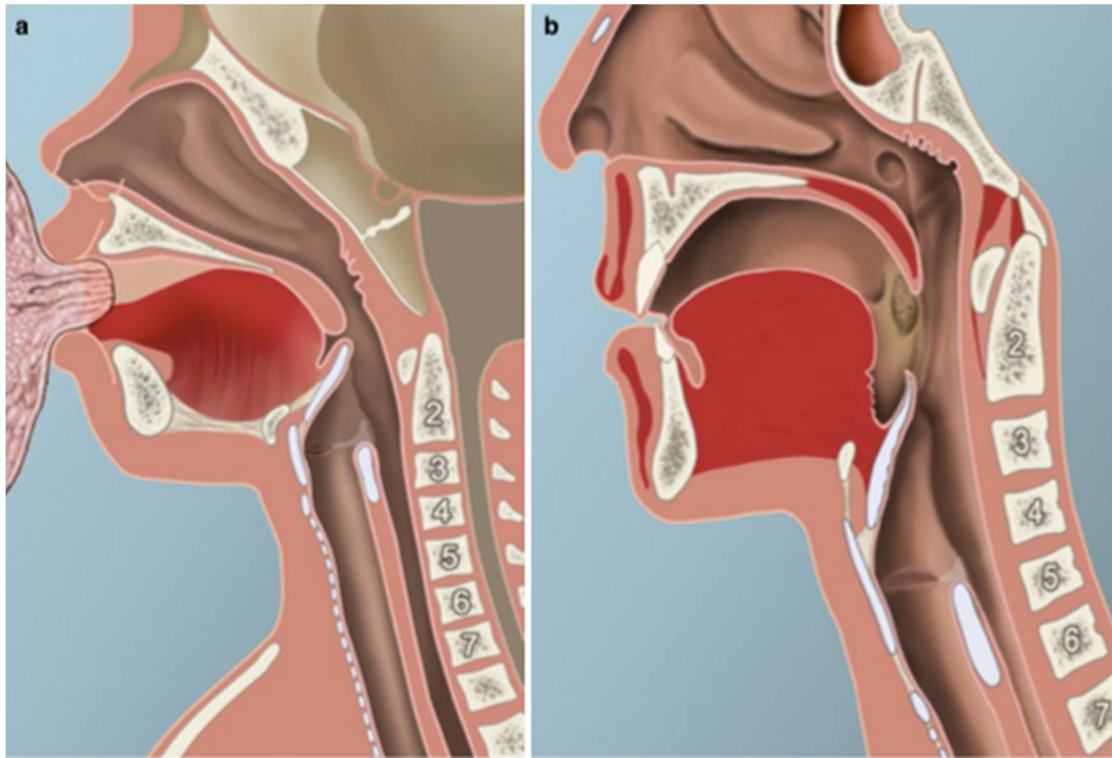


Figure 1 : Coupe sagittale mettant en évidence les larynx du nourrisson et de l'adulte. [7]

(a) Le larynx du nourrisson est positionné haut dans le cou au regard de C1–C4.

(b) Le larynx adulte est positionné au niveau C6 – C7, en raison de l'acquisition de la parole articulée.

III. Anatomie topographique du larynx et application chirurgicale.

1. Situation anatomique.

Le Larynx est une structure musculo-ligamentaire creuse, renforcée par une armature cartilagineuse, constituant la portion initiale de l'appareil respiratoire.

Le larynx mesure à la naissance environ un tiers de la taille du larynx adulte.

Chez les nouveau-nés, Il existe une corrélation entre la longueur du larynx et celle du corps. (**Tableau 1**) [1,2,6]

Taille du larynx (mm)	Longueur du corps : LC (mm)	Marge d'erreur
Longueur du larynx	$0.013 \times LC + 4,82$	0.90
Largeur du larynx	$0.022 \times LC + 5.70$	1.35
Épaisseur du larynx	$0.017 \times LC + 3.56$	0.91

Tableau 1 : Corrélation entre la longueur supposée du larynx et la longueur du corps (mm). [1]

Situation : Le larynx se situe au niveau de la région antérieure et médiane du cou.

La situation du larynx du nourrisson dans le cou, par rapport à la colonne cervicale, est différente de celle de l'adulte.

À la naissance :

- L'épiglotte infantile est située au regard de C1.
- La partie inférieure du cartilage cricoïde est située au regard de C4. [6]

À partir de l'âge de deux ans, le larynx commence à descendre pour atteindre, à l'âge de 6 ans, le niveau de la septième vertèbre à l'âge adulte. (**Figure 1**) [7]

Phylogénétiquement, le nouveau-né est similaire aux primates non humains. La pointe de l'épiglotte repose derrière le palais mou chez les deux espèces.

Le positionnement supérieur du larynx permet d'entrer en contact avec le palais mou et faciliter la respiration pendant l'alimentation, sans risque d'inhalation.

Ce positionnement laryngé élevé explique également la respiration nasale préférentielle et l'absence de la parole articulée. **(Figure 2)** Celle-ci n'a été rendue possible que par la descente du larynx à l'époque des Homosapiens, au cours de l'évolution des primates à l'homme il y a environ 400 000 ans. [7]

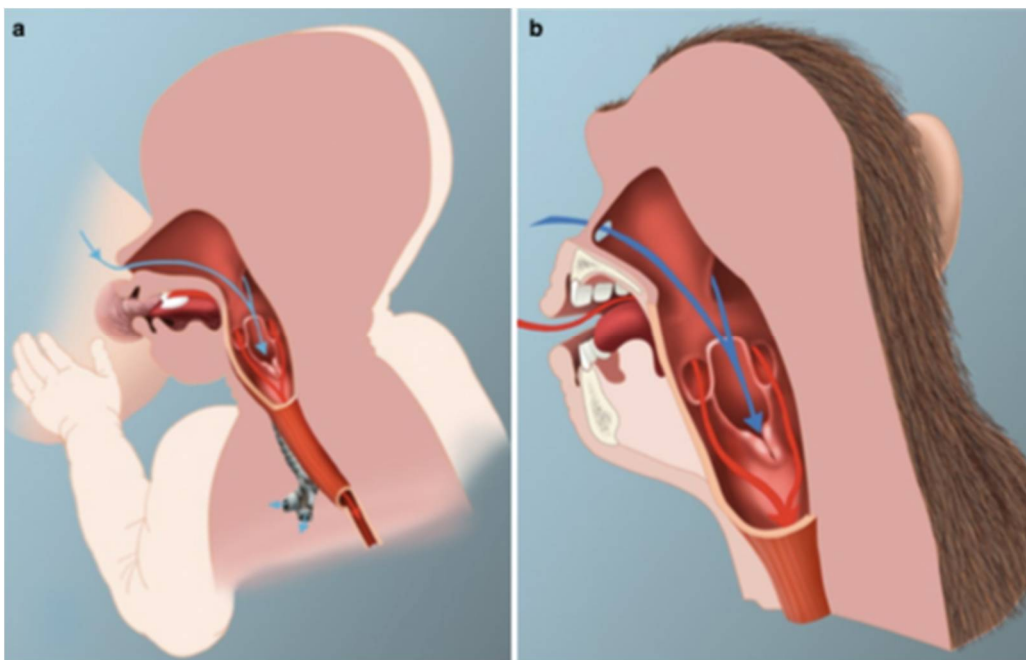


Figure 2 : Similitudes entre les larynx du nouveau-né (a) et du primate (b) : [7]

La pointe de l'épiglotte repose derrière la luette du palais mou chez les deux espèces en raison de la position élevée du larynx dans le cou. Bien que la respiration et l'allaitement simultanés soient possibles, la parole articulée ne l'est pas encore.

2. Rapports.

2.1. Rapports musculaires.

- **En avant** : Le larynx répond aux muscles infra-hyoïdiens, disposés en deux couches :
 - **Une couche superficielle** : Le muscle omohyoïdien et le muscle sternohyoïdien.
 - **Une couche profonde** : Le muscle thyro-hyoïdien et le muscle sternothyroïdien.

2.2. Rapports viscéraux.

- **Latéralement** : Le larynx répond au sommet des deux lobes thyroïdiens et au lobe pyramidal de la glande thyroïde.
- **En arrière** : Le larynx répond à l'hypopharynx constitué par les muscles constricteurs : le muscle constricteur moyen et le muscle constricteur inférieur du pharynx.
- **En bas et en avant** : Le larynx répond au reste de la glande thyroïde.
- **En bas et en arrière** : Le larynx répond à l'œsophage cervical.

2.3. Rapports vasculo-nerveux.

- **Latéralement** : Le larynx répond aux gaines carotidiennes comprenant : la veine jugulaire interne, l'artère carotide commune et le nerf vague.

2.4. Rapports laryngo-hypo pharyngé.

- Le pharynx est une gouttière musculo-membraneuse située en arrière des fosses nasales, de la cavité orale et du larynx. Il est subdivisé en trois parties qui sont de haut en bas :
 - le rinopharynx
 - L'oropharynx
 - L'hypopharynx ou le laryngopharynx qui correspond à la partie située en arrière du larynx. Il s'étend du bord supérieur de l'épiglotte et des replis pharyngo-épiglottiques jusqu'à la bouche œsophagienne. Il se prolonge par l'oropharynx en haut, et l'œsophage cervical en bas. [2]

3. Anatomie appliquée à la chirurgie laryngée pédiatrique.

En raison du grand nombre d'anneaux trachéaux chez les nouveaux nés, les résections chirurgicales des voies aériennes sont techniquement plus faciles à réaliser chez les enfants que chez les adultes.

L'élasticité des tissus infantiles facilite la mobilisation crânienne de la trachée pendant la chirurgie. [7]

IV. Anatomie descriptive du larynx et application chirurgicale.

1. Configuration externe de larynx.

1.1. Cartilages et articulations

1.1.1. Les cartilages du larynx.

Le larynx est formé par un squelette cartilagineux composé par des cartilages impairs, qui forment la structure majeure, et des cartilages pairs symétriques.

- Les cartilages impairs :
 - Le cartilage thyroïde.
 - Le cartilage cricoïde.
 - L'épiglotte.
- Les cartilages pairs qui sont symétriques :
 - Le cartilage aryténoïde.
 - Le cartilage corniculé.
 - Le cartilage cunéiforme.

Les cartilages laryngés sont beaucoup plus mous chez le nourrisson que chez l'adulte. Aussi, toute inflammation de la muqueuse laryngée peut causer un œdème avec une importante perte de diamètre des voies aériennes, voire même des sténoses laryngées [2,5,6,7].

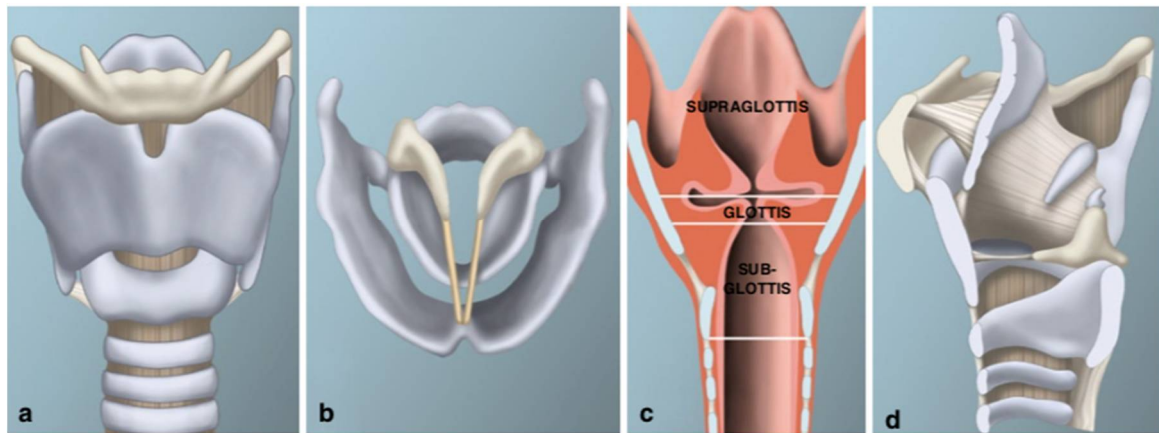


Figure 3 : Vues frontale, axiale, coronale et sagittale du larynx du nourrisson : [7]

- (a) **Vue frontale :** Le cartilage thyroïdien est partiellement dissimulé derrière l'os hyoïde.
- (b) **Vue axiale :** Le cartilage thyroïdien possède une courbure arrondie au niveau de la commissure antérieure.
La commissure antérieure se situe au niveau de l'attache du ligament vocal sur le cartilage thyroïde, immédiatement en-dessous du ligament thyro-épiglottique. A ce niveau le cartilage thyroïde n'a pas de périchondre interne.
- (c) **Vue coronale :** La taille de la sous-glote est supérieure à celle de la glotte ce qui lui donne une forme d'entonnoir inversé.
- (d) **Vue sagittale :** La distance antéro-postérieure au niveau glottique est supérieure à celle du diamètre de la sous-glote au niveau cricoïde.

La taille de l'aryténoïde occupe environ la moitié de la longueur glottique.

1.1.1.1. Cartilage thyroïde.

Le cartilage thyroïde est un cartilage hyalin situé au-dessus du cartilage cricoïde et l'entourant en partie. **(Figure 3)**

❖ Chez la population pédiatrique :

- Le cartilage thyroïde est arrondi et plus plat. Chez l'adulte il prend la forme d'un « V ».
- La partie supérieure du cartilage thyroïde est postérieure à l'arcade hyoïde. [6,7]

1.1.1.2. Cartilage cricoïde.

Sous forme d'un anneau complet, le cartilage cricoïde est un cartilage hyalin, situé au-dessus du premier anneau trachéal.

Il présente un arc antérieur ou « anneau cricoïdien » et un arc postérieur ou « chaton cricoïdien ».

Le bord inférieur du cartilage cricoïde marque la jonction entre le larynx et la trachée. Il constitue le repère topographique de la bouche œsophagienne.

❖ Chez la population pédiatrique :

- Jusqu'à l'âge de 8 ans, le cartilage cricoïde représente la partie la plus étroite des voies respiratoires supérieures de l'enfant. La région sous-glottique est prédisposée à s'œdématiser par infection ou par traumatisme mécanique.
- La moitié céphalique du cartilage cricoïde infantile est en forme de V, et s'arrondit à son niveau inférieur. [2,5,6]

1.1.1.3. Cartilage épiglottique.

À la différence des autres cartilages, L'épiglotte est un cartilage fibro-élastique en forme de pétale.

L'épiglotte est reliée au corps de l'os hyoïde par le ligament hyo-épiglottique et au cartilage thyroïde par le ligament thyro-épiglottique.

- ❖ Chez la population pédiatrique, l'épiglotte prend la forme d'un Omega. [2,6]

1.1.1.4. Cartilage aryténoïde.

Le Cartilage aryténoïde est un cartilage hyalin, en forme pyramidal, situé au-dessus du chaton cricoïdien.

- ❖ Chez la population pédiatrique :

- Les cartilages aryténoïdes sont plus gros et plus longs. Ils englobent plus de la moitié de la glotte, jusqu'à l'âge de trois ans. À l'âge adulte, ce ratio se réduit au quart.
- La distance inter-aryténoïde représente environ 60% du diamètre sous-glottique chez le nouveau-né et plus de 70% de ce diamètre chez l'adulte. [6,7,8]

1.1.1.5. Cartilage cornicule

Le cartilage corniculé, de forme conique, surmonte l'apex du cartilage aryténoïde et participe au support du pli ary-épiglottique. [2]

1.1.1.6. Cartilage cunéiforme.

Sous forme de clou, le cartilage cunéiforme se situe antérieurement et latéralement par rapport au cartilage corniculé, à l'intérieur des plis ary-épiglottiques et les consolide.

❖ Chez la population pédiatrique :

- Les tissus mous du cartilage cunéiforme sont plus grands. Ils ne sont pas directement liés aux cartilages aryénoïdes. [2,7]

1.1.2. Les articulations du larynx.

1.1.2.1. Articulation cricothyroïdienne.

L'articulation cricothyroïdienne, de type synovial, est responsable de la tension des cordes vocales. [2]

1.1.2.2. Articulation cricoaryénoïdienne.

L'articulation cricoaryénoïdienne, de type synovial, est responsable des mouvements d'adduction-abduction des ligaments vocaux. [2]

1.2. Système membrano-ligamentaire.

1.2.1. Système membrano-ligamentaire extrinsèque.

Il correspond aux ligaments et membranes d'union avec les structures adjacentes [2] :

1.2.1.1. Moyens d'union de l'os hyoïde.

❖ **Membrane hyo-épiglottique.**

Elle relie l'épiglotte à la partie supérieure du corps de l'os hyoïde.

❖ **membrane thyro-hyoïdienne**

Elle relie les grandes cornes du cartilage thyroïde à celles de l'os hyoïde.

1.2.1.2. Moyens d'union avec la trachée.

❖ **Membrane cricotrachéale.**

La membrane cricotrachéale est une bande fibreuse n'autorisant aucun jeu entre le larynx et la trachée.

1.2.2. Système membrano-ligamentaire intrinsèque.

Il correspond aux membranes fibro-élastiques à leurs renforcements et à leurs extensions [2] :

❖ **Les membranes quadrilatères :**

Elles sont renforcées par le ligament thyro-épiglottique et leurs extensions correspondent aux ligaments vestibulaires.

❖ **Le cône élastique :**

Il est renforcé par le ligament crico-thyroïdien médian et ses extensions correspondent aux ligaments vocaux.

1.3. Muscles du larynx.

1.3.1. Muscles extrinsèques.

Les muscles extrinsèques assurent la mobilité du larynx. Ils comprennent :

- ❖ **Muscle sternothyroïdien.** : C'est un muscle pair, situé sous le muscle sternohyoïdien. Il est abaisseur du cartilage thyroïde et du larynx.
- ❖ **Muscle thyro-hyoïdien :** C'est un muscle pair et mince, il est situé sous le muscle omohyoïdien et sternohyoïdien. Il abaisse l'os hyoïde ou élève le cartilage thyroïde selon l'action simultanée des autres muscles.
- ❖ **Muscle constricteur inférieur du pharynx :** Il permet le rétrécissement de la lumière pharyngée.

1.3.2. Muscles intrinsèques.

Les muscles (M.) intrinsèques s'insèrent sur les cartilages et modifient les cordes vocales et la lumière de la cavité laryngée. [2,7]

Parmi les muscles laryngés intrinsèques, le M. crico-aryténoïde postérieur est le seul abducteur des cordes vocales. Les autres muscles sont soit des adducteurs (M. crico-aryténoïde latéraux, M. inter-aryténoïde), soit des tenseurs des cordes vocales (M. thyro-aryténoïde).

Il convient de souligner que la fonction de chaque muscle change légèrement en fonction de la position des cordes vocales.

Lors la phonation, le muscle crico-aryténoïde postérieur, par exemple, contrecarre la fonction de tenseur du muscle thyro-aryténoïdien pour stabiliser le cartilage aryténoïde. Les interactions entre les muscles agonistes et antagonistes sont essentielles pour une fonction laryngée équilibrée.

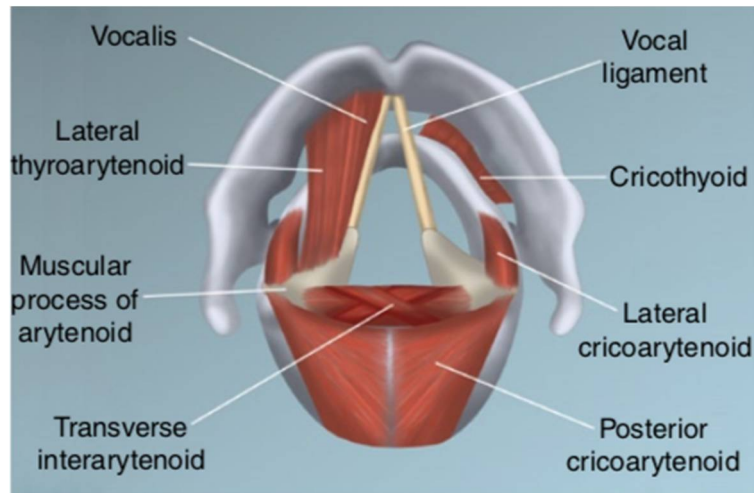


Figure 4 : Coupe transversale montrant les muscles intrinsèques du larynx : [7]

Chez le nourrisson, l'emplacement et la fonction de tous les muscles intrinsèques sont identiques à ceux de l'adulte.

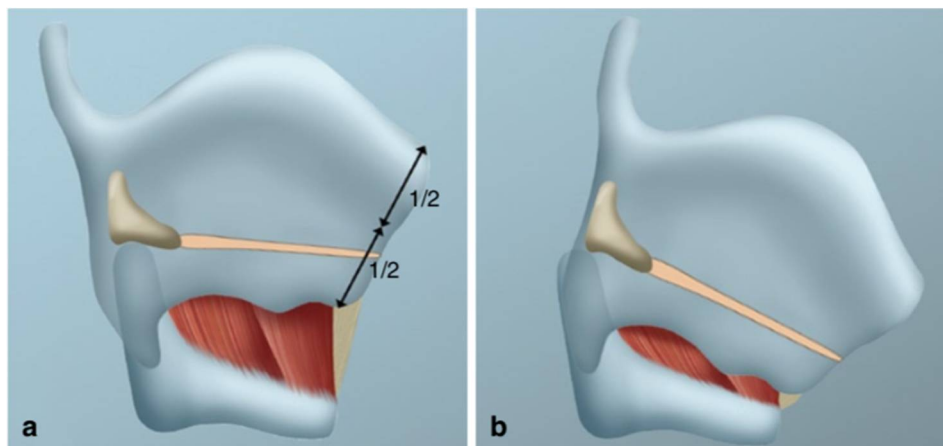


Figure 5 : Fonction du muscle cricothyroïdienne : [7]

- (a) Position de repos du muscle cricothyroïdien.** Chez les nourrissons, la commissure antérieure du larynx est positionnée légèrement en dessous du point à mi-distance entre l'encoche thyroïdienne et le bord inférieur du cartilage thyroïdien.
- (b) Position contractée du muscle cricothyroïdien :** Pendant la contraction, la distance cricothyroïdienne est raccourcie et le ligament vocal est étiré, augmentant ainsi la hauteur de la voix.

Cette fonction est perdue dans la LTR et la PCTR.

1.3.2.1. Le muscle de l'articulation cricothyroïdienne.

- ❖ **Le muscle crico-thyroïdien** : c'est le muscle tenseur des cordes vocales. Il contribue à l'augmentation de la hauteur de la voix. Il est le seul muscle à être innervé par le nerf laryngé supérieur. **(Figure 4)**
(Figure 5).

1.3.2.2. Les muscles de l'articulation cricoaryténoïdienne.

Ils se divisent en deux groupes : Le muscle dilatateur et les muscles constricteurs de la glotte.

- ❖ **Le muscle dilatateur de la glotte** : **Le muscle cricoaryténoïdien postérieur** : C'est un muscle disposé en éventail sur la surface postérieure du cricoïde. Il s'agit du muscle le plus puissant des muscles du larynx. Il ouvre la glotte et permet ainsi la respiration.

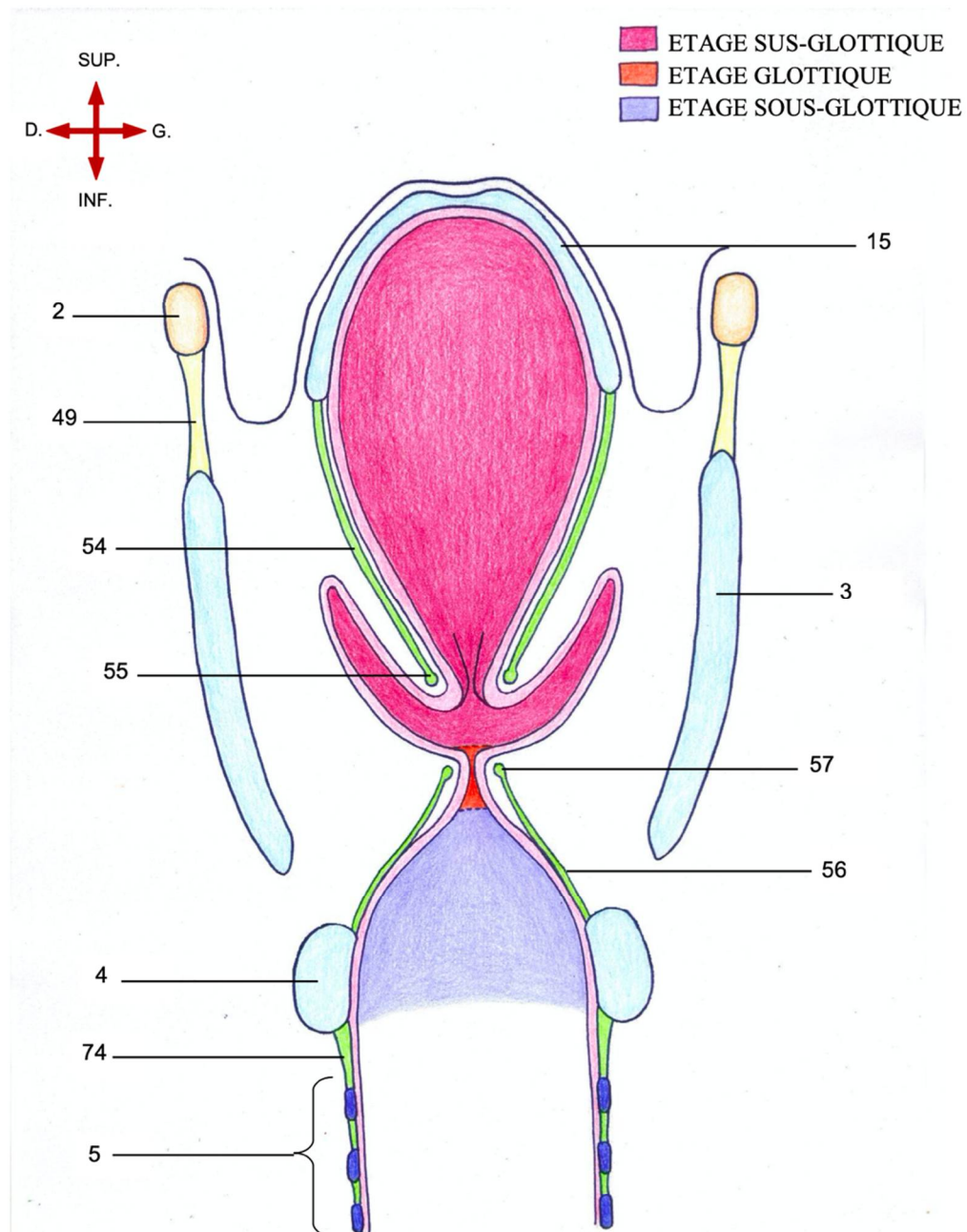
- ❖ **Muscles constricteurs de la glotte.**

- **Le muscle cricoaryténoïdien latéral** : Il est situé sous le cartilage thyroïde.

Son rôle est la fermeture de la glotte membraneuse.

- **Le muscle inter aryténoïdien** : C'est un muscle impair, qui permet la fermeture de la glotte cartilagineuse.

- **Les muscles thyro-aryténoïdien** : Leur rôle est de déplacer en avant le cartilage aryténoïde.



Légende :

2. Os hyoïde	15. Cartilage épiglottes	56. Cône élastique
3. Cartilage thyroïde	49. Membrane thyro-hyoïdienne	57. Ligament vocal
4. Cartilage cricoïde	54. Membrane quadrangulaire	74. Membrane crico-trachéale
5. Trachée	55. Ligament vestibulaire	

Figure 6 : Coupe frontale du larynx montrant les trois étages du larynx. [2]

2. Configuration interne du larynx.

2.1. Étages du larynx.

Le larynx se constitue de trois étages distincts : (**Figure 6**)

2.1.1. Étage sus glottique.

L'étage sus-glottique s'étend de l'entrée du larynx jusqu'au plan des plis vocaux. On lui décrit trois parties :

❖ Aditus du larynx :

L'aditus laryngé constitue la porte d'entrée de l'endolarynx. Il est Limité :

- En avant, par l'épiglotte sus-hyoïdienne.
- Latéralement, par le repli ary-épiglottiques.
- En arrière, par les cartilages aryénoïdes.

Sa fermeture par l'épiglotte protège la trachée de l'intrusion de nourriture et de corps étrangers. [9,2]

❖ Le vestibule :

Le vestibule correspond à l'étage supérieur du larynx, compris entre l'aditus laryngé et le bord libre des plis vestibulaires.

❖ Les ventricules laryngés :

Les ventricules laryngés forment deux diverticules, droit et gauche, situés de chaque côté de la glotte. Chaque ventricule laryngé est compris entre un pli vestibulaire et un pli vocal. Il présente un petit diverticule antéro-postérieur appelé le saccule laryngé ou bien les fausses cordes vocales.

Les sécrétions des glandes du saccule lubrifient les cordes vocales. [2,9]

2.1.2. Étage glottique.

L'étage glottique ou glotte correspond au plan des plis vocaux. (**Figure 7**)

❖ Chez la population pédiatrique :

- La longueur de la glotte est de 7mm et sa largeur est de 3 à 4 mm.

2.1.3. Étage sous glottique.

L'étage sous-glottique est compris entre la face inférieure des plis vocaux et le bord inférieur du cricoïde. [2,6,7]

NB : Les muqueuses des étages sus-glottique et sous glottique sont relâchées chez les nourrissons. C'est ce qui les rend sujettes à l'œdème lorsqu'elles sont blessées.

2.2. Pli Vocal

Les plis vocaux (ou cordes vocales) limitent la fente glottique. Chaque pli vocal, de couleur blanc nacré, contient un ligament vocal et un muscle vocal

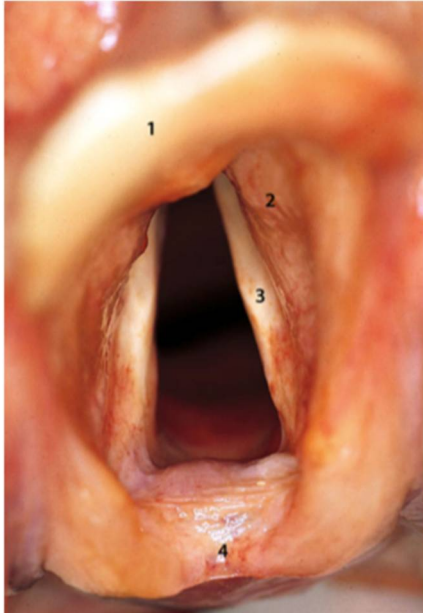


Figure 7 : Vue endoscopique montrant le plan glottique et les plis vocaux. [15].

- 1 : épiglotte.
- 2 : plis ventriculaires.
- 3 : cordes vocales.
- 4 : commissures postérieures.

2.3. Corps adipeux laryngé

Il comprend **La loge hyo-thyro-épiglottique**, C'est un espace graisseux limité :

- ❖ **En avant** par l'os hyoïde et la membrane thyro-hyoïdienne.
- ❖ **En arrière** par la face ventrale (antérieure) de l'épiglotte.
- ❖ **En haut** par le ligament hyo-épiglottique.
- ❖ **En bas** par le ligament thyro-épiglottique.

3. Anatomie appliquée a la chirurgie laryngée pédiatrique.

Les techniques chirurgicales et endoscopiques permettent l'amélioration des pathologies laryngées. Toutefois, elles peuvent endommager les fonctions des muscles laryngés.

Une connaissance approfondie du larynx de la population pédiatrique permet une orientation adéquate des décisions thérapeutiques. [7]

À PROPOS DES CARTILAGES ET DES ARTICULATIONS :

- ❖ La souplesse du **cartilage thyroïdien** permet au chirurgien d'augmenter la lumière sous-glottique par une thyrotomie médiane inférieure. Cela lui permet une meilleure adaptation du plus grand anneau trachéal utilisé pour l'anastomose thyrotrachéale.
- ❖ La **membrane thyro-hyoïdienne** doit souvent être sanctionnée, le long du bord supérieur du **cartilage thyroïdien**, pour le libérer de son attachement crânien et le déplacer dans le champ opératoire. [7]

À PROPOS DES MUSCLES :

- ❖ La reconstruction laryngotrachéale (LTR) avec greffe du cartilage costal antérieur ainsi que la résection cricotrachéale partielle (PCTR) abolissent toutes les deux la fonction du **muscle crico-thyroïdien** (tension des cordes vocales).
- ❖ Grâce à la PCTR étendue avec invagination de l'anastomose thyrotrachéale, le **M. cricoaryténoïdien latéral** est préservé. Par conséquent, la stabilité du cartilage aryténoïde est sauvegardée ainsi que le prolapsus aryténoïde durant la phonation, en période post-opératoire, est évité.
- ❖ Durant la PCTR, le **M. inter-aryténoïde** nécessite une section, pour agrandir la commissure postérieure du larynx. Ce qui pourrait déstabiliser les aryténoïdes. [7]

À PROPOS DE L'INTUBATION ENDOTRACHÉALE :

- ❖ Un œdème muqueux post-opératoire de la glotte et de la sous-glotté est plus important chez la population pédiatrique que chez la population adulte. Par conséquent, l'intubation post-opératoire temporaire après PCTR s'impose
- ❖ En raison de la longueur des aryténoïdes, de la distance inter-aryténoïde plus courte et de l'aspect en V du cartilage cricoïde céphalique, l'intubation endotrachéale peut endommager l'aspect médial des cartilages aryténoïdes et la partie postéro-latérale de l'anneau cricoïde. [7]

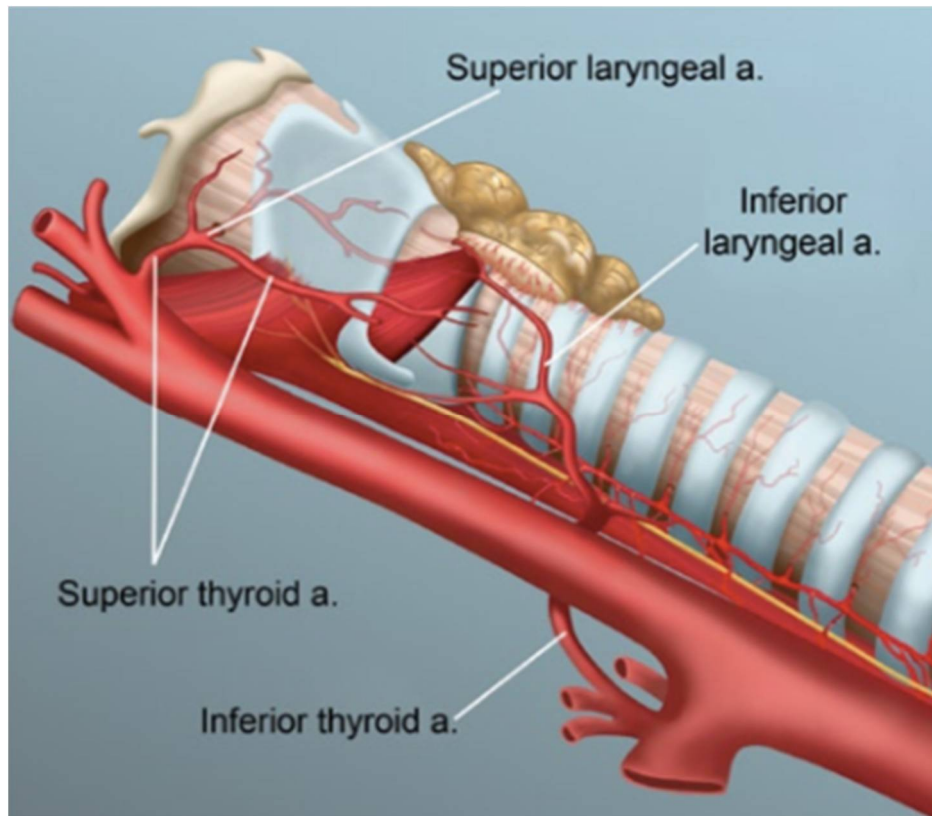


Figure 8 : Apport vasculaire du larynx et de la trachée cervicale : [7]

- **Les artères laryngées supérieures et inférieures** ont pour origine des artères thyroïdes.
- **L'artère thyroïde inférieure** alimente la trachée cervicale et donne naissance aux artères trachéales. La distribution de ces artères conditionne les principes chirurgicaux de base du PCTR ainsi que ceux de la résection trachéale et de l'anastomose cricotrachéale.

V. Vascularisation, innervation et drainage lymphatique du larynx et application chirurgicale

1. La vascularisation

1.1. Les artères (Figure 8)

La vascularisation artérielle du larynx est assurée par :

❖ **L'artère laryngée supérieure**

Elle naît de l'artère thyroïdienne supérieure et se divise en deux branches :

- **Une branche supérieure** qui vascularise la partie supra-glottique du larynx.
- **Une branche inférieure** qui vascularise les aryténoïdes et la partie postérieure du larynx.

❖ **L'artère cricothyroïdienne** : Elle est une branche de l'artère thyroïdienne supérieure. Elle se distribue à la partie antérieure de l'étage sous-glottique du larynx. [2]

1.2. Les veines

Les veines sont satellites des artères.

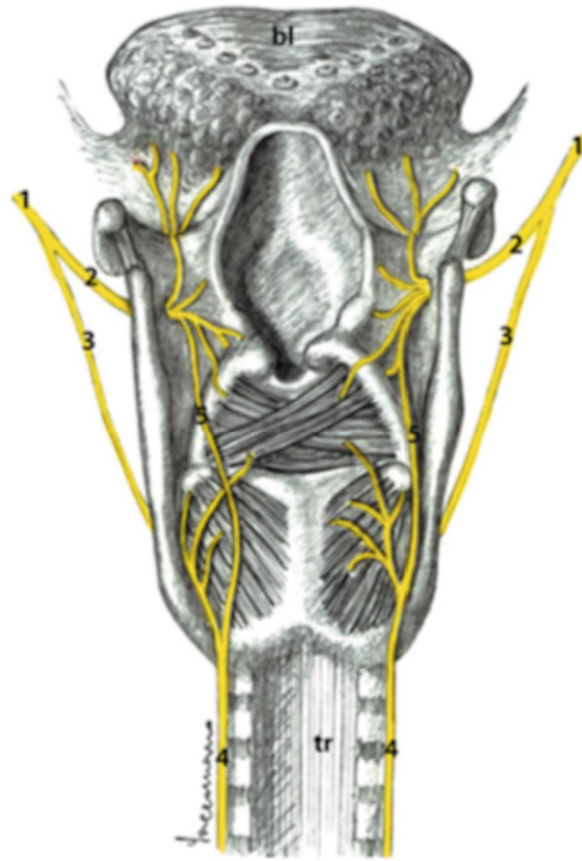


Figure 9 : Innervation du larynx et anse de Galien [15]

- 1 : Nerf laryngé supérieur.
- 2 : Branche interne du nerf laryngé supérieur.
- 3 : Branche externe du nerf laryngé supérieur.
- 4 : Nerf récurrent.
- 5 : Anse de Galien.

2. L'innervation. (Figure 9)

Elle est assurée par deux nerfs principaux : Le nerf laryngé supérieur et le nerf récurrent. Tous les deux proviennent du nerf vague.

La connaissance détaillée des trajets des nerfs laryngés par est une condition sine qua non à la préservation de la fonction laryngée durant la chirurgie laryngotrachéale. [2,9,11,12]

2.1. Le nerf laryngé supérieur

C'est un nerf mixte, essentiellement sensitif. Il naît du tronc du nerf vague dans l'espace rétro-styrien, au niveau du ganglion vagal inférieur. Les nerfs laryngés supérieurs cheminent de chaque côté, en dedans de la carotide interne. Le nerf laryngé supérieur se divise en deux branches au voisinage de la bifurcation carotidienne et en arrière de la grande corne de l'os hyoïde :

➤ Une branche externe :

- Elle descend verticalement, le long de la paroi latérale du pharynx pour innerver le muscle constricteur inférieur du pharynx et se termine en innervant le muscle crico-thyroïdien.
- Ensuite, elle perfore la membrane cricothyroïdienne pour aller innerver la muqueuse de l'étage sous-glottique.

➤ Une branche interne :

- Elle pénètre dans le larynx en perforant la membrane thyro-hyoïdienne.
- Elle donne des rameaux antérieurs pour la muqueuse épiglottique et des rameaux postérieurs qui innervent la muqueuse de l'étage sus-glottique ainsi que la face supérieure du pli vocal. L'un de ces rameaux s'anastomose avec le nerf récurrent en formant l'anse de Galien.

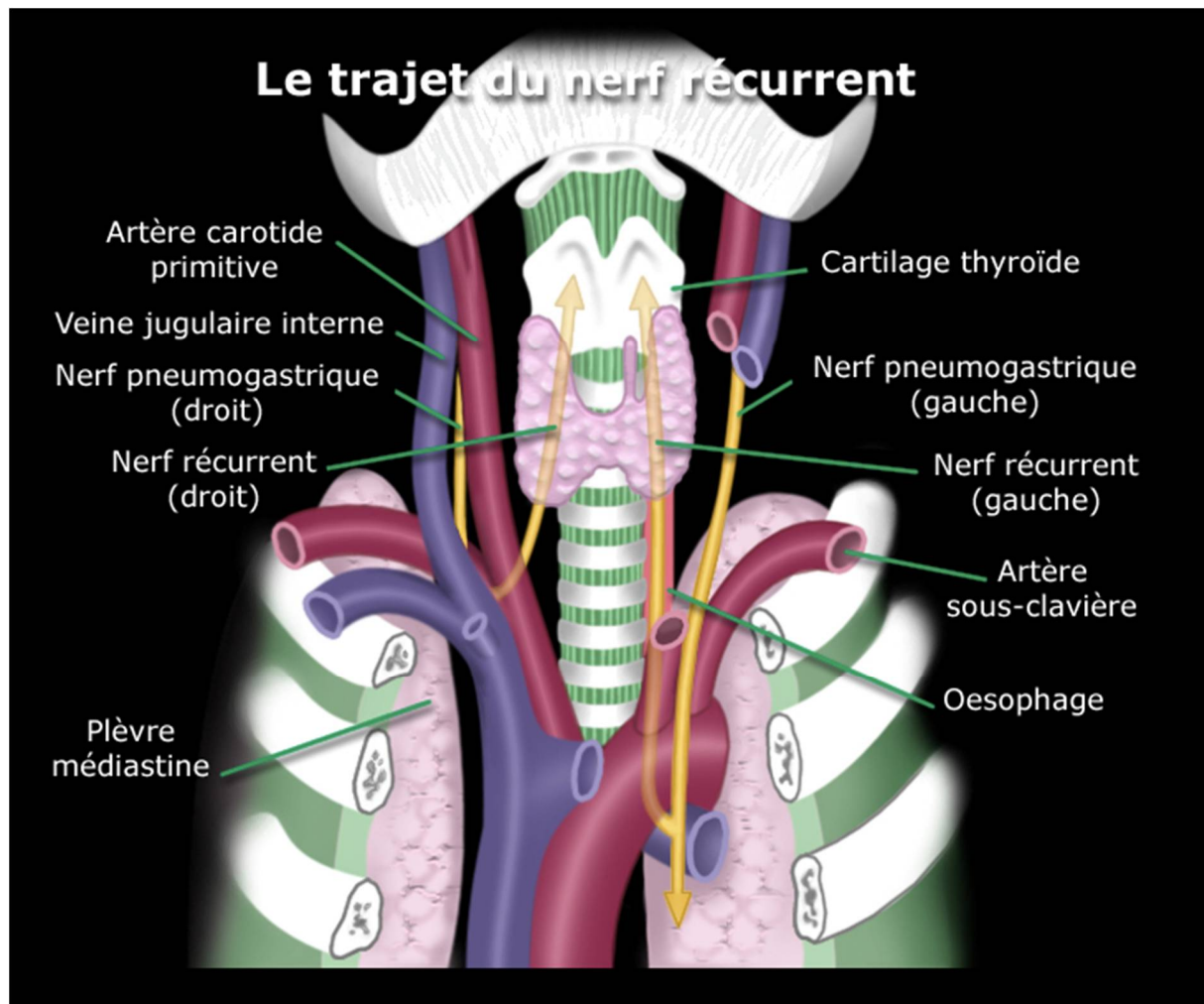


Figure 10 : Vue Antérieure montrant le trajet du nerf récurrent.

2.2. Le nerf laryngé récurrent (figure 10)

Le nerf laryngé inférieur est une branche du nerf vague. Il a une origine et un trajet différents selon qu'il soit gauche ou droit.

Les nerfs laryngés récurrents sont :

- Sensitifs pour la cavité laryngée sous le niveau des replis vocaux.
- Moteurs pour tous les muscles intrinsèques du larynx, à l'exception du muscle crico-thyroïdien.

- **Du côté gauche.**

- Le nerf récurrent naît dans le thorax, au niveau de la face inférieure de la crosse de l'aorte, puis remonte dans le sillon oesophago-trachéal.
- Ensuite, Il chemine de manière verticale droite, plaqué sur la face antérieure du bord gauche de l'œsophage.
- Le nerf récurrent gauche se termine en pénétrant dans le larynx au niveau de la gouttière pharyngolaryngée gauche.

- **Du côté droit,** il a un trajet plus court mais plus complexe, exclusivement cervical.

- Il naît à la base du cou, au niveau du croisement entre le nerf vague et la face antérieure de l'artère sous-clavière.
- Le nerf récurrent droit décrit une crosse sous l'artère sous-clavière droite. Il remonte ensuite, obliquement, dans le sillon oesophago-trachéal.
- Le nerf récurrent droit se termine en pénétrant dans le larynx au niveau de la gouttière pharyngolaryngée droite.

Dans le larynx, Le nerf récurrent passe dans la gouttière entre la thyroïde et le cartilage cricoïdien. Il se ramifie ensuite en donnant :

- Une branche ascendante sensitive qui va s'anastomoser avec le nerf laryngé supérieur pour former l'anse de Galien.
- Des branches motrices qui innervent tous les muscles du larynx à l'exception du muscle crico-thyroïdien. [2,9,11,12]

3. Le drainage lymphatique.

Les vaisseaux lymphatiques aboutissent aux nœuds lymphatiques jugulo-omohyoïdiens et pré-laryngés.

4. L'anatomie appliquée à la chirurgie laryngée pédiatrique.

➤ À propos de la vascularisation :

Pendant la résection cricotrachéale partielle (PCTR) :

- Pour libérer le larynx, il est important de sectionner la membrane thyro-hyoïdienne le long du bord supérieur du cartilage thyroïdien.
- Plier le muscle crico-thyroïdien sur l'articulation cricothyroïdienne protège ainsi le nerf récurrent laryngé et l'artère laryngée inférieure tout en préservant l'apport vasculaire sous-glottique. [7]

➤ À propos de l'innervation :

En raison de leur longueur considérable, les deux RLN risquent de se blesser lors des chirurgies laryngotrachéales.

Pendant la reconstruction laryngotrachéale (LTR) :

- Les nerfs laryngés sont évités par l'incision verticale et médiane du larynx. [7]

Pendant la résection cricotrachéale partielle (PCTR) :

- Plier le muscle crico-thyroïdien sur l'articulation cricothyroïdienne protège le nerf récurrent laryngé et l'artère laryngée inférieure.
- Le placement des points de suture à travers le chaton cricoïdien risque d'endommager les nerfs laryngés. Les points de suture postérieures et postéro-latéraux doivent toujours émerger dans un plan sous-périchondral. [7]

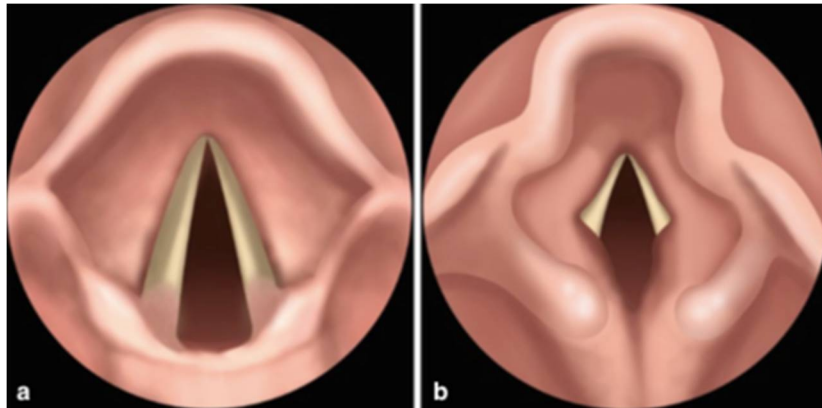


Figure 11 : Aspect endoscopique comparatif entre le larynx adulte et le larynx infantile : [7]

a) Larynx adulte :

- **La glotte** ligamentaire représente environ 80% de toute la longueur glottique.
- **Les plis aryépiglottiques** sont longs.
- **L'épiglotte** est dépliée et se projette verticalement.
- **La sous-glott** est de forme ronde.

(b) Larynx du nourrisson :

- La longueur totale de **la glotte** est de 50% ligamentaire et 50% cartilagineuse.
- **Les plis aryépiglottiques** sont courts.
- **L'épiglotte** est quelque peu tubulaire, en forme d'oméga.
- **La sous-glott** est elliptique en proximale.

VI. L'anatomie endoscopique du larynx de l'enfant.

La connaissance de l'anatomie endoscopique du larynx chez l'enfant est indispensable pour la réalisation du bilan d'extension des sténoses laryngées ainsi que leurs traitements endoscopiques. **(Figure 11)**

Le larynx de l'enfant présente des particularités :

- **L'épiglotte** prend la forme d'un Omega et se projette postérieurement au-dessus de la glotte à un angle de 45°. Le bord latéral de l'épiglotte est positionné légèrement en dedans du pli pharyngo-épiglottique.
- **Les plis aryépiglottiques** sont plus courts.
- Le tubercule du **cartilage cunéiforme** est plus important.
- L'augmentation du rapport de **la glotte** cartilagineuse à la glotte ligamentaire accentue la forme pentagonale de la glotte lors de l'inspiration.
- **La lumière sous-glottique** immédiate est elliptique en raison de la moitié supérieure en forme de V du cartilage cricoïde. [7,10]

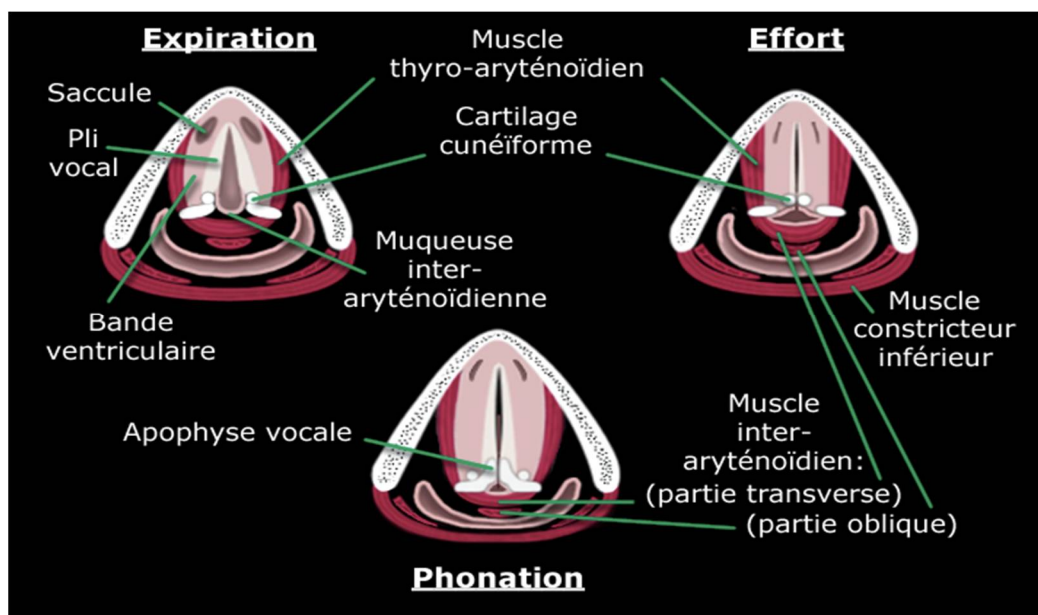


Figure 12 : Schémas montrant les mouvements de fermeture du larynx lors de la phonation et de la déglutition.

VII. L'anatomie fonctionnelle du larynx.

Les trois fonctions du larynx : **(Figure 12)**

➤ **Une fonction de respiration**, car il fait partie des voies respiratoires.

- Au cours de la respiration calme :

Le vestibule, la fente vestibulaire et la fente glottique ont une forme triangulaire.

- Au cours de l'inspiration forcée :

Les cartilages aryténoïdes sont tournés en rotation latérale, surtout sous l'action des muscles aryténoïdiens postérieurs.

En conséquence, les replis vocaux sont en abduction, la fente glottique s'élargit et prend une forme losangique ce qui augmente considérablement le diamètre des voies aériennes.

➤ **Une fonction de phonation.**

Lors de la phonation, les cartilages aryténoïdes ainsi que les replis vocaux sont en abduction et l'air est poussé à travers la fente glottique fermée. Cette action provoque la vibration des replis vocaux l'un contre l'autre et produit des sons.

La tension des replis vocaux peut être ajustée par les muscles vocaux et cricothyroïdiens.

➤ **Une fonction de déglutition.**

Au cours de la déglutition, le larynx se déplace en haut et en avant. La fente glottique, la fente vestibulaire et le vestibule sont fermés. Par conséquent, l'entrée du larynx se rétrécit et l'œsophage s'ouvre.

Tous ces mouvements empêchent les solides et les liquides d'entrer dans la voie aérienne et de causer des fausses routes.

La succion-déglutition est la première fonction motrice mise en place chez le fœtus. Le réflexe de déglutition apparaît entre la 12e et 14e semaine de vie in utero alors que celui de succion entre la 15e et la 18e semaine [9,12].

***Mesures morphométriques
du larynx de l'enfant
et stents laryngotrachéaux***

I. Les mesures morphométriques du larynx et de la trachée.

Les sténoses bénignes du larynx et de la trachée résultent Fréquemment des complications iatrogènes consécutives à une intubation endotrachéale prolongée.

La bonne connaissance de l'évolution des mesures morphométriques du larynx pédiatrique, à différents âges, permet aux chirurgiens, aux anesthésistes et aux pédiatres de choisir la taille adéquate du tube endotrachéal pour éviter au larynx et à la trachée des traumatismes involontaires.

Les complications iatrogènes liées à l'utilisation des tubes endotrachéaux surdimensionnés (ETT) dans le cadre de la réanimation et de la ventilation mécanique (unité de soins intensifs pédiatriques (USIP)) pourraient être largement évitées.

Le chapitre suivant porte sur l'évolution morphométrique du larynx pédiatrique au cours des cinq premières années de vie [16] et de la trachée durant les six premières années de vie [17,18].

Ces données ont été corrélées avec les tailles d'ETT sans ballonnet recommandées pour l'intubation ainsi qu'avec les bronchoscopes rigides couramment utilisés pour les endoscopies diagnostiques et thérapeutiques.

1. La morphométrie du larynx.

1.1. Le diamètre liminal sous-glottique et tailles des tubes endotracheaux recommandées.

Les anesthésistes se réfèrent uniquement aux diamètres internes des sondes endotrachéales, pertinents pour la ventilation du patient.

Cependant, les diamètres extérieurs des sondes endotrachéales peuvent être différents selon le fabricant. Ces différences de diamètre extérieur sont significatives lorsque l'on considère la taille des voies aériennes correspondantes. [7] **(Figure 13) (Tableau 2).**

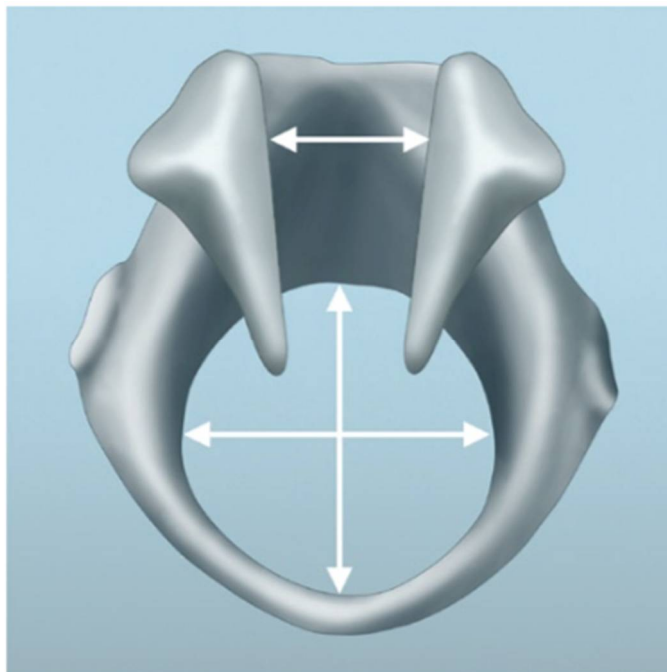


Figure 13 : L'anneau cricoïde et aryténoïdes [7]

Les diamètres de la sous-glotte et de l'espace interaryténoïde sont pertinents dans l'évaluation des risques liés à la taille des ETT pendant l'intubation.

Tube n°	Malinckrodt (Lanz and Rae)	Portex	Rüsch
DI	DE	DE	DE
2	3	2.9	2.9
2.5	3.6	3.6	3.8
3	4.3	4.4	4.4
3.5	4.9	5.0	5.3
4	5.6	5.4	5.9
4.5	6.2	6.6	6.7
5	6.9	7.2	7.3
5.5	7.6	8.0	8.0
6	8.2	8.8	8.7
6.5	8.8	9.5	9.3

Tableau 2 : Diamètres (mm) des sondes endotrachéales (ETT) [7]

DI : Diamètre interne.

DE : Diamètre externe.

Dans ce chapitre, le tube endotrachéal souple *Portex Blue Line*, sans ballonnet, sera pris en référence.

Seuls les diamètres moyen et minimal des voies aériennes sous-glottique et inter-aryténoïde sont indiqués. Les diamètres maximaux ont été sécarté car ils peuvent facilement accueillir les tailles d'ETT non recommandées. [7](**Figure 14**) (**Tableau 3**).



Figure 14 : Tube endotrachéal souple Portex Blue Line, sans ballonnet.

Âge (Année)	Lumière sous-glottique (mm)		Distance inter-aryténoïde moyenne (mm)	ETT recommandé (mm)	
	Moyenne	Minimale		DI	DE
0-1	4.6	3.7	3.7	3.0-3.5	4.4-5.1
1-2	5.5	4.9	4.4	4.0-4.5	5.0-6.6
2-3	6.7	6.2	5.3	4.5	6.6
3-4	6.8	5.8	5.5	4.5-5.0	6.6-7.3
4-5	7.0	6.2	5.6	5.0-5.5	7.3-8.0

Tableau 3 : Comparaison entre la taille de la lumière sous-glottique, la distance inter-aryténoïde moyenne et les tailles recommandées des tubes endotrachéaux (ETT) [7]

À partir de ces mesures morphométriques, nous pouvons conclure:

- ✓ Le diamètre extérieur des ETT recommandés dépasse légèrement le diamètre luminal moyen de la sous-glotte.
- ✓ Les ETT peuvent être surdimensionnés à tous les âges.
- ✓ Si le plus gros ETT recommandé est utilisé, il est susceptible de causer un traumatisme d'intubation important à tous les âges.

Il est important de signaler que tout léger traumatisme de la muqueuse sous-glottique pendant l'intubation risque de provoquer une dyspnée sévère chez le nourrisson (**Figure 15**).[7] [16]

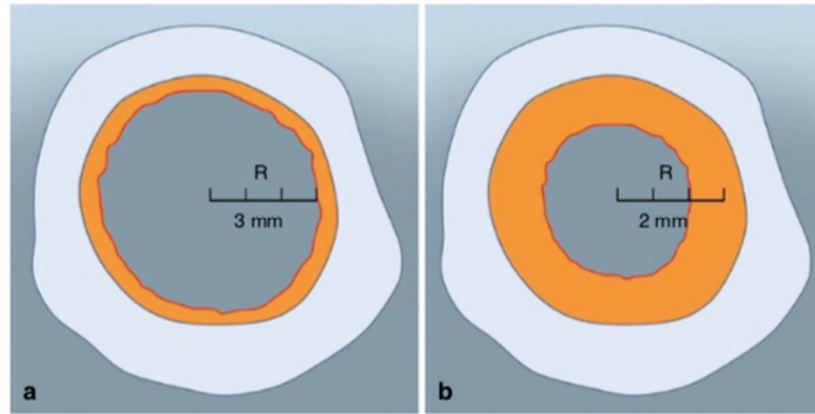


Figure 15 : Sous-glottite infantile et risque de dyspnée [7]

- La taille de la sous-glottite infantile a un diamètre maximum de 5–6 mm et une section transversale de 28 mm². *
- Un millimètre d'œdème muqueux réduit le diamètre de 2 mm et la section transversale de près de 50% (12,6 mm²).

* *Section transversale = diamètre² x Pi/4.*

Les tubes surdimensionnés induisent principalement une nécrose de pression sur la face médiale des aryténoïdes.

Bien que des progrès considérables aient été réalisés et que l'incidence des sténoses laryngotrachéales post-intubation soit réduites à moins de 1 à 3%, cette complication peut être dévastatrice pour le patient et pour sa famille.

Pour éviter les complications iatrogènes de l'intubation, les anesthésistes comme les pédiatres doivent être conscients de l'impact des écarts de taille entre les ETT et les voies respiratoires pédiatriques.

Les principes à respecter :

- ✓ Dans l'USIP, le plus petit tube qui fournira une ventilation adéquate au nourrisson et à l'enfant doit toujours être choisi parmi les plus grands.
- ✓ À la moindre résistance rencontrée lors de l'introduction de l'ETT dans le larynx, il est recommandé de changer l'ETT pour une taille plus petite.

Selon des études cadavériques, il a été mis en évidence que la partie la plus étroite des voies respiratoires infantiles était le cricoïde. Ce constat implique que le choix d'un tube endotrachéal, sans ballonnet, de taille adéquate permet de fournir une bonne ventilation tout en protégeant les voies respiratoires sous-jacentes des accidents d'inhalation. [156]

L'utilisation de la plus petite taille d'un ETT à ballonnet permet non seulement de pallier aux fuites potentielles, mais aussi de faciliter une anesthésie à faible débit, une meilleure humidification des gaz, une meilleure utilisation de la ventilation mécanique ainsi qu'une surveillance plus précise du CO. [156]

1.2. Le diamètre du cartilage cricoïde par rapport aux tailles recommandées des bronchoscopes rigides.

Pour une procédure courte comme la bronchoscopie rigide, le diamètre du cartilage cricoïde peut être pris comme référence car une compression temporaire de la muqueuse sous-glottique est tolérée.[7]

Néanmoins, la présence d'une pathologie préexistante qui pourrait réduire la lumière sous-glottique doit d'abord être exclue (**tableau 4**).

Le diamètre extérieur des dimensions recommandées du bronchoscope rigide est toujours inférieur à celui du diamètre moyen du cartilage cricoïde. Ainsi le risque de traumatismes sous-glottiques est minimisé.

Une taille d'endoscope rigide plus petite peut toujours être utilisée si une légère résistance est rencontrée lors de son insertion dans le larynx.

Âge (Année)	Diamètre du cartilage cricoïde (mm)		Bronchoscope rigide recommandé	
	Moyen	Minimal	DE	D. Storz
0-1	6.3	4.8	4.2-5.7	2.5-3.5
1-2	7.7	7.1	6.4	3.7
2-3	8.1	7.7	6.7-7.3	4.0-4.5
3-4	7.9	7.5	7.3-7.8	4.5-5.0
4-5	9.0	8.6	8.2	6.0

Tableau 4 : Comparaison entre les diamètres du cartilage cricoïde et les tailles recommandées des bronchoscopes rigides.[7]

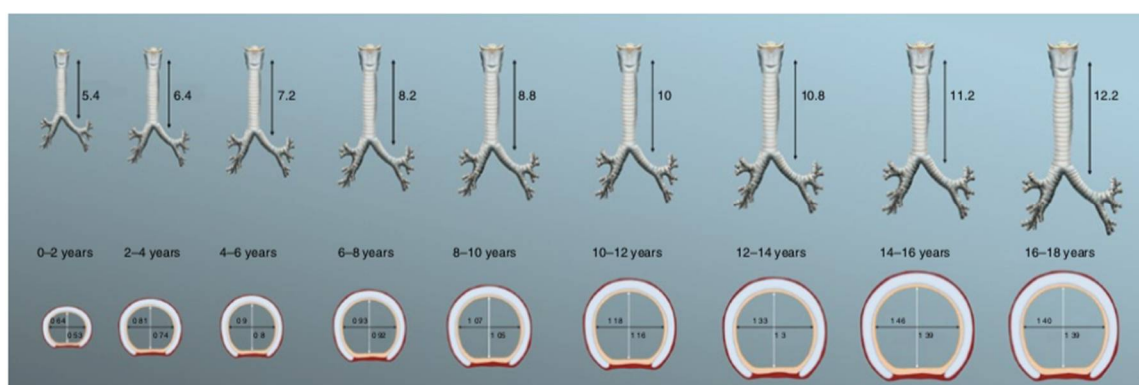


Figure 16 : Longueurs et diamètres trachéaux [7]

De la naissance à l'adolescence, la longueur de la trachée double, son diamètre triple et sa section transversale est multipliée par six.

2. La morphométrie de la trachée.

Jusqu'à l'âge de 6 ans, le diamètre antéropostérieur de la trachée est inférieur au diamètre latéral. Plus tard, la section transversale de la trachée devient plus ronde, prend des diamètres antéropostérieurs et latéraux comparables. (**Figure 16**)

La canule sans ballonnet, recommandée pour l'âge de l'enfant, correspond généralement à la lumière trachéale (**Figure 17**) (**Tableau 5**)

Une connaissance précise des dimensions des voies aériennes est nécessaire afin d'éviter les complications majeures de l'intubation endotrachéale.



Figure 17 : Canule sans ballonnet pour trachéostomie, chez l'enfant

Âge (Année)	Diamètre trachéal (mm)		Taille de la canule(mm)	
	Moyen	Minimal	DI	DE
0-1	4.6	4.1	3.0	4.5
1-2	5.3	4.1	3.5	5.2
2-3	6.7	6.4	4.0-4.5	5.9-6.5
3-4	7.4	5.8	5	7.1
4-5	7.8	7.5	5.5	7.7

Tableau 5 : Comparaison entre les diamètres trachéaux et les tailles de canules pédiatriques Shiley recommandées.

II. Les stents laryngotrachéaux.

Les stents laryngotrachéaux sont temporairement utilisés pour maintenir l'expansion des voies aériennes après reconstruction chirurgicale.

Bien que les stents laryngotrachéaux soutiennent et immobilisent les greffes laryngotrachéales pendant le processus de guérison, ils agissent également comme des corps étrangers dans les voies respiratoires reconstruites.

Si les stents ne sont pas conformes aux contours laryngés internes ou bien si leur consistance est trop dure, des lésions muqueuses, une formation de tissus de granulation et une sténose ultérieures peuvent survenir.

Idéalement, un stent doit épouser les contours des voies respiratoires et exercer une pression inférieure à 30 mm Hg sur la muqueuse.

De plus, il doit : résister aux forces de compression, maintenir l'anatomie des voies respiratoires, se déplacer avec le larynx pendant la respiration ainsi que la déglutition et être biocompatible.

Bien qu'ils soient toujours nécessaires après des reconstructions des voies aériennes, la forme des stents actuels demeure peu optimale, compte tenu de la complexité de la configuration laryngée interne.

Pour bien gérer les sténoses complexes des voies respiratoires chez les nourrissons et les enfants, ces stents doivent être utilisés avec prudence pour obtenir des résultats optimaux après une chirurgie ouverte. [7]

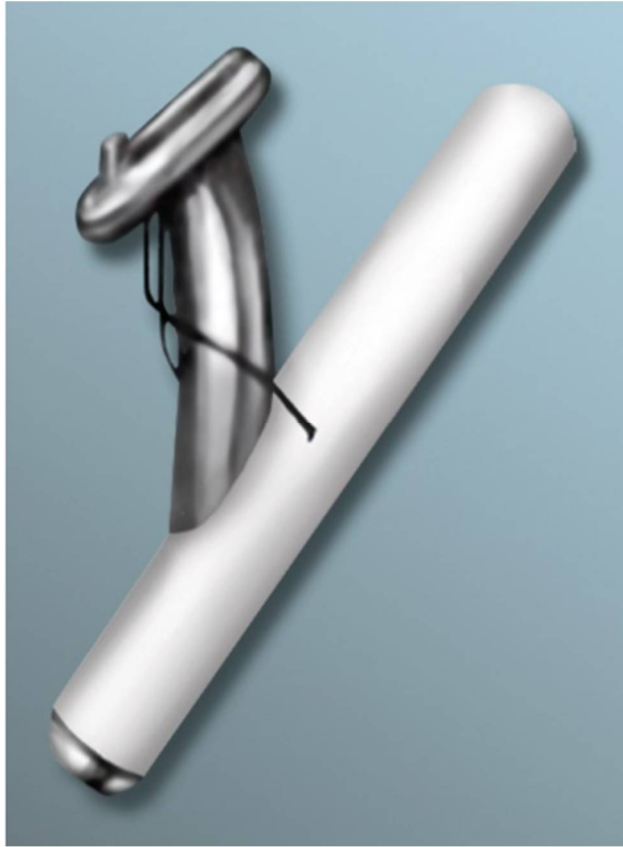


Figure 18 : Stent Aboulker [7]

Prothèse en téflon dur en forme de cigare, inadaptée au stenting des sténoses glotto-sous-glottiques.

1. Stent Aboulker. (Figure 18)

Au début des années 1960 par l'oto-rhino-laryngologiste français Aboulker a introduit une prothèse en forme de cigare. Il est en téflon très dur et disponible dans une variété de diamètres extérieurs.

Initialement destiné aux adultes, ce n'est qu'à partir de 1970, que le stent a commencé à être utilisé chez les enfants lors de chirurgies laryngotrachéales, pour stabiliser les voies aériennes post-LTR.

Bien que le téflon hautement poli du stent Aboulker soit bien toléré par les tissus, cette prothèse demeure trop dure et ne se conforme pas aux contours internes complexes du larynx.

En dépit de son efficacité, le stent Aboulker prédispose à de nombreuses complications : [13]

- Formation de tissu de granulation au niveau des extrémités du stent.
- Nécrose de pression au niveau de la base de l'épiglotte et de la face médiale des aryténoïdes.
- Risque d'infection.
- Risque de migration du stent.
- Risque de rupture du stent.

En cas de fusion cicatricielle des cordes vocales, le stent d'Aboulker, ne peut pas restaurer une commissure laryngée antérieure nette, ce qui impacte négativement la qualité de la voix. [7]



Figure 19 : Tube en T de Montgomery [7]

Tube en T en silicone, adapté à la pose d'un stent trachéal mais pas aux reconstructions des voies respiratoires sous-glottiques

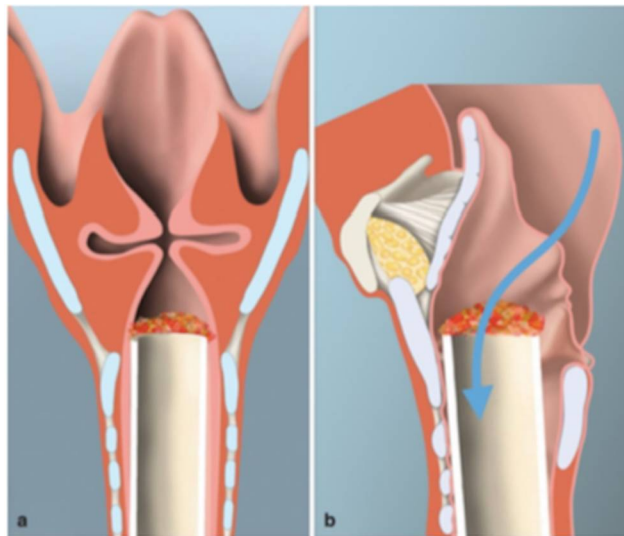


Figure 20 : Complications induites par le tube en T de Montgomery [7]

(a) Dans la sous-glote, le bord supérieur de la prothèse se situe au niveau du cône élastique. La toux provoque des ulcérations de la muqueuse et par conséquent la formation d'un tissu de granulation et la resténose.

(b) Dans la sus-glote, l'extrémité proximale ouverte de la prothèse doit être fermée pour éviter les problèmes d'inhalation, d'ulcérations et de formation de tissu de granulation et des cicatrices.

2. Tube en T Montgomery. (Figure 19)

Le tube en T Montgomery est un simple tube en silicone ouvert, avec une lumière plus petite se projetant du côté du stent à un angle de 90 °.

Il est souple et pliable, ce qui favorise une insertion facile à travers le trachéostome.

Bien que le tube en T de Montgomery soit bien toléré par la muqueuse sous-jacente, ses extrémités et ses bords sont coupants. Ce qui favorise la formation d'un tissu de granulation au niveau des zones de cisaillement entre le stent et la muqueuse des voies respiratoires.

Dans le cas où l'extrémité supérieure du stent est positionnée sous les cordes vocales, le tissu de granulation se forme principalement au niveau du cône élastique (étage sous-glottique).

C'est pour cette raison que l'extrémité supérieure du stent doit être placée légèrement plus haut que le niveau des fausses cordes vocales. Néanmoins, cette position peut également conduire à la production de tissu de granulation sur la face laryngée de l'épiglotte ainsi que sur les bandes ventriculaires. **(Figure 20).**

Afin de protéger les voies respiratoires du risque d'inhalation, l'extrémité supérieure du stent doit être fermée par des sutures, par un bouchon de colle en silicone ou bien par un capuchon.

Chez les enfants, la sécurité du stent doit être prise en considération lorsque des tailles inférieures à 8 mm de diamètre extérieur sont utilisées.

La prothèse peut se boucher avec des sécrétions séchées qui pourraient être mortelles ce qui nécessite un retrait rapide du tube en T.

Bien que le tube en T de Montgomery soit un dispositif efficace pour le stenting de sténoses trachéales simples, il ne convient pas toujours pour le stenting des reconstructions des voies aériennes de la glotte et de la sous-glott.

Les complications signalées chez les enfants :

- L'auto-retrait du tube en T par l'enfant.
- L'expulsion du tube en raison de la migration vers le haut.
- La formation de tissu de granulation et l'obstruction.
- Sa configuration de forme ronde ne rétablit pas une commissure antérieure nette de la glotte. [7]



Figure 21 : Tube en T pédiatrique Healy [7]

- Prothèse comprenant une canule interne pouvant être rapidement retirée et changée en cas de colmatage par des sécrétions séchées.
- Cette canule intérieure diminue davantage la taille intérieure de la prothèse nécessaire au passage de l'air.



Figure 22 : Stent laryngotrachéal Montgomery [7]

(a) Vue postérieure : La distance inter-aryténoïde est trop étroite. Le stent n'est pas optimal quand les cordes vocales sont en abduction.

(c) Vue latérale : La position sus-glottique du stent est trop petite.

3. Tube en T pédiatrique Healy. (figure 21)

Healy a conçu un tube en T pédiatrique avec un angle de connexion de 70°, permettant l'introduction d'une canule interne flexible

Si ce tube en T pédiatrique élimine rapidement les sécrétions bouchées dans la canule interne, il diminue la taille des voies respiratoires.

Cet homologue pédiatrique du stent trachéal adulte partage tous les inconvénients susmentionnés du tube en T Montgomery quand il est utilisé chez des enfants plus âgés et des adultes. [7]

4. Stent laryngotrachéal Montgomery. (Figure 22)

Obtenu en moulant des larynx cadavériques, il a été Conçu pour le traitement de la sténose glotto-sous-glottique. Ce stent en silicone est assez dur. Cependant, sa distance inter-aryténoïde postérieure est étroite.

Aussi, cette prothèse n'est pas entièrement appropriée pour les reconstructions des sténoses sous-glottiques combinées à une sténose glottique postérieure.

Le fait qu'il ne soit disponible qu'en deux taille limite son champ d'application chez la population pédiatrique. Actuellement, ce stent est rarement utilisé dans les reconstructions pédiatriques des voies respiratoires. [7]

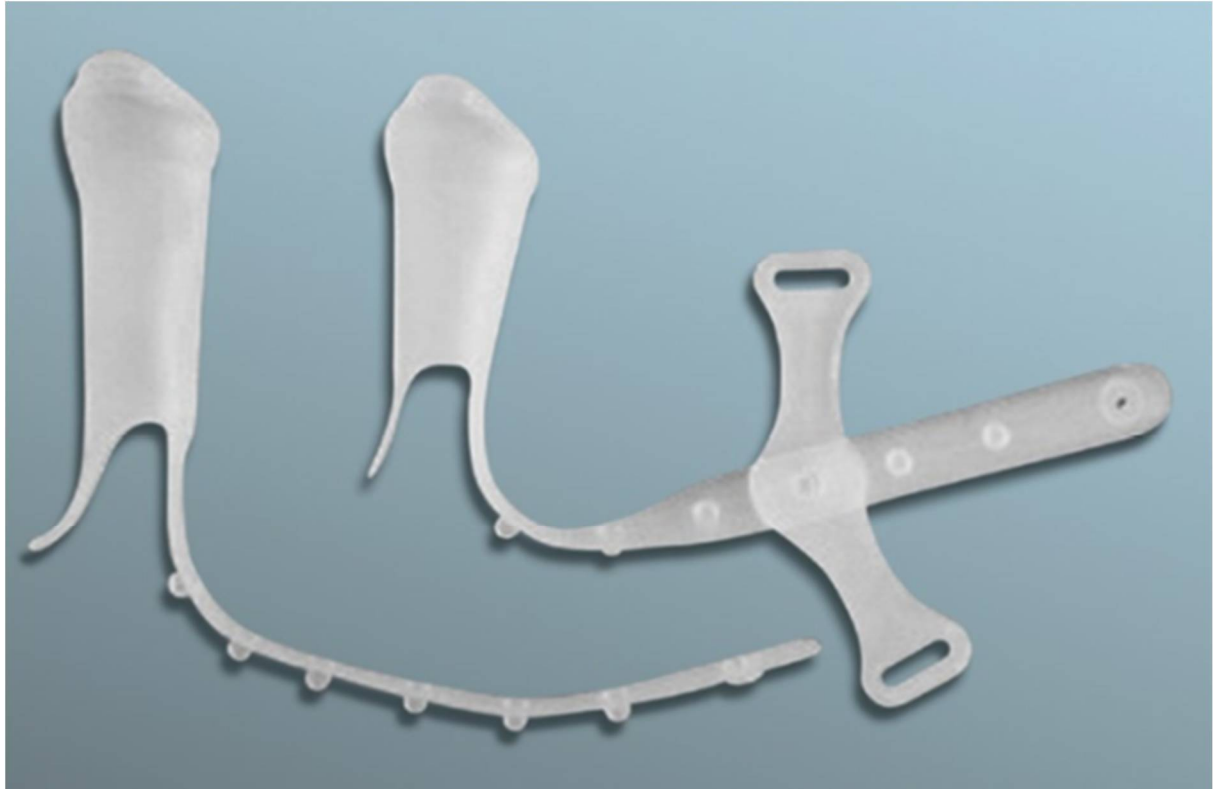


Figure 23 : Stent laryngotrachéal Eliachar.

La forme générale du stent ne peut restaurer une grande distance interaryténoïde ou une commissure antérieure nette du larynx.

5. Stent laryngotrachéal Eliachar. (Figure 23)

Fabriqué en silicone souple, ce stent creux prothétique est moins traumatisant pour la muqueuse laryngée que le stent laryngotrachéal Montgomery.

Sa conformité aux contours laryngés intérieurs est supérieure à celle de tous les stents présentés précédemment, mais sa forme n'est pas triangulaire au niveau de la glotte.

Bien qu'il fournisse un soutien interne aux reconstructions des voies respiratoires laryngées, il ne restaure ni une grande distance interaryténoïde, ni une commissure antérieure nette de la glotte.

Le stent laryngotrachéal Eliachar ne peut pas être utilisé chez les nourrissons ou les enfants. Son système de fixation avec la sangle en silicone à travers le trachéostome risque d'induire la formation de tissu de granulation au site du trachéostome. [7]

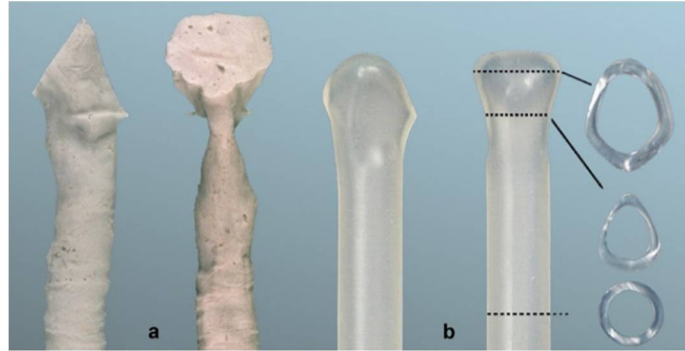


Figure 24 : Stent laryngotrachéal Monnier.[7]

(a) Les moules cadavériques de larynx ont une distance inter-aryténoïde étroite en raison de la position cadavérique paramédiane des cordes vocales.

(b) Le stent laryngotrachéal Monnier est triangulaire au niveau glottique avec une grande distance inter-aryténoïde.

L'extrémité sus-glottique de la prothèse est plus grande que celle au niveau glottique. Ce qui empêche un déplacement accidentel dans les voies respiratoires distales



Figure 25 : Stent laryngotrachéal Monnier :
Tailles. [7]

La prothèse existe en 10 tailles différentes (6 à 15 mm de diamètre extérieur). Elle est utilisée chez les nourrissons, les enfants et les



Figure 26 : Stent laryngotrachéal Monnier :
Longueurs. [7]

la prothèse existe en quatre longueurs différentes pour chaque taille afin de s'adapter aux différentes positions du site de trachéotomie.

6. Stent laryngotrachéal Monnier.

Le stent Monnier a été créé après moulage de larynx cadavériques et augmentation de la distance inter-aryténoïde, afin d'obtenir les contours intralaryngés du larynx. **(Figure 24)** C'est une prothèse laryngotrachéale en silicone. Grâce à sa souplesse, il permet d'éviter la nécrose de pression au niveau médial des aryténoïdes. [7]

Cette propriété est essentielle lors du traitement d'une sténose sous-glottique associée à une sténose glottique postérieure.

Le stent Monnier est doté d'un capuchon en silicone dédié à chaque taille de prothèse afin d'éviter la formation de tissu de granulation à son extrémité distale. **(Figure 27)**

Il existe 10 tailles différentes de la prothèse disponibles en quatre longueurs différentes pour chaque taille.

Il peut être inséré dans les voies respiratoires soit lors d'une chirurgie ouverte (utilisation peropératoire) soit après résection endoscopique d'une sténose laryngotrachéale. **(Figure 25 et 26).**

Selon une étude réalisée en 1992 [13], un stent idéal devrait répondre aux cinq caractéristiques principales suivantes :

1. La disponibilité de différentes tailles et formes pour s'adapter aux zones reconstruites.
2. L'absence de réaction de corps étranger, de nécrose de pression ou d'inconfort.
3. La possibilité d'un placement qui évite tout risque d'obstruction des voies respiratoires.
4. La possibilité d'une production de voix adéquate et d'une déglutition sans inhalation.
5. La possibilité d'un placement et d'un retrait faciles.

Selon l'expérience réalisée chez 30 patients pédiatriques, âgés entre 5 ans et demi et 16 ans, le stent laryngotrachéal Monnier répond quasiment à toutes les exigences idéales, sauf pour la production de la voix. [14]

Étant donné que ces patients ont déjà subi des échecs chirurgicaux et présentent souvent des aphonies, un délai supplémentaire de plusieurs mois avant une décanulation et une production de voix réussies est acceptable.

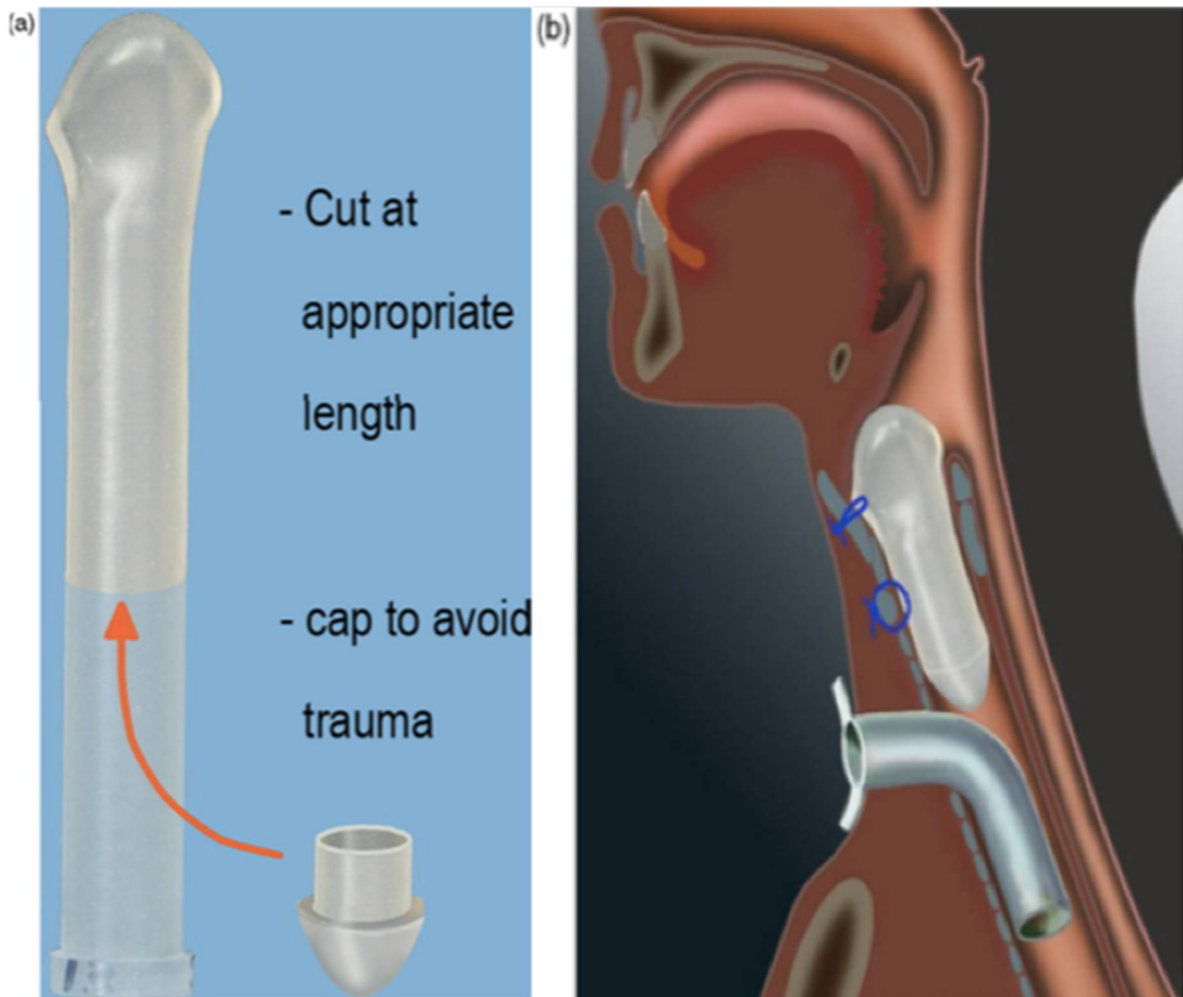


Figure 27 : Schéma d'utilisation correcte du stent laryngotrachéal Monnier. [14]

(a) La prothèse est coupée au niveau la longueur appropriée pour s'adapter à la reconstruction des voies aériennes et le capuchon en silicone est collé à son extrémité distale.

(b) Le Stent laryngotrachéal de Monnier est ensuite fixé au larynx et à la trachée.

NB : Nous n'entretiens aucune relation financière avec les entreprises dont les produits sont mentionnés dans le texte.

Age du patient	Taille recommandée (<i>Portex Blue Line</i>)	
	DI (mm)	DE (mm)
Prématuré < 1000g	2.0	2.9
Prématuré 1000-2000g	2.5	3.6
Nouveau-né – 6 mois	3.0-3.5	4.4-5.0
6 mois – 1 an	3.5-4.0	5.0-5.4
1-2 ans	4.0-4.5	5.4-6.6
> 2 ans	$(\text{Age}+16) / 4$	

Annexe 1 : Tailles recommandées des tubes endotrachéaux sans ballonnet. [7]

ETT sans ballonnet	$(\text{Age}+16) / 4$	
ETT avec ballonnet	$(\text{Age}/4) + 3$	
Longueur de l'insertion	Orale (cm)	$3 \times \text{DI (mm)}$
	Nasale (cm)	$3 \times \text{DI (mm)} + 2$

Annexe 2 : Tailles recommandées des tubes endotrachéaux avec et sans ballonnet pour les enfants d'âge supérieur à 2 ans. [7]

***Anomalies congénitales
et acquises du larynx***

I. Introduction.

Les principales fonctions du larynx sont :

- La libération du passage respiratoire.
- La prévention de l'inhalation.
- La production de la voix.

La symptomatologie des anomalies laryngées est liée aux fonctions mentionnées ci-dessus.

Les anomalies congénitales du larynx incluent diverses affections qui provoquent une détresse respiratoire chez les nouveau-nés et les nourrissons.

Un certain nombre d'anomalies s'améliorent spontanément, tandis que d'autres engagent le pronostic vital et nécessitent une prise en charge immédiate.

La prévalence relative des anomalies congénitales du larynx est indiquée dans **le tableau 6**

Certains enfants peuvent présenter plusieurs anomalies laryngées congénitales simultanément. [20]

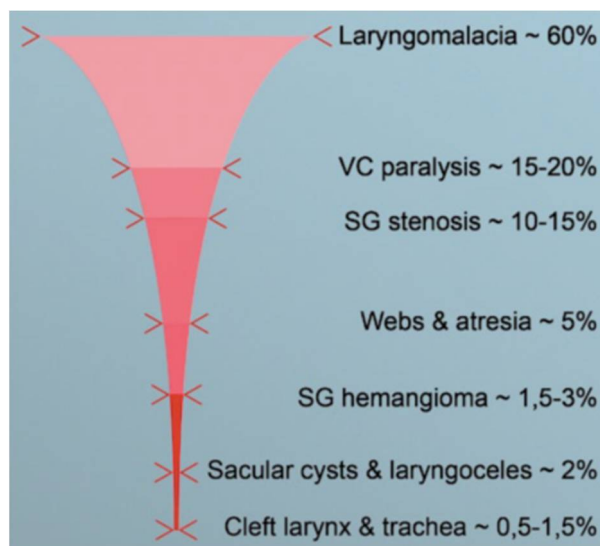


Tableau 6 : Prévalence des anomalies laryngées congénitales. [21]

Les anomalies acquises du larynx sont dominées par les sténoses laryngotrachéales, dont 86% sont liées à l'intubation endotrachéale [22].

D'autres causes moins fréquentes sont possibles, telles que les complications iatrogènes des interventions endoscopiques, les tumeurs bénignes, les traumatismes externes, les lésions caustiques ou thermiques... [24]

Le chapitre suivant résume les principales caractéristiques des anomalies des voies aériennes congénitales et acquises. Il aborde également les principes de leur prise en charge.

II. Anomalies congénitales du larynx.

1. Étage sus-glottique.

1.1. Laryngomalacie

La laryngomalacie est la cause la plus fréquente du stridor congénital chez les nourrissons et les nouveau-nés [25,26]

Le terme laryngomalacie signifie littéralement « larynx mou ». Il correspond à une aspiration de la glotte, ou d'une partie de celle-ci, à chaque inspiration, générant un stridor inspiratoire.

La laryngomalacie est une maladie énigmatique, d'étiologie inconnue. Actuellement, L'hypothèse la plus dominante reste la théorie neurologique.

Celle-ci accuse un retard de maturation des cartilages laryngés.

Bien que cette immaturité soit considérée comme un facteur contributif, elle n'a jamais été prouvée histologiquement [27].

1.1.1. Clinique.

Le stridor inspiratoire correspond au signe pathognomonique de la Laryngomalacie. Il s'aggrave avec l'alimentation, les pleurs, l'agitation et le décubitus dorsal [28].

Le stridor survient au cours des deux premières semaines de vie, s'aggrave sur plusieurs mois et culmine entre 6 et 8 mois de vie.

La majorité des laryngomalacies sont bénignes et se résolvent spontanément entre 12 et 24 mois. [29]

Dans 80 à 90% des cas, les LM sont bénignes et caractérisées par un stridor isolé ou intermittent, sans dyspnée, ni troubles de déglutition, ni retentissement sur la croissance staturo-pondérale [33]. Dans 10 à 20% des cas, elles sont sévères et présentent des signes de gravité nécessitant un traitement chirurgical par supraglottoplastie. [33,31]

Mise en évidence des signes de gravité :

- Un retard de croissance staturo-pondérale.
- Une dyspnée avec tirage permanent et important.
- Une détresse respiratoire.
- Un syndrome d'apnée obstructive du sommeil.
- Difficulté d'alimentation et épisodes d'inhalation.

Les signes associés les plus courants sont liés à l'alimentation. Ils comprennent :

- Les tétées lentes
- La régurgitation
- Les vomissements
- La toux
- L'inhalation
- L'étouffement.

L'inhalation est due à l'incapacité des nourrissons, à coordonner entre la respiration et la succion-déglutition. [29]

80% des patients avec laryngomalacie présentent un reflux gastro-œsophagien (RGO) associé [30].

1.1.2. Paraclinique.

1.1.2.1. Nasofibroscopie laryngée.

La nasofibroscopie laryngée permet la confirmation diagnostique des laryngomalacies bénignes. Elle met en évidence :

- L'effondrement et l'obstruction du tissu sus-glottique pendant l'inspiration.
- La distance ary-épiglottique réduite.

1.1.2.2. Laryngoscopie directe, sous anesthésie générale.

La laryngoscopie directe permet d'exclure d'autres anomalies des voies respiratoires pouvant présenter des similitudes avec les symptômes de la laryngomalacie. A titre d'exemple, la paralysie des cordes vocales, les sténoses sous-glottiques et l'hémangiome sous-glottique.

Différentes classifications des laryngomalacies ont été proposées.

La classification de Holinger 1989 classe les LM en 5 types. Elle se base sur la laryngoscopie directe [157].

Les trois principaux types de laryngomalacie sont identifiés comme suit :

- **Type I** : Bascule antérieure des aryténoïdes et des corniculés.
- **Type II** : Épiglotte tubulaire enroulée sur elle-même, souvent associée au type I.
- **Type III** : Collapsus antérieur et médial des aryténoïdes
- **Type IV** : Bascule postérieure de l'épiglotte.
- **Type V** : Replis ary-épiglottiques courts.

1.1.2.3. Œsophagoscopie

Elle permet de détecter les signes d'œsophagite par RGO.

1.1.3. Principes de prise en charge.

1.1.3.1. Moyens

a. Mesures hygiéno-diététiques.

Elles consistent en un épaissement du lait, une position inclinée pendant et après le repas ainsi qu'une surélévation de la tête du lit.

b. Traitement médical.

Il repose sur les inhibiteurs de pompe à proton (IPP). Ils sont systématiques en cas de signes digestifs ou d'aspect endoscopique de RGO.

Posologie : 1-2 mg/kg/ jour jusqu'à la résolution des symptômes [33]

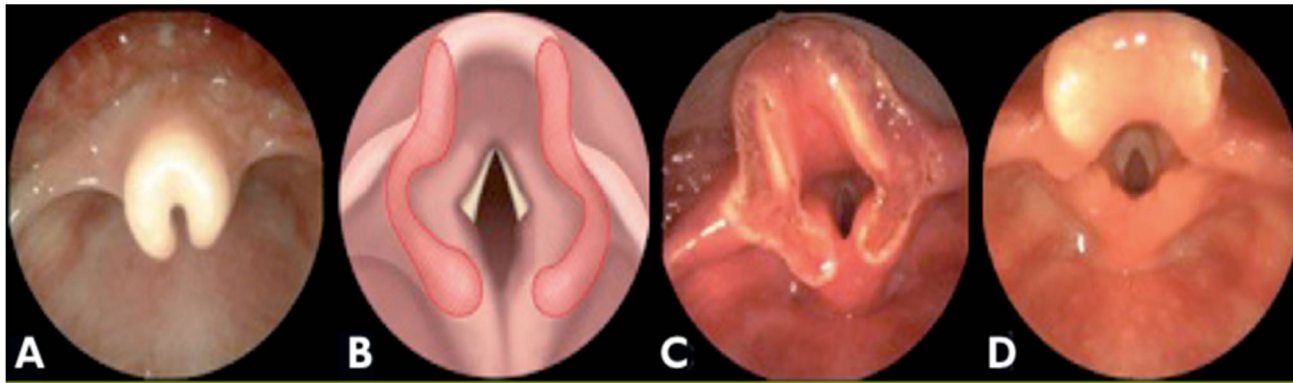
c. Traitement chirurgical

La supraglottoplastie consiste en un traitement chirurgical endoscopique, qui vise à réduire l'excès de tissus au niveau des structures sus-glottiques à l'origine du prolapsus des plis ary-épiglottiques lors de l'inspiration (section des plis aryépiglottiques)

Techniques utilisées : Laser CO2 ou diode, micro-instruments froids (microciseaux) ou des microdébrideurs. **(Figure 28 et 29)**

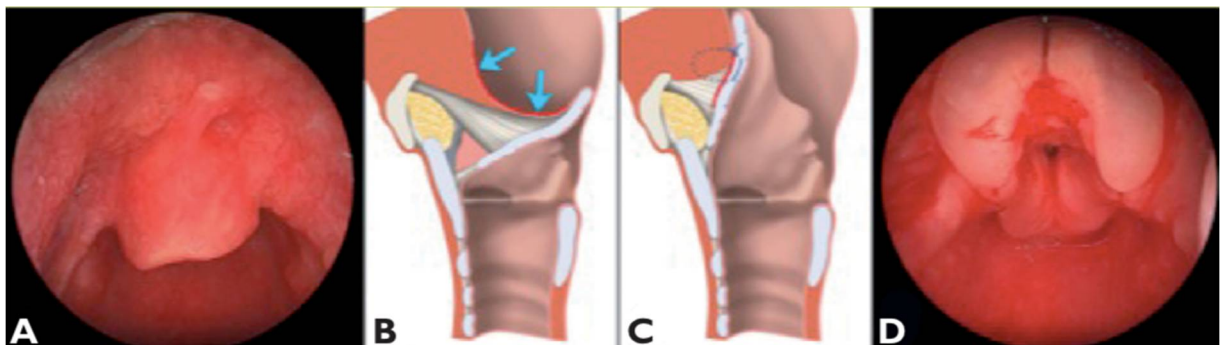
1.1.3.2. Indications.

- **LM bénins** : repose sur contrôle clinique (et endoscopique) régulier, jusqu'à la fin de la phase d'aggravation [33].
- **LM sévères** : repose sur la supraglottoplastie. [33]



➤ **Figure 28** : Supraglottoplastie pour la laryngomalacie de type II. [33,34]

- **(A) Photo préopératoire** : épiglotte tubulisée.
- **(B) Schéma supraglottoplastie type II** : vaporisation au laser CO2 des bords latéraux de l'épiglotte et résection des replis aryépiglottiques courts.
- **(C) Photo peropératoire** après vaporisation des bords latéraux de l'épiglotte et résection des replis aryépiglottiques courts.
- **(D) Photo 3 mois postopératoire** : orifice laryngé ouvert.



➤ **Figure 29** : Supraglottoplastie pour la laryngomalacie de type III. [33,34]

- **(A) Photo préopératoire** : bascule postérieure de l'épiglotte obstruant l'orifice laryngé.
- **(B) Schéma supraglottoplastie type III** : plaie créée au laser au niveau de la base de la langue et de l'épiglotte (flèche bleue).
- **(C) Schéma supraglottoplastie type III** : confection d'une épiglottopexie avec point de suture entre l'épiglotte et la base de la langue.
- **(D) Photo postopératoire** : l'épiglotte adhère à la base de la langue, permettant un meilleur accès à l'orifice laryngé.

1.1.3.3. Suites opératoires.

- Extubation des enfants et surveillance aux soins intensifs de pédiatrie pendant une nuit.
- Corticothérapie systémique administrée en peropératoire et maintenue en fonction de la clinique.
- Si épiglottopexie, antibiothérapie pendant cinq jours. [29,33,34]

1.1.3.4. Résultats de la supraglottoplastie.

- Le taux de succès de la supraglottoplastie varie entre 69 et 94%. [35,36]
- Si le RGO était présent avant la chirurgie, la supraglottoplastie permet de le diminuer. [38]
- Les risques d'échec de la supraglottoplastie sont plus élevés en cas de comorbidités associées [33]. La prématurité semble être un facteur de risque de mauvais pronostic. [39]
- Une trachéotomie est nécessaire dans 1 à 3% des cas. Elle est plutôt liée aux comorbidités et non à l'échec de la procédure chirurgicale. [33]
- Les complications sont rares. Elles comprennent l'œdème laryngé, la formation de granulome et les sténoses supra- glottiques.

Les sténoses peuvent être évitées en limitant la résection muqueuse. [40]

1.2. Laryngocèles et kystes laryngés.

Un kyste laryngé se définit par la présence d'une ou de plusieurs structures délimitées par un épithélium, contenant de l'air ou bien des sécrétions muqueuses, communiquant ou non avec la lumière laryngée [46].

Le volume des kystes laryngés est variable. Parfois, il peut dépasser 2cm et entraîner une détresse respiratoire par obstruction dans les localisations vestibulaires ou bien entraîner un stridor évocateur de la laryngomalacie, dans les localisations antérieures.

Souvent, Les symptômes débutent à la naissance ou durant les premiers jours de vie et s'aggravent progressivement [19].

La classification de DeSanto prend en considération le site, la taille du kyste, son contenu et ses rapports avec la muqueuse [48].

Trois types de kystes ont une composante congénitale :

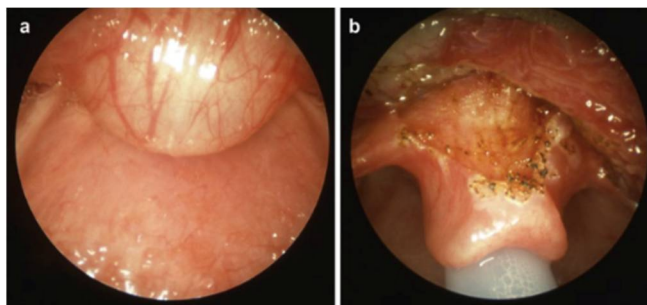
- Les kystes canaux ou valléculaires
- Les kystes sacculaires ou ventriculaires.
- Les laryngocèles.

➔ Kystes valléculaires.

L'obstruction du canal d'une glande muqueuse par la rétention du mucus conduit à la formation d'un kyste de rétention, appelé kyste valléculaire.

Ce dernier se situe au niveau de la sus-glote ou de la région pharyngolaryngée (vallécule). Il représente la forme kystique la plus fréquente de la région pharyngolaryngée.

Selon leur importance, ces kystes peuvent provoquer une obstruction des voies aériennes supérieures [47]. **(Figure 30)**



(a) Vue préopératoire : le kyste provoque un prolapsus postérieur de l'épiglotte dans l'entrée laryngée.

(b) Vue postopératoire : après résection endoscopique au laser CO2, l'épiglotte reprend sa position normale.

Figure 30 : Vue endoscopique d'un kyste canalaire. [47]

➔ **Kystes ventriculaires ou supra-glottiques.**

Les kystes ventriculaires sont des lésions congénitales rares du larynx (1.5%). Ils se situent au niveau du saccule laryngé (plan sus-glottique) et peuvent se révéler à la période néonatale ou plus tard dans la vie [46,47,48].

Ils correspondent à une dilatation kystique du ventricule, par absence de communication avec la lumière laryngée (**Figure 31**).

En raison de la nature unilatérale de la lésion, le stridor inspiratoire avec détresse respiratoire est légèrement dépendant de la position. Les symptômes s'aggravent avec l'agitation. Le cri du nourrisson est souvent anormal et généralement étouffé [47,49].

Il existe deux types de kystes ventriculaires : antérieur et latéral (**Figure 32**) [46,47,48].

- **Le kyste ventriculaire antérieur** est localisé à proximité de l'ostium du saccule. Il se manifeste par un kyste du ventricule.
- **Le kyste ventriculaire latéral** est le plus fréquent chez la population pédiatrique. Il se manifeste par une plénitude de la bande ventriculaire.

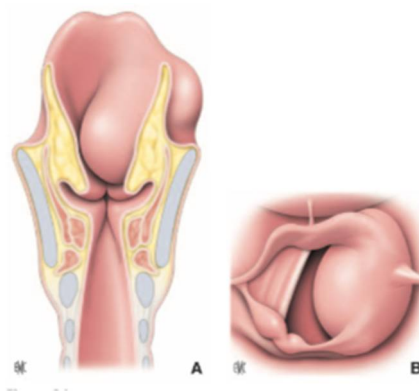


Figure 31 : Schémas montrant une vue frontale et une vue endoscopique du kyste ventriculaire. [46]

(A) Coupe frontale du larynx mettant en évidence le développement d'un kyste ventriculaire

(B) Aspect laryngoscopique du kyste ventriculaire

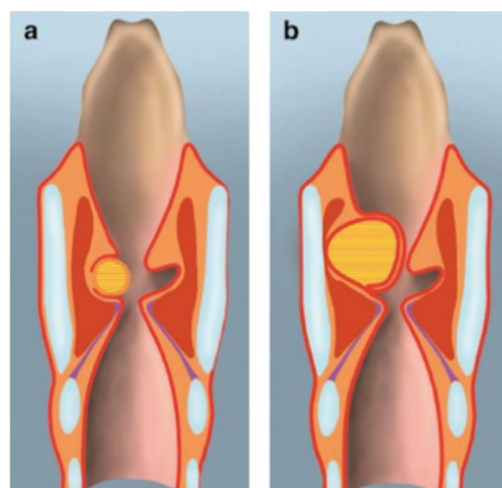


Figure 32 : Coupes frontales mettant en évidence les situations latérale et antérieure du kyste ventriculaire. [47]

(a) Le kyste ventriculaire antérieur se caractérise par une masse sous-muqueuse de la fausse corde vocale faisant saillie à travers l'ouverture antérieure du ventricule.

(b) Le kyste ventriculaire latéral caractérise par une Plénitude de la bande ventriculaire s'étendant postéro-supérieurement dans le pharynx, sous la muqueuse du pli ary-épiglottique.

➔ LARYNGOCÈLES.

Le laryngocèle correspond à la communication entre la lumière laryngée et le ventricule laryngé dilaté et rempli d'air.

Chez le nouveau-né, le laryngocèle est par définition une anomalie congénitale.

Il s'agit d'une dilatation extrêmement rare chez les nouveau-nés. Elle survient habituellement chez les enfants et les adolescents qui pratiquent un instrument à vent.

Les trois formes de laryngocèles décrites sont : **(Figure 33)** [46,47]

- **Laryngocèle interne** : Le kyste reste confiné dans l'endolarynx.
- **Laryngocèle externe** : Le kyste fait hernie à travers la membrane thyroïdienne.
- **Laryngocèle mixte** : Quand les deux formes communiquent par un isthme à travers la membrane thyro-hyoïdienne.

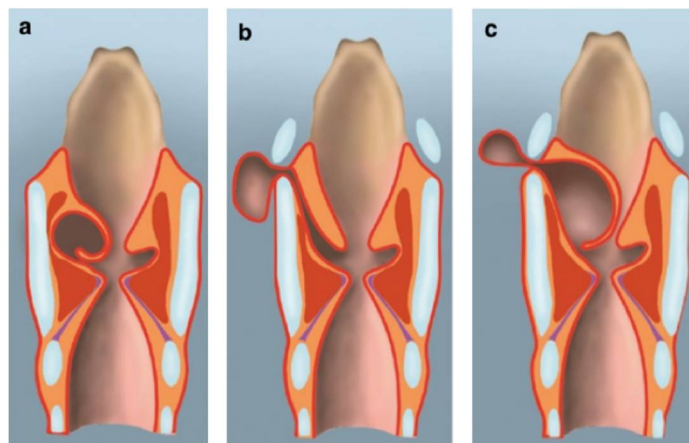


Figure 33 : Coupes frontales mettant en évidence les types de laryngocèles. [47]

(a) Laryngocèle interne. **(b)** Laryngocèle externe. **(c)** Laryngocèle mixte.

1.2.1. Clinique.

La symptomatologie est dominée par un cri étouffé, associé à un stridor inspiratoire, présent dès la naissance. Il dépend de la position et s'exacerbe pendant l'agitation.

Selon l'importance du kyste laryngé, le stridor peut s'aggraver en détresse respiratoire.

1.2.2. Paraclinique.

- **La Radiologie du larynx, de profil :** habituellement évocatrice.
- **L'endoscopie laryngée :**
 - Elle permet de poser le diagnostic et d'établir une classification.
 - Elle met en évidence une paroi muqueuse, jaunâtre, quasiment translucide.
- **L'Échographie cervicale :** complète l'examen endoscopique.
 - Elle renseigne sur la localisation et la nature du kyste.
 - Elle permet de préciser le siège de la glande thyroïde, avant tout geste d'exérèse.

NB : Le principal diagnostic différentiel du kyste valléculaire est la thyroïde linguale ectopique dont l'aspect est hémorragique, solide et parfois kystique.

- **Bilan d'extension : La TDM cervicale :**
 - Elle permet de préciser les rapports anatomiques, de rechercher une atteinte bilatérale et d'éliminer une malformation vasculaire de type angiome.
 - L'injection du produit de contraste n'est utile que dans le cas d'épisode infectieux où le tissu inflammatoire prend le contraste. [46,47]

1.2.3. Principes de prise en charge.

Les kystes doivent être complètement retirés au Laser CO2 car la simple marsupialisation s'est avérée inefficace avec un risque considérable de récurrence.

L'approche cervicale antérolatérale n'est indiquée que dans le cas du laryngocèle externe. Cependant, certains auteurs recommandent également l'approche externe pour les kystes ventriculaire récurrents. [47]

2. Étage glottique.

2.1. Paralysie des cordes vocales

La paralysie des cordes vocales correspond à un défaut de mobilité des muscles commandant les cordes vocales.

Dans la population pédiatrique, la prévalence des paralysies des cordes vocales est de 15 à 20%. Elle constitue la deuxième anomalie laryngée congénitale la plus courante, après la laryngomalacie [41].

2.1.1. Clinique.

Que la paralysie soit uni- ou bilatérale, chez l'enfant, les symptômes les plus fréquents sont le stridor et la dysphonie. Ils doivent d'emblée attirer l'attention et faire évoquer le diagnostic.

Contrairement aux LM, la paralysie des cordes vocales se distingue par un cri clair et un stridor, le plus souvent, bien toléré.

2.1.1.1. Paralysie unilatérale des cordes vocales.

Les paralysies unilatérales des cordes vocales sont moins fréquentes chez les nouveau-nés que les paralysies bilatérales.

Elles se caractérisent par un stridor inspiratoire. Qui dépend de la position, une dysphonie, un cri rauque ainsi qu'un risque d'inhalation. [41, 158]

Chez les nouveau-nés, la paralysie unilatérale résulte principalement soit d'une lésion du système nerveux périphérique, survenue lors d'un accouchement difficile, soit être secondaire à des lésions chirurgicales iatrogènes du nerf vague ou bien du nerf laryngé récurrent (RLN). [41]

2.1.1.2. Paralyse bilatérale des cordes vocales.

❖ Paralysies bilatérales, en fermeture :

Elles sont les plus fréquentes et se caractérisent par un stridor inspiratoire aigu avec un cri quasi-normale. Des signes de détresse respiratoire avec signes de lutte sont présents lors de l'exacerbation de la sollicitation des voies respiratoires. [158]

❖ Paralysies bilatérales, en ouverture :

Elles sont beaucoup moins fréquentes et sont généralement associées à des causes neurologiques, traumatiques et idiopathiques. [41]

Le principal problème est celui des fausses routes, à l'origine de pneumopathies à répétitions et dont l'évolution peut mettre en jeu le pronostic vital. [158]

2.1.2. Paraclinique.

2.1.2.1. Nasofibroscopie laryngée.

Elle est incluse l'examen clinique et permet de poser le diagnostic des paralysies des cordes vocales.

2.1.2.2. Laryngoscopie directe et bronchoscopie.

Elles sont essentielles pour évaluer l'ensemble des voies aériennes supérieures et permettent de confirmer le diagnostic, à défaut de pouvoir réaliser la nasofibroscopie laryngée.

L'endoscopie sous anesthésie générale, idéalement en ventilation spontanée, vise à :

- Évaluer la mobilité des cordes vocales.
- Différencier entre la paralysie des cordes vocales bilatérales et la sténose glottique postérieure.
- Rechercher les lésions associées de la partie supérieure des voies aériennes.

2.1.2.3. Broncho-œsophagoscopie.

Elle permet d'exclure les maladies associées des voies respiratoires supérieures : laryngomalacie, trachéomalacie, sténose sous-glottique...

NB : L'anesthésie sous respiration spontanée doit être titrée de manière à assurer une sédation adéquate, sans supprimer l'abduction active des cordes vocales lors de l'inspiration. [41]

2.1.3. Principes de prise en charge.

Le traitement doit prendre en compte deux notions importantes. [159]

- La possibilité d'une récupération spontanée de la mobilité laryngée.
- Les conséquences de la chirurgie sur la croissance laryngée. (*Plusieurs études ont été réalisées sur l'animal, Aucune n'a prouvé d'effet délétère d'une telle chirurgie laryngée sur la croissance*).[159]

2.1.3.1. Paralyse unilatérale des cordes vocales.

Dans la majorité des cas, il n'y a pas de traitement nécessaire.

Quelques cas demeurent non diagnostiqués car une amélioration naturelle de la voix se produit au fil du temps, en dépit de la persistance de l'immobilité des cordes vocales. [41]

❖ Les Paralysies bilatérales, en ouverture :

- Épaississement des biberons ou mise en place d'une sonde d'alimentation entérale en attendant l'amélioration spontanée.
- La rééducation de la déglutition peut être pratiquée, si l'âge de l'enfant le permet.
- L'éducation orthophonique est envisageable chez les grands enfants. Elle permet de favoriser l'affrontement de l'hémi-larynx sain. [158]
- La médialisation des cordes vocales :
 - Elle consiste à déplacer la corde vocale vers la ligne médiale par l'insertion d'un matériel de médialisation.
 - L'opération se fait sous anesthésie locale ce qui permet d'ajuster la position du matériel selon la voix du patient.

- Elle Doit être réservée aux enfants plus âgés et aux adolescents après échec de l'orthophonie dans le traitement de la dysphonie.
- **La ré-innervation** : elle a rarement été efficace.
- ❖ **Paralysies unilatérales, en fermeture :**
 - **La trachéotomie** :
 - Elle permet de contourner l'obstruction causée par les cordes paralysées.
 - Elle est rarement nécessaire dans la paralysie des cordes vocales unilatérales.
 - Elle est indiquée dans environ 8% des cas, face à une dyspnée ou une inhalation persistante et intraitable.

2.1.3.2. Paralyse bilatérale des cordes vocales.

Dans les paralysies bilatérales, la perméabilité des voies respiratoires doit être rétablie. Contrairement aux paralysies unilatérales, la trachéotomie est nécessaire pour sécuriser les voies respiratoires chez environ 50% des patients atteints de paralysie bilatérale. Elle est réalisée à titre définitif ou transitoire. Les indications de stabilisation des voies respiratoires comprennent un retard de croissance, des périodes d'apnée ou des attaques cyanotiques. [41]

❖ **Paralysies bilatérales, en ouverture :**

L'épaississement des biberons et le traitement du RGO ne sont pas toujours efficaces. **La trachéotomie**, avec mise en place d'une canule à ballonnet permet de sécuriser les voies respiratoires de l'enfant sans affecter ni les cordes vocales ni le potentiel d'une bonne voix. [158]

❖ **Paralysies bilatérales, en fermeture :**

L'objectif est de restituer une filière respiratoire correcte sans dégrader la voix ni causer des fausses-voies préexistantes.

Les options thérapeutiques sont :

- **Une abstention et une surveillance** peuvent être proposées si la dyspnée est peu sévère.
- Une **intubation** peut être réalisée. L'extubation se fait au bloc opératoire après une quinzaine de jours. [158]
- **L'injection de la toxine botulique :**

L'injection dans les muscles crico-thyroïdiens et les muscles sous-hyoïdiens semble permettre d'obtenir un élargissement de la fente glottique, en attendant la récupération spontanée. Elle évite ainsi la trachéotomie. [160,158]

➤ **Une aryténoïdectomie avec latéralisation de la vraie corde vocale :**

Cette technique permet l'ouverture de la glotte et le passage de l'air. Malheureusement, elle peut affecter la qualité de la voix.

➤ **La cordectomie laser postérieure :**

Cette technique permet d'ouvrir la partie postérieure de la glotte et doit être préférée à l'aryténoïdectomie par voie endoscopique ou externe.

L'ouverture au laser de la partie postérieure de l'espace aérien glottique élimine habituellement la nécessité d'une trachéotomie à long terme, tout en préservant une qualité de voix acceptable.

2.2. Palmures et atrésies laryngées.

Les palmures et atrésies laryngées sont des malformations congénitales rares du larynx. Elles siègent au niveau de la glotte, avec une composante sous-glottique possible.

La gravité de cette malformation va de la forme mineure à la forme majeure, en passant par toutes les formes intermédiaires.

- **Forme mineure** : Palmure laryngée antérieure. Celle-ci est responsable d'une dysphonie néonatale, sans dyspnée.
- **Forme majeure** : Atrésie laryngée, avec détresse respiratoire néonatale immédiate, engageant le pronostic vital. [19]

Les palmures laryngées partagent la même pathogénèse que les sténoses sous-glottiques congénitales. Toutes les deux résultent de l'échec de recanalisation du larynx primitif, entre huit et dix semaines de gestation.

Cette similitude justifie l'association fréquente de ces deux pathologies.

Pour le cas où le processus de recanalisation est interrompu à un stade précoce de l'embryogenèse, une atrésie laryngée s'en suivrait. [50]

Les palmures et les atrésies laryngées sont le plus souvent isolées. Cependant, elles peuvent s'associer à des syndromes malformatifs, en particulier les micro-délétions du chromosome 22 (22q11) desquels découlent les syndromes Vélocardiofacial et de DiGeorge. [54]

Les anomalies cardiaques sont courantes chez les patients atteints de délétion du chromosome 22q11. Elles comprennent des anomalies du septum auriculaire, des anomalies du septum ventriculaire, des anomalies de l'arc aortique et des anneaux vasculaires. [55]

Selon une étude réalisée sur 17 patients présentant une palmure glottique antérieure, 65% présentaient une délétion du chromosome 22q11 et ont été diagnostiqués avec un syndrome Vélocardiofacial. [56]

Par conséquent, La découverte de palmure laryngée devrait inciter à rechercher d'autres anomalies congénitales, y compris les anomalies cardiovasculaires et chromosomiques.

2.2.1. Clinique.

La palmure laryngée doit être suspectée, à la naissance, devant tout stridor, cri faible ou dysphonie, dont l'importance est directement proportionnelle à l'aggravation de la palmure.

Des épisodes cyanotiques, une aphonie ou une dysphagie peuvent être observées dans les cas les plus graves. [57]

Dans le cas d'atrésie laryngée, un syndrome d'obstruction des voies respiratoire supérieure peut être observé.

Ce syndrome est caractérisé par :

- Une hypertrophie des poumons remplis de liquide
- Des voies respiratoires distales dilatées
- Des polyhydramnios
- Une ascite fœtale à l'échographie prénatale et/ou à l'IRM est un indicateur d'atrésie laryngée. [58]

Les atrésies laryngées engagent le pronostic vital, immédiatement après la naissance. Elles nécessitent une prise en charge urgente.

2.2.2. Paraclinique

2.2.2.1. Nasofibroscopie laryngée

La nasofibroscopie permet une évaluation initiale des palmures et atrésies laryngées.

2.2.2.2. Laryngoscopie directe

Sous anesthésie générale, la laryngoscopie directe permet de confirmer le diagnostic en évaluant avec précision le degré d'extension sous-glottique de la palmure, ainsi que la taille de la lumière sous-glottique résiduelle.

Cohen a établi en 1985 une classification qui permet la description des palmures et des atrésies laryngées. Celle-ci établie une corrélation entre le degré de sténose et les symptômes cliniques. [50,59] (**Figure 34**)

Type I :

- La palmure glottique antérieure prend moins que 35% de la glotte.
- Son aspect est translucide et ne présente pas d'extension sous-glottique.
- Le patient présente une dysphonie sans aucun signe de dyspnée.

Type II :

- La palmure glottique antérieure prend entre 35% et 50% de la glotte.
- Son aspect est quelque peu épais, avec une extension sous-glottique antérieure.
- Le cri du patient est généralement faible, avec des signes respiratoires obstructifs légers possibles.

Type III :

- La palmure glottique prend entre 50% et 75% de la glotte, avec une extension sous-glottique.
- L'aphonie quasi-totale est associée à des signes respiratoires obstructifs modérés.

Type IV :

- La palmure glottique prend entre 75% et 90% de la glotte, avec une extension cartilagineuse sous-glottique.
- Les cordes vocales apparaissent fusionnées et sont difficilement individualisables
- Le patient est aphonique et dyspnéique. Par conséquent, il nécessite une réanimation, voire une trachéotomie en urgence.
- Des anomalies du cartilage cricoïde ou des anomalies laryngotrachéales peuvent s'associer aux palmures laryngées et réaliser le tableau d'atrésie laryngée.

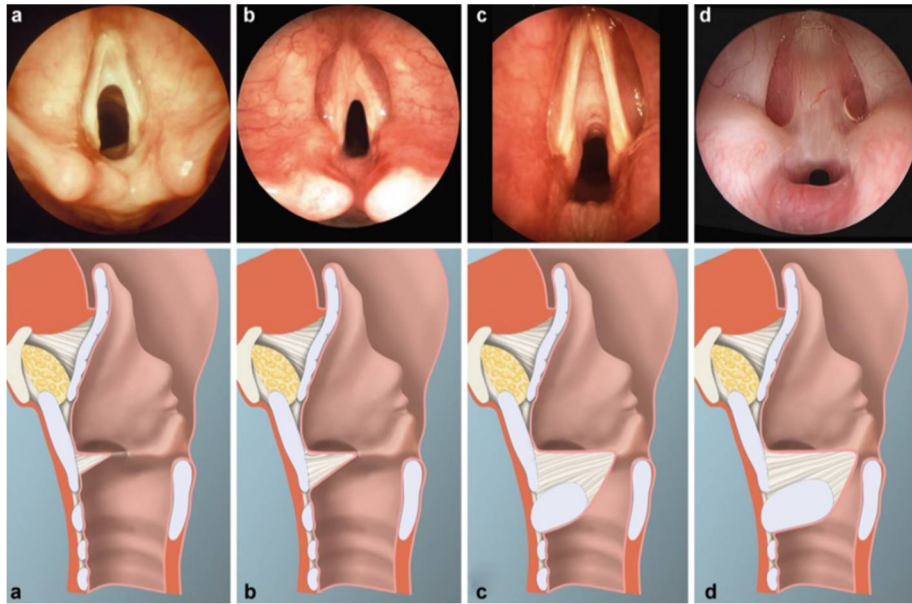


Figure 34 : Classification de Cohen des palmures glottiques :

Vues endoscopiques et coupes sagittales du larynx. [50]

(a) Type I :

La sténose occupe moins de 35% de la longueur glottique.

Pas d'extension sous-glottique.

(b) Type II :

La sténose occupe entre 35% et 50% de la longueur glottique.

Extension sous-glottique minimale.

(c) Type III :

La sténose occupe entre 50% et 75% de la longueur glottique.

Extension sous-glottique antérieure importante +/- composante cartilagineuse.

(d) Type IV :

La sténose occupe entre 75% et 90% de la longueur glottique.

Extension sous-glottique sévère avec composante cartilagineuse

2.2.2.3. Radiologie du larynx (Figure 35)

La radiologie du larynx peut être intéressante lorsque l'extension sous-glottique est suspectée ou bien s'il existe une suspicion de sténose sous-glottique associée.

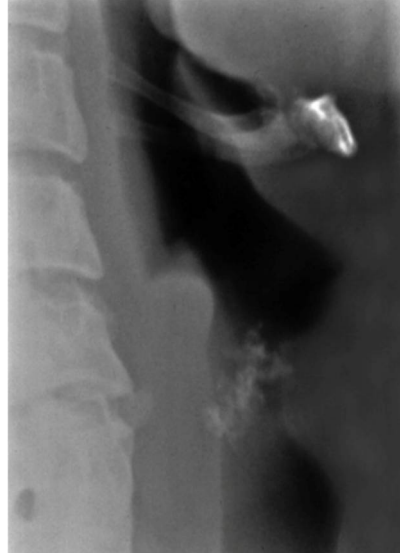


Figure 35 : Radiographie du larynx de profil.

Palmure glottique congénitale avec extension sous-glottique.

2.2.2.4. Bilan d'extension

➤ **La tomodensitométrie (TDM) cervicale.**

La TDM a un intérêt dans les sténoses sous-glottiques sévères, liées à la palmure où l'inspection par laryngoscopie directe ne fournit pas d'informations suffisantes.

Elle renseigne sur la longueur de l'extension sous-glottique, particulièrement [50]

➤ **Consultation génétique + Bilan cardiovasculaire.**

Il est recommandé que les patients diagnostiqués avec une palmure glottique antérieure fassent un dépistage génétique pour la suppression de 22q11 ainsi qu'un bilan cardio-vasculaire.

2.2.3. Principes de prise en charge.

La prise en charge des palmures et des atrésies laryngées se fait selon la classification Cohen 1985.

Type I :

Les palmures antérieures des cordes vocales, avec une répercussion respiratoire minime, ne nécessitent pas de traitement immédiat. La prise en charge endoscopique peut être différée jusqu'à l'âge préscolaire. [50]

Le traitement endoscopique repose sur la section de la palmure aux instruments froids ou au Laser CO2. Ce geste apporte une amélioration immédiate et définitive de la voix, lorsque la palmure se limite à l'étage glottique. Il est indispensable de rechercher et de traiter un reflux gastro-œsophagien pouvant favoriser la constitution des synéchies post-opératoires [19].

Type II :

La palmure de type II n'est pas suffisamment étendue pour compromettre cliniquement les voies aériennes.

Une réparation tardive est préférable. À l'âge de 4 ans, la correction chirurgicale est plus facile, car les dimensions du larynx sont plus grandes. [50]

La palmure de type II est généralement trop épaisse pour être traitée efficacement par voie endoscopique. Par conséquent, le type II nécessite une laryngofissure avec interposition antérieure du greffon cartilagineux. [19]

Concernant la perméabilité laryngotrachéale, cette technique donne des résultats satisfaisants. Par contre la qualité de la voix, les résultats demeurent insuffisants à cause de la constitution de synéchies au niveau antérieur des cordes vocales. [60]

Type III :

Si une trachéotomie est indispensable pour conserver le pronostic vital, une intervention chirurgicale endoscopique ou à ciel ouvert devrait être réalisée au cours des deux premières années de vie.

Le choix de la technique chirurgicale dépend essentiellement du degré de l'extension sous-glottique.

Dans les rares cas où les palmures de type III sont complètement membraneuses, sans extension sous-glottique, le même traitement que le type II sera appliqué.

Les palmures de type III présentent fréquemment une atteinte sous-glottique épaisse, nécessitant une prise en charge par une chirurgie à ciel ouvert.

La reconstruction laryngotrachéale, avec greffe du cartilage costal et mise en place d'un stent laryngé, est indispensable pour restaurer une commissure laryngée antérieure satisfaisante ainsi qu'une réépithélialisation des cordes vocales. [50]

Type IV :

Les palmures de type IV sont sévères et similaires aux atrésies laryngées. Elles sont toujours associées à une sténose sous-glottique cartilagineuse.

Le premier geste d'urgence consiste en la réalisation d'une trachéotomie à la naissance.

Cette situation requiert une intervention chirurgicale à ciel ouvert.

Deux techniques sont possibles :

- **La reconstruction laryngotrachéale (LTR)** avec des greffes de cartilage costal.
- **La résection cricotrachéale partielle étendue (PCTR) :** Elle permet de restaurer entièrement une voie respiratoire tapissée de muqueuse. **(Figure 36)**

Le stenting est indispensable pour minimiser l'émoussement de la commissure laryngée antérieure et faciliter la réépithélisation de la surface inférieure des deux cordes vocales. [50]

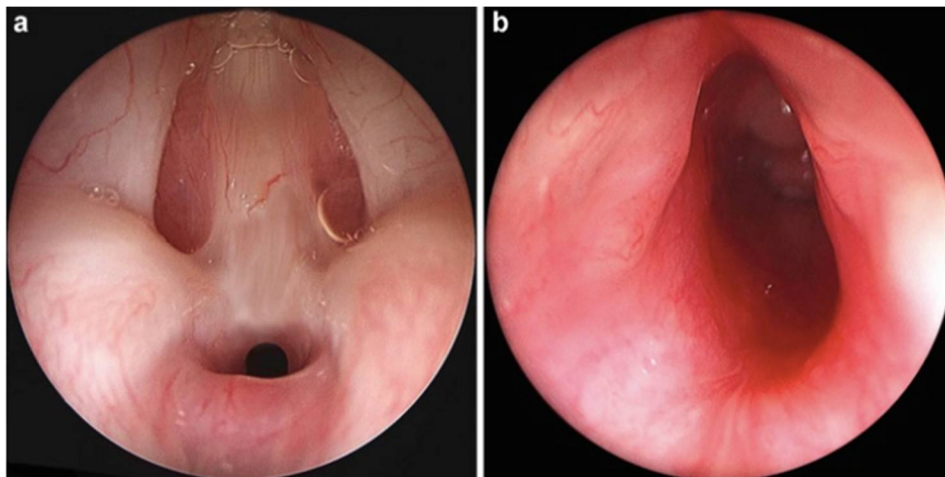


Figure 36 : Vues endoscopiques du larynx d'un enfant de 5 mois présentant un syndrome Vélocardiofacial. [50]

(a) Palmure de type IV associée à une sténose sous-glottique cartilagineuse congénitale de grade III.

(b) Résultat à 3 mois après une résection cricotrachéale partielle étendue et à 2 semaines après le retrait du stent laryngotrachéal : Voie respiratoire glotto-sous-glottique avec commissure antérieure nette.

3. Étage sous-glottique.

3.1. Sténoses sous-glottiques congénitales

La sténose sous-glottique congénitale (SSG-C) correspond à la troisième anomalie congénitale la plus courante du larynx après la laryngomalacie et la paralysie des cordes vocales. Elle représente aussi l'anomalie laryngée la plus fréquente nécessitant une trachéostomie chez l'enfant de moins d'un an. [42]

Elle se définit comme un diamètre sous-glottique $\leq 4,0$ mm chez un nouveau-né à terme, et $\leq 3,0$ mm chez un bébé prématuré [45].

La SSG-C résulte de l'échec de recanalisation du larynx primitif entre huit et dix semaines de gestation. Elle partage la même pathogenèse que les palmures et les atrésies laryngées. Selon le degré de cet échec, différents degrés de SSG-C peuvent survenir. [94,43,95,50]

Le caractère cartilagineux des SSG-C revêt d'un intérêt majeur lors de la prise en charge thérapeutique, car les techniques chirurgicales endoscopiques (résection au laser, dilatation) seront inefficaces à cause de la formation d'un tissu de granulation, avec une sténose ultérieure inévitable. [94]

Une minorité est uniquement de nature membraneuse uniquement.

Dans certains cas, les SSG-C sont associées à une déformation du cartilage cricoïde. **(Figure 37)** [94,43]

Le cricoïde elliptique est la forme anormale la plus fréquemment observée dans les SSG-C. **(Figure 38)**

Une trachéotomie d'urgence est nécessaire dans le cas d'un cartilage cricoïde elliptique car il ne peut pas accueillir un ETT de forme ronde.

Si le patient est en bonne santé et ne présente pas de comorbidités associées, une LTR ou une PCTR à un stade immédiat sans trachéotomie peut résoudre le problème, et ce, même chez le nouveau-né. [94,96,97,98]

3.1.1. Clinique. (Cf. page 144)

3.1.2. Paraclinique. (Cf. page 144)

3.1.3. Principes de prise en charge. (Cf. page 144)



Figure 37 : Cricoïde aplati avec hyperplasie des glandes sous-muqueuses et augmentation du tissu mou dans la lumière. [94]



Figure 38 : Cricoïde elliptique. [94]

3.2. Hémangiome sous-glottique

Les hémangiomes sous-glottiques (HSG) résultent d'une prolifération cellulaire de l'endothélium capillaire. Ce sont de rares tumeurs vasculaires bénignes des voies aériennes qui représentent 1.5% de toutes les anomalies laryngées congénitales. [61,52]

3.2.1. Clinique.

Les manifestations cliniques de l'HSG dépendent de son stade évolutif.

L'évolution clinique de l'HSG est stéréotypée. Elle présente 3 phases :

- Phase 1 : phase de prolifération rapide ($\approx$ 3 mois).
- Phase 2 : phase de stabilisation ($\approx$ 10-12 mois).
- Phase 3 : phase de régression lente. (Plusieurs années).

Durant les premières semaines de vie, le nourrisson est asymptomatique.

Entre 2 et 4 mois, une dysphonie associée à un stridor, inspiratoire puis biphasique, apparaissent. [51]

Ces symptômes ont une évolution progressive jusqu'à l'atteinte de la phase de plateau, avant de régresser lentement pour disparaître complètement au bout de quelques années.

Durant la période d'évolution, les signes de détresse respiratoire, de difficulté d'alimentation et de retard de croissance peuvent apparaître.

Leur degré de gravité est directement proportionnel à l'importance de l'HSG.

La régression complète de HSG se produit dans 50% des cas à l'âge de 5 ans et dans 100% des cas entre 10 et 12 ans.[62]

Le diagnostic d'HSG doit être systématiquement évoqué, chez le nourrisson de moins de 6 mois, quand des épisodes de laryngite sous-glottique persistent ou récidivent après une corticothérapie. [51,52]

Près de 50% des patients atteints d'HSG présentent des hémangiomes cutanés. Mais seulement 1 à 2% des enfants ayant des hémangiomes cutanés présentent un hémangiome sous-glottique. [63]

3.2.2. Paraclinique

3.2.2.1. Radiologie cervicale.

La radiologie cervicale permet la mise en évidence un rétrécissement sous-glottique asymétrique. [51,64]

3.2.2.2. Laryngoscopie directe.

Sous anesthésie générale, la laryngoscopie directe constitue le pilier du diagnostic :

- Elle permet d'écarter la laryngomalacie et la paralysie des cordes vocales.
- Elle met en évidence : Une tuméfaction molle, lisse, rougeâtre, principalement située au niveau de la sous-glotte postéro-latérale qui s'étend crânialement à la surface inférieure des cordes vocales. **(Figure 39)**

La masse tumorale est spongieuse et compressible, ce qui favorise une intubation endotrachéale sans risque d'hémorragie majeure.

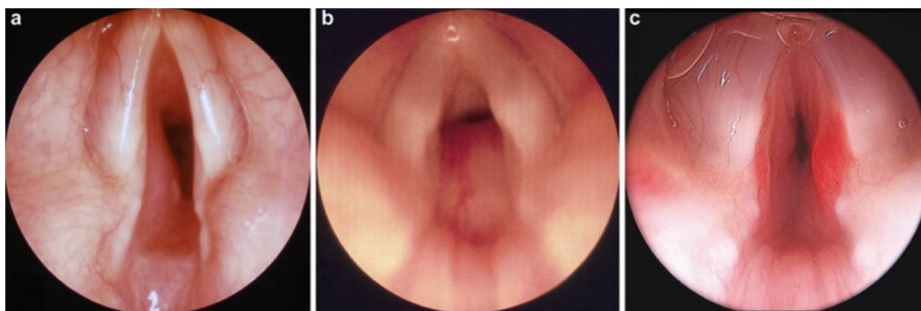


Figure 39 : Vues endoscopiques des hémangiomes sous-glottiques. [51]

(a) Hémangiome sous-glottique postéro-latéral gauche.

(b) Hémangiome sous-glottique postérieur.

(c) Hémangiome sous-glottique bilatéral.

3.2.2.3. Bilan d'extension : IRM cervicale

L'IRM cervicale permet l'identification de l'extension potentielle d'un hémangiome étendu ou résistant au traitement, dans la région paralaryngotrachéale.

3.2.3. Principes de prise en charge

3.2.3.1. Traitement conservateur

a. Surveillance clinique

La surveillance étroite à elle seule, convient aux enfants présentant des symptômes bénins ainsi qu'aux enfants âgés de plus d'un an, ayant atteint la phase de régression tumorale spontanée. [51]

b. Corticothérapie systémique

La corticothérapie systémique ne doit être utilisée comme traitement que pour une courte durée. Seulement 25% des HSG disparaissent complètement lorsque la corticothérapie est administrée seule. Le retard de croissance, l'ostéoporose, la suppression surrénalienne et le syndrome de cushing constituent des effets secondaires potentiels à long terme. [51,64,65]

c. Interféron alpha

Ce traitement a été abandonné en raison de ses effets secondaires graves, de son efficacité sous-optimale et de l'adoption d'autres modalités thérapeutiques.

d. Propranolol

Le propranolol est un bêtabloquant non cardio-sélectif, qui se fixe sur les récepteurs β_1 et β_2 et qui induit la régression des HSG. L'administration de ce traitement nécessite une évaluation minutieuse du patient ainsi qu'une hospitalisation avec surveillance étroite. Il est indispensable d'effectuer un examen clinique minutieux, en amont de l'administration du propranolol, tout en insistant particulièrement sur les appareils pulmonaire et cardio-vasculaire.

Certains antécédents sont d'une importance capitale dans l'évaluation du patient : la mauvaise alimentation, la dyspnée, la tachypnée, la diaphorèse, la respiration sifflante, le souffle cardiaque, les antécédents familiaux de bloc cardiaque ou d'arythmie...

Un ECG, une échographie cardiaque et un dosage de glycémie à jeun revêtent d'une importance capitale car ils permettent de s'assurer de l'absence de contre-indications au traitement. [161]

Les contre-indications relatives comprennent le choc cardiogénique, la bradycardie sinusale, l'hypotension, le bloc cardiaque du deuxième ou troisième degré, l'insuffisance cardiaque, l'asthme bronchique et l'hypersensibilité au chlorhydrate de propranolol.

Les premières prises se font à faible dose à raison de 3 prises par jour. L'augmentation de la posologie se fait de manière progressivement croissante.

La posologie initiale est habituellement de 0.5 mg/kg/ jour en 3 fois.

Après 48h, cette dose peut être augmentée par paliers de 1mg/kg toutes les 48h. La dose efficace se situe en général entre 2 et 3 mg/kg/jour en 3 fois. [162]

L'effet maximal du propranolol par voie orale sur la FC et la TA surviennent 1 à 3 heures après l'administration. Par conséquent, les constantes ainsi que la glycémie doivent être étroitement observées durant les premières 48h.

La tension artérielle et la fréquence cardiaque doivent être mesurées au départ, 1 et 2 heures après avoir reçu la dose initiale de propranolol, après une augmentation significative de la dose et après l'atteinte de la dose cible ait été atteinte.

Pour permettre une surveillance adéquate lors de l'initiation du traitement au propranolol, l'hospitalisation est suggérée dans la littérature pour les enfants atteints de HSG. Néanmoins, notre expérience a montré qu'elle n'était pas obligatoire.

Il est admis que le traitement ne doit pas être arrêté avant la fin de la phase de croissance de l'hémangiome, c'est-à-dire au moins l'âge d'un an. En cas d'interruption trop précoce, des phénomènes de rebonds avec réapparition de la symptomatologie ont été observés. La réintroduction du traitement permet généralement une rapide disparition des symptômes. [162]

L'arrêt doit se faire progressivement. Il est nécessaire de surveiller l'enfant et de prévenir les parents de la nécessité de consulter en cas de réapparition d'une symptomatologie respiratoire.[162]

La réponse au traitement est évaluée par des examens endoscopiques, réalisés au début du traitement, puis à intervalles réguliers. [51,53] **(Figure 40)**

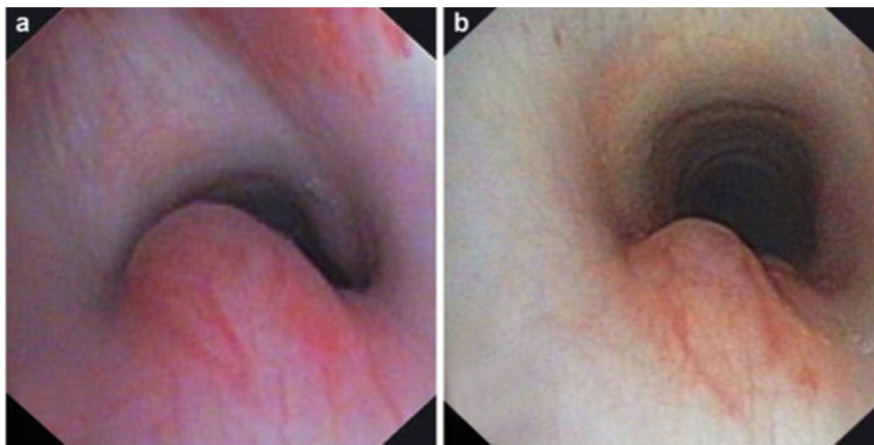


Figure 40 : Hémangiome sous-glottique postéro-latéral gauche traité au propranolol. [51]

(a) État initial : Obstruction de de 70% l'espace sous-glottique.

(b) Deux mois après le traitement au propranolol : Patient devenu asymptomatique après régression significative de l'HSG.

Malgré la grande efficacité du propranolol, il y a un risque de récurrence après une interruption précoce. Une résistance secondaire est également possible. Les patients ayant une récurrence peuvent nécessiter un traitement prolongé au propranolol qui se poursuit au moins jusqu'à la régression spontanée de l'HSG (après 18 mois) [52,53]

Pour traiter les cas résistants, une chirurgie du larynx au site tumoral est réalisée soit par voie endoscopique soit par voie externe.

En cas d'échec thérapeutique, une biopsie doit être réalisée pour obtenir la confirmation pathologique d'un diagnostic d'hémangiome infantile (IH) par coloration histochimique du GLUT-1. Parmi toutes les tumeurs vasculaires, seul l'IH est positif pour le GLUT-1. [53]

Les principaux effets secondaires rapportés sont : les hypoglycémies, les manifestations asthmatiformes allant jusqu'au bronchospasme, les épisodes de bradycardie et d'hypotension, les malaises avec pâleur, les symptômes gastro-intestinaux (douleurs, diarrhées, vomissements). [161,52,53]

Les complications non potentiellement mortelles du traitement au propranolol rapportées sont : les troubles de sommeil, la somnolence, les extrémités froides ou marbrées, la diarrhée, le reflux gastro-œsophagien.

Une hyperkaliémie grave a été rapportée comme effet secondaire compliquant le traitement au propranolol de l'IH. [53]

Il est impératif d'informer les parents sur les effets secondaires afin de pouvoir consulter en urgence lors de la survenue d'un de ces symptômes.

Par ailleurs, en cas de jeûne (avant une chirurgie, par exemple), le traitement devrait être interrompu, le temps du jeûne uniquement.

3.2.3.2. Traitement endoscopique.

a. Injection intralésionnelle des stéroïdes

Le taux de réussite des injections intra-lésionnelles des stéroïdes avoisine 75%. Elles constituent une modalité thérapeutique beaucoup plus efficace que la corticothérapie systémique. [51]

b. Résection au laser CO2

La résection au Laser CO2 convient aux tumeurs à croissance lente qui deviennent symptomatiques entre l'âge de 4 et 6 mois. **(Figure 41)** [51]

C'est un moyen thérapeutique efficace. Néanmoins, il comporte un risque important de sténoses sous-glottiques. [66]

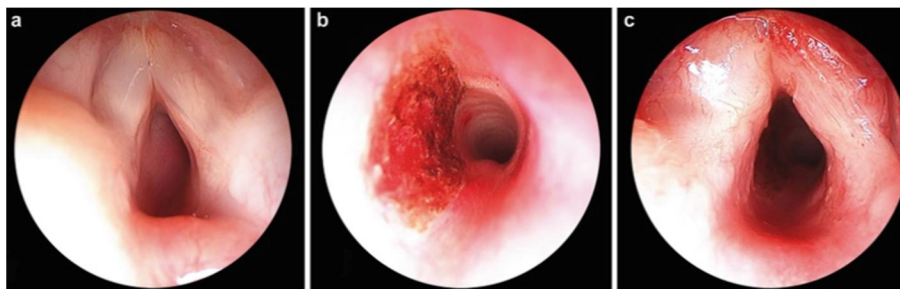


Figure 41 : Résection au laser CO2 d'un hémangiome sous-glottique gauche. [51]

(a) Hémangiome sous-glottique gauche.

(b) Vaporisation au laser CO2 avec une carbonisation minimale.

(c) Résultat postopératoire immédiat.

3.2.3.3. Chirurgie à ciel ouvert.

a. Trachéotomie

L'option de la trachéotomie reste possible, à défaut de pouvoir réaliser une technique plus sophistiquée.

La trachéotomie n'influence pas l'évolution naturelle de l'hémangiome. Cependant, elle a des conséquences considérables sur le développement de la parole. [51]

b. Excision ouverte de l'HSG

L'excision ouverte est utilisée pour l'HSG à croissance rapide en phase proliférative, lorsque la régression ne s'est pas produite à l'âge de 2 ans.

Cette technique consiste en la réalisation d'une laryngofissure médiane, suivie d'une dissection sous-muqueuse et d'une excision de l'HSG. **(Figure 42).** [66,67]

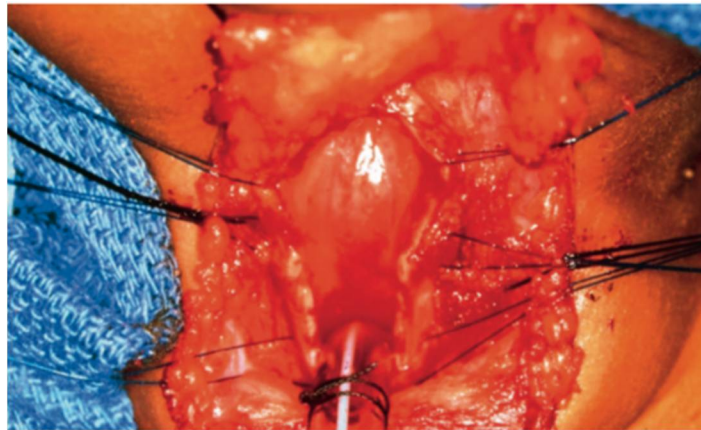


Figure 42 : Excision chirurgicale ouverte d'un hémangiome sous-glottique. [66]

III. Anomalies acquises du larynx.

1. Sténoses laryngées acquises.

Les traumatismes liés à l'intubation constituent la principale cause de sténose laryngée acquise.

Les facteurs prédisposant aux sténoses laryngotrachéales acquises sont [68] :

- Facteurs liés au tube endotrachéal :
 - Mauvaise biocompatibilité.
 - Tube excessivement rigide.
 - Tube endotrachéal surdimensionné.
 - En raison de sa courbure oropharyngée, le tube endotrachéal se situe au niveau de la glotte postérieure et y exerce une pression maximale inférieure à 30mmHg. Une pression excessive glottique induirait une nécrose ischémique. **(Figure 43)**

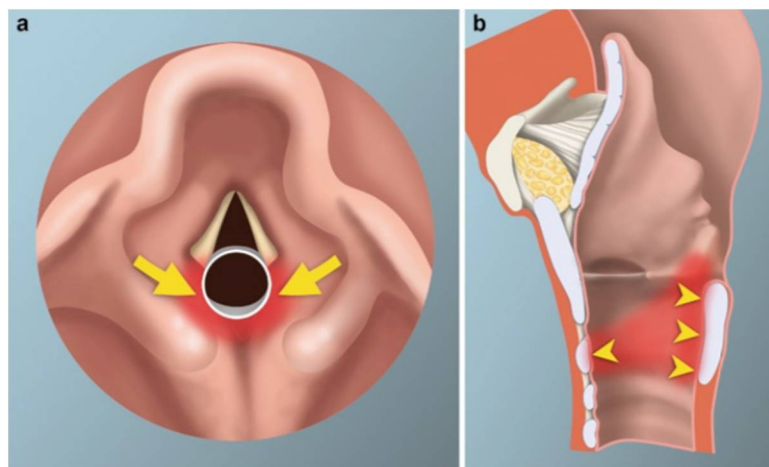


Figure 43 : Schémas montrant les sites potentiels des lésions induites par la pression de la sonde endotrachéale au niveau d larynx. [68]

- (a)** Une pression maximale est exercée sur la face médiale des cartilages aryénoïdes (flèches).
- (b)** D'autres sites de prédilection pour la nécrose induite par la pression comprennent la commissure laryngée postérieure et la sous-glottite postéro-latérale et circonférentielle (flèches).

- Facteurs liés au patient :
 - Âge : le risque de traumatisme laryngé augmente avec l'âge.
 - Larynx : petite taille, forme anormale, rétrécissement congénital non diagnostiqué, infection.
 - Cicatrisation anormale des plaies (formation de chéloïdes)
 - Maladies systémiques : RGO, choc (infectieux, cardiogénique), immunosuppression, diabète, anémie, hypotension, dysplasie broncho-pulmonaire.
- Facteurs liés à l'anesthésiste :
 - Manque d'expérience de la part de l'anesthésiste.
 - L'exposition frontale de l'épiglotte favorise le traumatisme de la commissure laryngée antérieure par le tube endotrachéal, et provoque de graves lésions muqueuses. **(Figure 44)**
- Facteurs liés à l'intubation
 - Intubation traumatique.
 - Intubations répétées.
 - Durée prolongée.
 - Intubation suivie d'une trachéotomie.
- Soins infirmiers
 - Sédation insuffisante du patient.
 - Présence de sonde nasogastrique.
 - Mouvement du tube endotrachéal entraîné par le ventilateur.

1.1. Clinique

1.2. Paraclinique. (Cf. page 144)

1.3. Principes de prise en charge. (Cf. page 144)

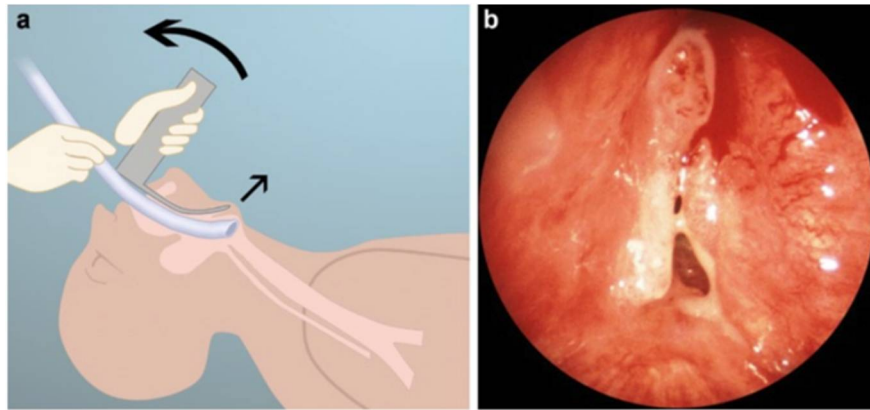


Figure 44 : Technique d'intubation défectueuse. [68]

(a) Schéma : Suite à une exposition défectueuse, la pointe du tube endotrachéal se heurte à la commissure laryngée antérieure pendant l'intubation, provoquant de graves lésions muqueuses. Chez les nourrissons, cette manœuvre empêche l'insertion facile du tube endotrachéal dans la sous-glotte.

(b) Vue endoscopique : lésion traumatique aiguë au niveau de la commissure laryngée antérieure résultant d'une technique d'intubation défectueuse.

2. Traumatisme laryngé externe.

2.1. Brulures par ingestion

2.1.1. Brulures caustiques

L'ingestion des produits caustiques, majoritairement liquide, fait partie des accidents domestiques fréquents chez l'enfant. Elle est souvent involontaire. [69,70]

Chez l'enfant, dans 80% des cas, une seule bouchée de l'agent nocif est ingérée. Par conséquent, l'estomac est peu concerné par les brulures caustiques. Celles-ci s'observent principalement au niveau de la cavité buccale, du pharynx et de l'œsophage.

Les brulures laryngées, quant à elles, sont rares, grâce à l'occlusion réflexe du larynx. Cependant, quand elles sont présentes, elles engagent sévèrement le pronostic vital. [70,71]

La gravité des lésions caustiques, ainsi que leurs complications potentielles, dépendent du type du produit ingéré, de son pH, de sa quantité et de la durée l'exposition. Ces lésions peuvent engager le pronostic vital et présenter un risque majeur d'évolution vers la sténose des voies aériennes.

Tout soupçon d'ingestion caustique chez l'enfant doit être sérieusement considéré.

2.1.1.1. Clinique

L'interrogatoire de l'enfant et des témoins est indispensable pour déterminer la nature de l'agent nocif.

La symptomatologie des brûlures caustiques est polymorphe. Alors que 20% des patients sont pauci-symptomatiques, d'autres peuvent présenter des lésions buco-pharyngées, des vomissements, des hématemèses, une dysphagie, une douleur thoraco-abdominale voire une détresse respiratoire. [69,70]

Même en l'absence de symptômes, les patients doivent être placés sous observation attentive, car les symptômes obstructifs peuvent n'apparaître qu'après quelques heures. [70]

Face à une détresse respiratoire (dyspnée, stridor, la dysphagie, l'odynophagie, douleur sous-sternale), une exploration endoscopique s'impose. Si l'enfant reste stable et ne présente aucun signe de dyspnée ou de douleur abdominale, l'examen endoscopique peut être différé jusqu'à 24 à 48h après l'ingestion accidentelle. [70]

La gravité des lésions laryngée est directement proportionnelle aux lésions pharyngées. Elles sont toujours associées aux lésions œsogastriques. [71]

2.1.1.2. Paraclinique.

- **Broncho-œsophagoscopie**, sous anesthésie générale.

La broncho-œsophagoscopie constitue le pilier du diagnostic.

Elle doit être réalisée à 24-48h après l'ingestion. L'indication est systématique chez tout enfant ayant ingéré un produit caustique, même en l'absence de toute symptomatologie ou d'anomalies à l'examen clinique. [69,72,73]

En cas de lésions nécrotiques évolutives, il faut se limiter aux premiers centimètres de l'œsophage, car le risque de perforation est élevé.

Les lésions endoscopiques retrouvées sont classées en 4 stades : [69,70,75]

- **Stade I** : Érythèmes, pétéchies, œdème de la muqueuse.
 - **Stade II** : Ulcération avec érosion de la muqueuse œsophagienne ou pharyngée.
 - **Stade III** : Ulcération profonde, circonférentielle
 - **Stade IV** : Nécrose
- **Transit œsogastroduodénale (TOGD)** : Le TOGD met en évidence les sténoses en informant sur le nombre, la localisation, l'étendue ainsi que l'évolution. [69]
 - **Fibroscopie œsogastroduodénale** : Elle est souhaitable en cas de suspicion d'une atteinte gastrique.

2.1.1.3. Principes de prise en charge.

Seule la réalisation d'une broncho-œsophagoscopie minutieuse permet une orientation adéquate la prise en charge.

- **Brûlures du premier degré** : abstention thérapeutique avec alimentation douce pendant quelques jours.[70]
- **Brûlures du second degré** : Ce type de brûlures ne dépasse pas la couche musculaire muqueuse de l'œsophage. Elle est susceptible d'engendrer des sténoses cicatricielles tardives. [70]

Conduite à tenir :

- Hospitalisation
 - Antibiothérapie à large spectre
 - IPP (le reflux acide aggrave les lésions œsophagiennes)
 - Mise en place d'une sonde nasogastrique
 - Corticothérapie systémique, si œdème laryngé. [71,74]
- **Brûlures du troisième degré** : avec un estomac intact

Conduite à tenir :

- Hospitalisation
- Antibiothérapie à large spectre
- IPP (le reflux acide aggrave les lésions œsophagiennes)
- Mise en place d'une sonde nasogastrique
- La corticothérapie systémique est contre-indiquée car elle est susceptible d'augmenter le risque de perforation, sans réel bénéfice à long terme. [70]

- Les brûlures pharyngolaryngées sévères :

Ce type de brûlure épargne généralement les cordes vocales et les bandes ventriculaires grâce au laryngospasme réflexe qui contracte les structures sus-glottiques lors d'une ingestion accidentelle.

Un stent laryngotrachéal doit être mis en place par voie endoscopique.

À défaut, une sténose calcique totale ou partielle peut survenir.

Les sténoses pharyngolaryngées sévères partielles ou totales, peuvent être palliées grâce à une réouverture au Laser CO₂. Elle est réalisée par transplantation du côlon au pharynx. [70]

2.2. Brûlures thermiques.

Les brûlures thermiques sont consécutives à l'ingestion accidentelle d'aliments brûlants. Elles représentent moins de 1% des accidents par brûlure chez l'enfant. L'âge moyen de leur survenue est de 19 mois. [71,76]

Les brûlures sont habituellement localisées au niveau de l'hypopharynx et de la margelle laryngée, grâce au laryngospasme réflexe.

2.2.1. Clinique.

La symptomatologie se limite à un œdème laryngé régressant en 2 à 3 jours. Les brûlures trachéobronchiques sont exceptionnelles. [71,76,77]

Le diagnostic est soupçonné face à un stridor, une dysphonie, une toux rauque et une hyper-sialorrhée.

Les brûlures cutanées cervico-faciales et oropharyngées sont en faveur du diagnostic. En l'absence de celles-ci, les symptômes peuvent évoquer une épiglottite ou une inhalation d'un corps étranger. [71,78]

Les brûlures thermiques ne laissent pas de séquelles laryngées. Cependant, elles peuvent engager le pronostic vital à cause des pneumonies secondaires. [71,76,77]

2.2.2. Paraclinique

La fibroscopie met en évidence un œdème de la margelle laryngée et de l'hypopharynx.

2.2.3. Principes de prise en charge

Les brûlures laryngées doivent être suspectées face à toute brûlure cutanée cervico-faciale. Comme la symptomatologie peut rapidement évoluer vers une décompensation cardiorespiratoire, la moindre suspicion justifie une broncho-œsophagoscopie en urgence. [71,76,77,78]

Face à un œdème de la margelle laryngée une corticothérapie systémique peut être administrée. [71,79]

Ce type de brûlures exige une intubation d'une durée de 2 à 6 jours dans 50% des cas et une trachéotomie dans 10% des cas. [71,76,77]

2.3. Brûlures par inhalation

Les brûlures par inhalation sont souvent d'origine accidentelle, suite à un incendie ou des explosions. Ces brûlures laryngées sont fréquemment associées aux brûlures trachéobronchiques.

Deux types de brûlures doivent être différenciés :

➤ Les brûlures thermiques :

Ce type de brûlures conditionne rapidement le pronostic vital à cause du risque d'obstruction des voies aériennes et de l'évolution éventuelle vers la sténose. Les lésions sont dues à des brûlures proprement dites, associées à l'inhalation de vapeurs toxiques. Ce type d'accidents survient lors d'explosions ou de brûlures par flammes avec des gaz naturel (propane, butane). [71]

➤ Les brûlures chimiques :

L'inhalation de substances chimiques engage immédiatement le pronostic vital à cause des lésions définitives des voies aéro-digestives supérieures, de l'arbre trachéobronchique et des alvéoles pulmonaires. [71]

2.3.1. Clinique.

- Signes d'irritation cutanées : brûlures faciales, brûlures cutanées étendues ou profondes.
- Signes d'irritation laryngée : stridor inspiratoire, dyspnée inspiratoire, toux, dysphonie ou aphonie
- Signes d'irritation nasale : rhinorrhée, éternuement
- Signes d'irritation oculaire : conjonctivite
- Signes d'irritation bronchique : dyspnée expiratoire, douleur thoracique, râles bronchiques et sibilants)

L'intensité des symptômes est corrélée positivement au type, à la dose et à la durée de l'exposition.

Les signes d'irritation des VADS apparaissent entre quelques secondes à quelques heures après l'exposition. Tandis que l'œdème pulmonaire n'apparaît que 12h après l'inhalation.

2.3.2. Paraclinique

La laryngo-trachéo-bronchoscopie est recommandée face à toute suspicion de brûlure des voies aériennes.

Elle doit être réalisée en urgence, avant que l'œdème laryngé n'évolue vers une détresse respiratoire sévère et avant de réaliser une intubation endotrachéale ou une trachéotomie. [70]

La laryngo-trachéo-bronchoscopie permet de : [70]

- Préciser le siège des lésions : hypopharynx, margelle laryngée, face laryngée de l'épiglotte, replis aryépiglottiques, bandes ventriculaires.
- Évaluer la gravité des brûlures et les classer en trois degrés :
 - 1^{ier} degré : érythème et œdème laryngé.
 - 2^{ieme} degré : escarres et pétéchies sous-muqueuses
 - 3^{ieme} degré : brûlures profondes avec nécroses muqueuses et sous-muqueuse.

2.3.3. Principes de prise en charge

L'antibiothérapie et la corticothérapie sont systématiques. Le patient est ensuite transféré en unité de soins intensifs pédiatriques. [70]

En cas d'œdème cervical, l'intubation nasotrachéale peut être le seul moyen pour sécuriser les voies respiratoires.

Après régression de l'œdème, une trachéotomie doit être réalisée. Elle est privilégiée à l'intubation endotrachéale. [70]

Les brûlures laryngées associées aux brûlures trachéobronchiques augmentent le risque des synéchies, des sténoses liées à l'intubation et des trachéotomies de 30%. [70,80]

En cas de brûlure laryngée, un stent laryngotrachéal doit être mis en place.

Dans le cas où le larynx n'est pas stenté, les brûlures sont susceptibles d'évoluer en sténose sus-glottique, glottique postérieure ou sous-glottiques. [70]

Pour éviter les récurrences, le recours à la chirurgie de reconstruction laryngée ne peut se faire qu'après la stabilisation des lésions.

Les principales techniques chirurgicales sont la reconstruction laryngotrachéale (LTR) et la résection cricotrachéale partielle (PCTR).

2.4. Lésions laryngées contondantes et pénétrantes

Les traumatismes laryngés, par objets contondants, sont très rares chez la population pédiatrique. Les blessures pénétrantes du larynx, quant à elles, le sont encore davantage. Ces traumatismes surviennent lorsque le cou est en hyper-extension et sont consécutives aux activités sportives et ludiques (vélo, chutes...) [70]

Grâce à sa position haute dans le cou, le larynx pédiatrique bénéficie d'un bouclier anatomique constitué en avant par la mandibule, latéralement par les muscles sterno-cléido-mastoïdiens, postérieurement par la colonne cervicale. [70]

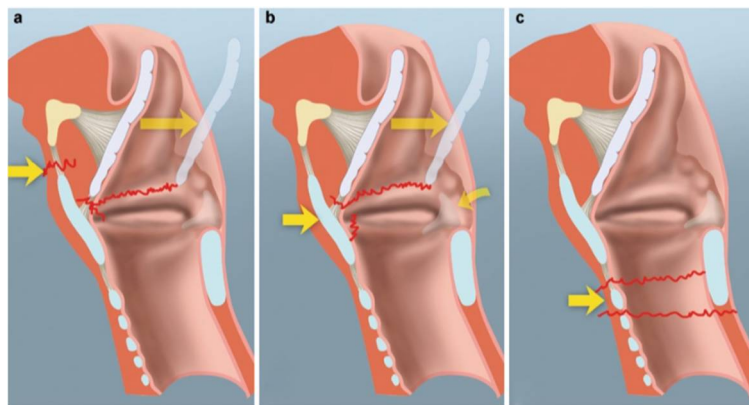


Figure 45 : Types de lésions laryngées en fonction du niveau d'impact. [70]

(a) Impact au niveau de la membrane thyrohyoïdienne (flèche jaune) :

Rupture du ligament thyro-épiglottique, avec déplacement postérieur de l'épiglotte et lacérations des bandes ventriculaires.

(b) Impact au niveau du cartilage thyroïdien (flèche jaune):

le cartilage thyroïdien souple résiste à la fracture.

Les fractures du cartilage thyroïdien ne sont observées que chez les adolescents.

(c) Impact au niveau de l'anneau cricoïde (flèche jaune):

Des fractures cricoïdes peuvent être observées chez les adolescents (rare)

2.4.1. Clinique

Grâce à la souplesse des cartilages laryngés, les fractures sont rares. Cependant, les forces de cisaillement de la muqueuse provoquent un œdème important, des hématomes ou des lacérations avec détresse respiratoire.

Les blessures traumatiques du larynx peuvent se produire à trois niveaux distincts :

➤ **Impact sur la membrane thyroïdienne : (Figure 45.a) [70]**

Une lésion contondante à ce niveau provoque

- Rupture des ligaments thyroïdiens et thyro-épiglottiques
- Déplacement postérieur de l'épiglotte
- Déchirures pharyngées.

➤ **Impact sur le cartilage thyroïdien : (Figure 45.b) [70]**

L'élasticité du cartilage thyroïdien lui permet d'absorber le choc antérieur, de rebondir et de regagner sa position initiale. Ce mécanisme engendre l'augmentation de la tension au niveau des ligaments vocaux.

Trois lésions principales peuvent en résulter :

- Rupture de la corde vocale membraneuse au niveau de la commissure laryngée antérieure
- Rupture du ligament thyro-épiglottique avec déplacement postérieur de l'épiglotte.
- Luxation antérieure de l'aryténoïde.

➤ **Impact sur le cartilage cricoïde : (Figure 45. c) [70]**

Événement rare.

2.4.2. Paraclinique

TDM du larynx : fournit peu d'informations supplémentaires au-delà des résultats du bilan endoscopique préopératoire.

Chez les enfants polytraumatisés, la TDM peut être très utile afin d'évaluer les lésions de la colonne cervicale et de la poitrine.

2.4.3. Principes de prise en charge

L'absence de fracture de l'ossature laryngée n'exclut pas les blessures potentiellement graves telles que la luxation aryténoïde, rupture des cordes vocales.

L'approche thérapeutique est tributaire de l'importance et de l'étendue de la lésion.

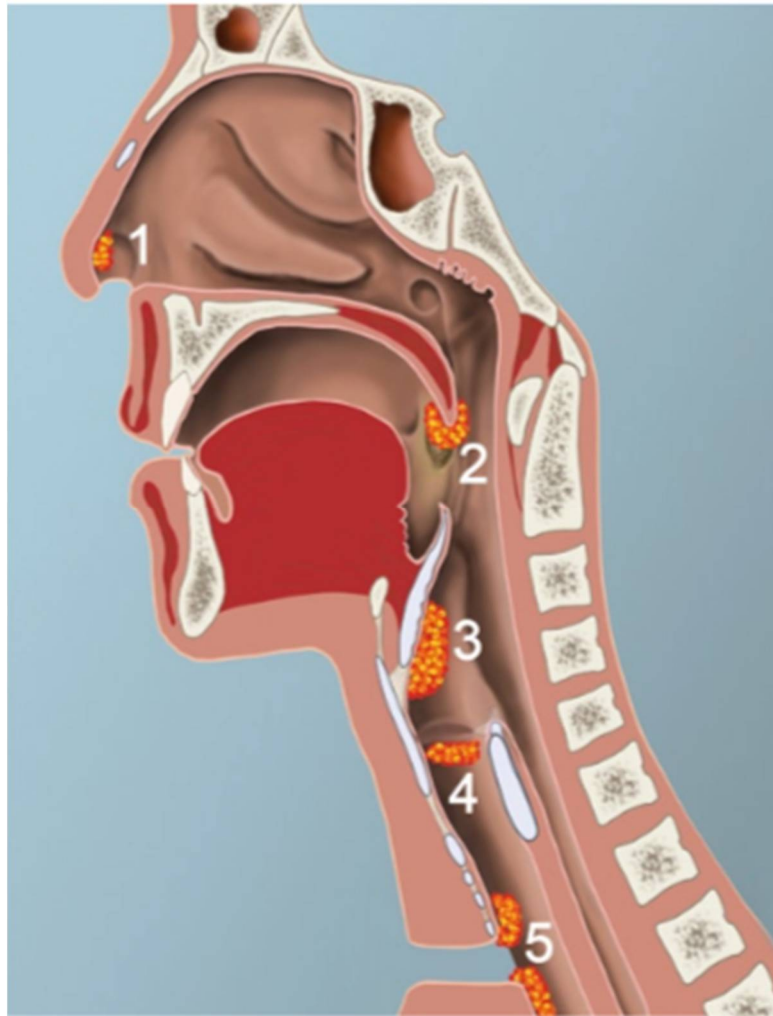


Figure 46 : Prévalence de la croissance des papillomes au niveau des voies respiratoires supérieures. [81]

- (1) Limen nasal : Limite entre le revêtement cutané du vestibule nasal et la muqueuse nasale.
- (2) Surface naso-pharyngée du palais mou.
- (3) Sus-glottte
- (4) Cordes vocales.
- (5) Zones de métaplasie squameuse dues à un traumatisme chronique (Trachéostome, canule endotrachéale...)

3. Papillomatose respiratoire récurrente.

La papillomatose respiratoire récurrente (PRR) est une maladie virale due au papillomavirus humain (HPV).

Bien qu'il s'agisse d'une atteinte virale, la papillomatose respiratoire se comporte comme une tumeur. Elle est caractérisée par son évolution imprévisible et sa tendance à la propagation et à la récurrence, engageant par conséquent les pronostics fonctionnel et vital. [82]

L'organe le plus touché est le larynx (95%), mais la PRR peut atteindre toutes les voies aériennes.

Chez la population pédiatrique, La PRR constitue la lésion néoplasique bénigne la plus fréquente du larynx. **(Figure 46)** [82,83]

Des antécédents de condylomes vaginaux ont été signalés chez environ 50% des mères qui ont donné naissance à des enfants atteints de PRR juvénile. [81,86] L'accouchement par voie basse, chez les mères infectées par le HPV, Favorise la contamination des nouveau-nés. [81,83]

Toute symptomatologie laryngée chronique (dysphonie chronique, laryngite à répétition, toux chronique, asthme atypique...) chez l'enfant à partir de 2 ans, doit motiver une consultation ORL pédiatrique. [82]

3.1. Clinique.

La majorité des patients pédiatriques ne manifestent aucun symptôme de PRR, immédiatement après la naissance.

Les voies aériennes supérieures en général, et le larynx en particulier, constituent le siège de prédilection du virus. De ce fait, Les premiers signes d'appel sont laryngés.

La dysphonie, avec raucité de la voix, constitue le premier symptôme noté. Cependant, la subtilité de sa constatation chez le patient fait que la suspicion clinique soit retardée. [88]

Un stridor initialement inspiratoire, puis biphasique, peut évoquer la PRR.

D'autres symptômes liés à l'atteinte des voies aériennes supérieures surviennent par la suite : Dyspnée, toux chronique, infections respiratoires récurrentes supérieures, pneumopathies récurrentes, détresse respiratoire aiguë, dysphagie et un retard staturo-pondérale. [89]

3 principales formes cliniques ont été identifiées : [81]

- **Papillomatose à faible agressivité** : nécessite moins de 5 procédures thérapeutiques au cours d'une vie.
- **Papillomatose à agressivité intermédiaires** : nécessite plus de cinq procédures thérapeutiques au cours d'une vie.

L'agressivité de la maladie est facilement contrôlée.

Les papillomes peuvent régresser spontanément et réapparaître plusieurs années plus tard

➤ **Papillomatose à forte agressivité** : Caractérisée par

- Apparition au cours de la période néonatale, avant l'âge de 2-3 ans.
- Besoin de plus de 40 procédures au cours de la vie.
- Besoin d'une trachéotomie.
- Probabilité de mortalité.

L'évolution clinique de la maladie varie d'une forme bénigne avec rémission spontanée à une forme chronique évolutive avec risque d'extension à la trachée. La transformation maligne est peu fréquente. Néanmoins, Elle a été observée dans les PRR graves, dont l'évolution dépasse 15 ans. [85,92]

L'âge moyen du diagnostic des PRR est de 2 à 4 ans, avec une dysphonie comme plainte principale. Ce retard diagnostique est dû au faible caractère spécifique et à la subtilité des manifestations cliniques. [90,91]

3.2. Paraclinique

3.2.1. Nasofibroscopie laryngée

La nasofibroscopie laryngée est un examen de première intention qui permet la visualisation des papillomes. Cependant, son intérêt est limité car sa qualité peut être compromise par les sécrétions muqueuses du larynx. [81]

3.2.2. Laryngoscopie directe

Sous anesthésie générale, sans intubation endotrachéale, une ventilation par jet à haute fréquence est préconisée.

La LD constitue le pilier du diagnostic des PPR. Elle permet de : **(Figure 47)**

- Apprécier l'étendue et l'aspect réel de la papillomatose : lésions arborescentes, en chou-fleur, dont la couleur est celle de la muqueuse adjacente.
- Réaliser des biopsies, permettant une confirmation histologique diagnostic et un typage viral.
- Réaliser un traitement chirurgical.

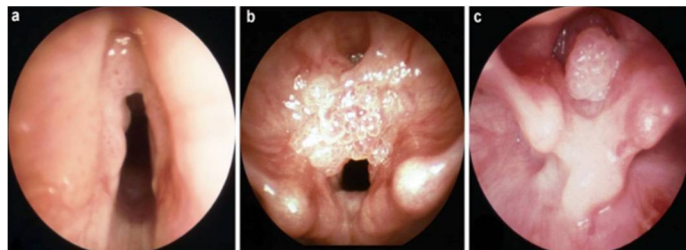


Figure 47 : Caractéristiques macroscopiques de la PPR juvénile : [81]

(a) Implantation sessile sur la corde vocale gauche.

(b) Amas irréguliers avec plusieurs sites d'implantation.

(c) Aspect pédonculés de la région sus-glottique.

Une laryngo-trachéo-bronchoscopie complète est réalisée afin de rechercher toute extension sous-glottique ou trachéale. Tout traumatisme de la muqueuse infectée, par le laryngoscope ou une canule d'aspiration, induit des lésions papiollomateuses iatrogènes.

3.2.3. Scanner thoracique

Permet de rechercher des lésions parenchymateuses et bronchiques.

3.2.4. Sérologies

Recherche et typage des HPV doivent être systématiques car intérêt pronostic.

3.3. Principes de prise en charge

Les enjeux thérapeutiques de la PRR sont : [82]

- La désobstruction des voies respiratoires.
- Le dépistage et l'exérèse complète des lésions a potentiel dégénératif.
- La prévention des récives.
- La préservation de la qualité vocale des patients.

3.3.1. Chirurgie d'exérèse

Les traitements d'appoints itératifs reposant sur les exérèses des papillomes restent encore indispensables.

L'endoscopie laryngotrachéale sous AG avec laryngoscopie en suspension permet l'exérèse des papillomes. Celle-ci est faite idéalement aux instruments froids, au microdébrideur ou au LASER (KTP, Argon, Thulium).

Ces désobstructions itératives peuvent causer une fibrose cicatricielle. Celles-ci aggravent le pronostic vocal et respiratoire, et nécessitent une prise en charge qui leur est adaptée. [82]

3.3.2. Les antiviraux

Le Cidofovir est un analogue de la cytosine. Une fois incorporé à l'ADN viral, il inhibe l'ADN polymérase virale empêchant ainsi la réplication du virus.

En raison de sa néphrotoxicité, le Cidofovir ne peut pas être administré par voie intraveineuse. Son utilisation en injection intra-lésionnelle augmenterait l'intervalle entre deux interventions et aboutirait dans certains cas à des rémissions cliniques complètes. [82,93]

La muqueuse normale entourant les sites d'implantation initiale du papillome est également injectée de Cidofovir afin de réduire la charge virale. [81]

Le Cidofovir est proposé par certains auteurs par voie intraveineuse mais c'est surtout par injection intralésionnelle que ce traitement a récemment été utilisé. Pour son application une endoscopie est nécessaire sans aucun traitement laser associé. Les protocoles utilisés sont des injections de 0,2 à 0,5ml dans chaque lésion de Cidofovir à 2,5 ou 7,5 mg/ml, à 2 ou 4 semaines d'intervalle. Snoeck et al ont proposé ce traitement en 1998 [164].

3.3.3. Inhibiteurs de la pompe à protons

Les IPP permettent de diminuer la récurrence de la PRR grâce à la protection contre l'agression chronique liée à l'acidité gastrique. [82]

3.3.4. Orthophonie

L'orthophonie est utile dans la réhabilitation de la voix, sans effet sur l'histoire naturelle de la maladie. [82]

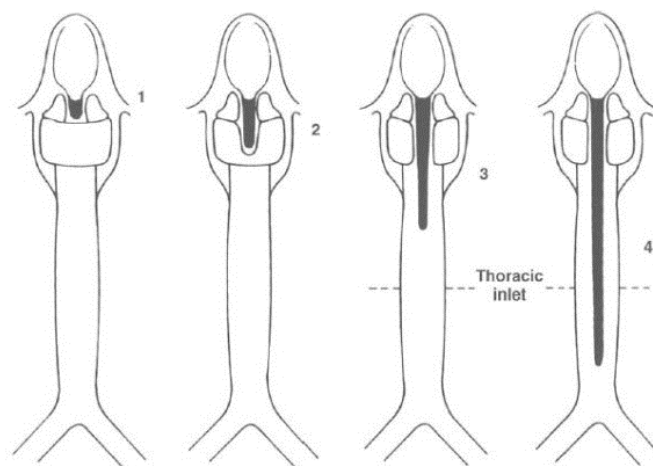


Figure 48 : Classification de Benjamin des diastèmes

- **Type 1 :** Fente sus-glottique inter-aryténoïdienne située au-dessus du niveau des cordes vocales.
- **Type 2 :** Fente atteignant partiellement le cartilage cricoïde et s'étendant au-dessous des cordes vocales
- **Type 3 :** Fente intéressant la totalité du cartilage cricoïde et pouvant s'étendre à la partie cervicale de la trachée.
- **Type 4 :** Fente étendue à la trachée thoracique et pouvant atteindre la carène.

IV. Anomalies laryngotrachéales et trachéales.

1. Diastème laryngotrachéal.

Le diastème laryngotrachéal correspond à une fente malformative située entre l'axe laryngotrachéal et l'axe pharyngolaryngé résultant d'un défaut de séparation de l'arbre trachéobronchique et de l'œsophage.

Il s'agit d'une pathologie rare dont l'origine reste partiellement inexpliqué.

1.1. Classification

Les classifications des diastèmes sont basées sur leur extension en hauteur et présentent un intérêt descriptif, thérapeutique et pronostique.

Différentes classifications ont été proposées. La plus utilisée actuellement est celle proposée par Benjamin en 1989. Celle-ci s'avère être la seule à préciser l'atteinte partielle ou totale du cartilage cricoïde ainsi que l'atteinte de la trachée (cervicale et thoracique). [165]

➤ **Classification de Benjamin : (Figure 48)**

- **Type 1** : Fente sus-glottique inter-aryténoïdienne située au-dessus du niveau des cordes vocales.
- **Type 2** : Fente atteignant partiellement le cartilage cricoïde et s'étendant au-dessous des cordes vocales
- **Type 3** : Fente intéressant la totalité du cartilage cricoïde et pouvant s'étendre à la partie cervicale de la trachée.
- **Type 4** : Fente étendue à la trachée thoracique et pouvant atteindre la carène.

Une version modifiée par Sandu en 2006 introduit une sous-classification :[163]

- **Type 0** : Fente sous-muqueuse
- **Type 1** : Fente inter-aryténoïdienne, située au-dessus du plan des cordes vocales.
- **Type 2** : Fente partielle du cartilage cricoïde
- **Type 3a** : Fente complète du cartilage cricoïde respectant la trachée.
- **Type 3b** : fente étendue à la partie cervicale de la trachée.
- **Type 4** : Fente étendue à la partie thoracique de la trachée.

1.2. Clinique.

La gravité des symptômes est directement liée à l'étendue de la fente.

Bien que cela ne soit pas pathognomonique des fentes laryngotrachéales, une combinaison de troubles de déglutition et de la respiration devrait toujours alerter le médecin du diagnostic.

La laryngomalacie, la fonction pharyngolaryngée discordante, le reflux gastro-œsophagien sévère et les troubles neurologiques centraux sont les principaux diagnostics différentiels.

Certaines fentes de type I sont quasiment asymptomatiques, à l'exception de certains épisodes d'inhalation pendant l'alimentation. [167, 168]

D'autres cas peuvent présenter un stridor, un cri rauque et des épisodes d'étouffement et de toux pendant l'alimentation.

Les fentes de type II et III présentent les mêmes symptômes, bien que plus fréquents et plus prononcés.

L'inhalation et la pneumonie récurrente sont la règle.

Le degré de stridor inspiratoire est lié à la quantité de muqueuse redondante s'effondrant dans la lumière laryngotrachéale lors de l'inspiration, alors que le stridor expiratoire peut indiquer une trachéomalacie.

Selon la gravité de la dyspnée, le nourrisson a besoin d'une intubation ou d'une ventilation à pression positive à deux niveaux (BiPAP) à travers un masque facial.

Les fentes de type IV montrent des signes de détresse respiratoire précoce, comme la toux, l'étouffement et les épisodes d'apnée et de cyanose. Cette affection nécessite une réparation immédiate si possible.

1.3. Paraclinique

Le diagnostic des diastèmes, étant parfois difficile, plusieurs cas ont été découverts fortuitement lors d'explorations chirurgicales pour fistule trachéo-oesophagienne voire au cours d'une autopsie. [166]

Bien souvent le diagnostic de fistule trachéo-oesophagienne est porté à tort du fait de la rareté des diastèmes. [163]

1.3.1. Radiologie du thorax

Le cliché thoracique, de face, est peu contributif et ne permet pas de retrouver des anomalies parenchymateuses en rapport avec les fausses routes tout en précisant leur origine.

Cependant, le cliché de profil peut mettre en évidence la communication aéro-digestive anormale, l'absence de tissu mou entre la trachée et l'œsophage mais ne permet pas la localisation précise du diastème. [163]

1.3.2. Transit Oeso-Gastroduodéal

Le plus souvent pratiqué à la recherche d'une fistule œso-trachéale, le TOGD mettra en évidence un passage immédiat du produit de contraste dès le premier millilitre. [163]

1.3.3. IRM et TDM

Au-delà des bilans malformatifs ou de retentissement parenchymateux pulmonaire, l'IRM et la TDM ont peu d'intérêt dans le diagnostic des diastèmes. [163]

1.3.4. Bilan pédiatrique général

Systématique, le bilan pédiatrique général permet de rechercher des malformations associées. [163]

Ce bilan inclut une consultation génétique, des échographies cardiaque et rénale, des radiographies du rachis.

En fonction des différentes hypothèses syndromiques qui en découlent, d'autres examens complémentaires peuvent être demandés. (CHARGE, VACTERL, G, Pallister Hall)

1.4. Principes de prise en charge

Une collaboration pluridisciplinaire étroite et efficace est indispensable dans la prise en charge des diastèmes. (ORL, pédiatre, pneumologue, gastro-entérologue, chirurgien thoracique, chirurgien viscéral et chirurgien maxillo-facial).

L'approche thérapeutique dépend entièrement de la longueur de la fente

Au cours de la dernière décennie, les indications de la réparation endoscopique se sont élargies.

Cette approche chirurgicale mini-invasive était initialement réservée à certaines fentes laryngées de type I et mineures de type II.

Grâce aux améliorations de l'anesthésie et des techniques endoscopiques, les diastèmes de type IIIa et même IIIb peuvent désormais être traités par cette approche, à condition qu'il n'y ait pas de concomitance d'anomalie congénitale sévère. [168].

La réparation chirurgicale ouverte immédiate en un temps est indiquée dans les rares cas d'extension intrathoracique des diastèmes (<20%) et dans certaines fentes de type III (**Tableau 7**). [167]

Avant la chirurgie, il est important de stabiliser les voies respiratoires, de prévenir les infections pulmonaires et de diminuer l'inhalation.

Ces mesures peuvent montrer un certain degré d'efficacité dans les fentes de types I à IIIa, mais restent souvent insuffisantes pour les fentes plus longues, qui nécessitent donc une réparation chirurgicale immédiate.

Type du diastème	Type de la chirurgie réparatrice
I	Réparation endoscopique
II	
IIIa	
IIIb	Réparation chirurgicale à ciel ouvert
IV	

Tableau 7 : Fentes laryngo-trachéo-œsophagiennes : indications pour les réparations chirurgicales endoscopiques et ouvertes. [167]

1.4.1. Traitement médical

1.4.1.1. Contrôle des fausses-routes et du RGO

Les diastèmes de type I peu symptomatiques nécessitent un traitement anti-reflux associé à une alimentation épaissie en proclive. [163]

Les diastèmes symptomatiques de type I, II et rarement III peuvent nécessiter la mise en place d'un traitement anti-reflux et d'une sonde nasogastrique. [163]

Les diastèmes de type III et IV requièrent une prise en charge plus agressive car le pronostic vital peut être engagé à court terme : Alimentation parentérale, gastrostomie avec ou sans Nissen, division gastrique avec drainage proximal et sonde de gavage distale précoce (diastème type IV présentent fréquemment une microgastrie) [163]

1.4.1.2. Prise en charge ventilatoire

Les diastèmes de type I, II et III, peu symptomatiques, vont bénéficier d'une kinésithérapie et éventuellement d'une antibiothérapie associée.

Les diastèmes de type III et IV, à risque de décompensation ventilatoire rapide, nécessiteront une sonde d'aspiration naso-pharyngée et une oxygénothérapie nasale quasi-systématiquement.

Dans les cas les plus graves, le recours à l'intubation est envisageable. [163]

1.4.2. Traitement chirurgical

1.4.2.1. Trachéotomie

Certains auteurs recommandent la réalisation d'une trachéotomie préalable à toute chirurgie.

Cette attitude n'est pas systématique et doit être considérée au cas par cas.

1.4.2.2. Chirurgie endoscopique mini-invasive

La voie d'abord endoscopique présente de nombreux avantages :

- Absence d'incision cutanée
- Absence d'incision thyrotrachéale médiane (permet d'éviter le risque de déstabilisation cartilagineuse)
- Absence d'incision pharyngée latérale ou postérieure (permet d'éviter le risque d'atteintes des nerfs laryngés)
- Possibilité de répéter le geste facilement sans grande morbidité supplémentaire.

Bon nombre de chirurgiens préfèrent réaliser cette intervention sous anesthésie générale, en ventilation spontanée. Cette technique anesthésique permet d'obtenir une exposition et un champs opératoire optimums.

La condition pour la réalisation de ce geste est une parfaite coordination entre l'anesthésiste et le chirurgien. [163, 169]

1.4.2.3. Chirurgie par voie externe

En fonction de l'extension du diastème, la chirurgie par voie externe peut être réalisée par voie cervicale ou par voie combinée cervico-thoracique.

Trois types de voies cervicales ont été décrits : [163]

- **la voie de pharyngotomie latérale** pour les diastèmes peu étendus concernant moins de 2 cm de la trachée.
- **La voie latérale par pharyngotomie postérieure** : cette voie présente l'avantage d'un moindre risque nerveux, sauf en cas d'extension trop importante vers le bas.
- **La voie antérieure trans-laryngo-trachéale.** Cette voie permet une bonne exposition des berges du diastème et facilite une suture en deux plans, sans risque d'atteinte des nerfs laryngés.

Trois types de voies combinées cervico-thoraciques ont été décrits : [163]

- **La voie thoracique postérieure droite combinée à la voie latérale droite** : La séparation de l'œsophage et de la trachée est complète et se fait de bas vers le haut.
- **La voie partielle trans-sternale combinée à la voie latérale droite.**

- **La voie médiane trans-sternale combinée à la voie antérieure.**

Cette voie d'abord permet une exposition optimale et une suture confortable du diastème mais présente un risque important de trachéomalacie (jusqu'à 66%) pouvant nécessiter une trachéotomie.

1.4.2.4. Indications [163]

- **Diastèmes de type 0** : Généralement bien contrôlés par la rééducation et le traitement anti-reflux
- **Diastèmes de type I et II** : Traitement chirurgical par voie endoscopique
- **Diastèmes de type III** : Traitement chirurgical par voie endoscopique ou externe
- **Diastèmes de type IV** : traitement chirurgical par voie externe, avec abord cervical ou cervico-thoracique

La majorité des auteurs s'accordent sur la mise en place d'un greffon d'interposition pour les diastèmes de type III et IV.

2. Trachéomalacie

La trachéomalacie fait référence à une augmentation excessive de la compliance de la trachée, de façon que les voies respiratoires sont plus sensibles à un collapsus.

La trachéomalacie (TM) peut être localisée ou généralisée. Les bronches peuvent également être affectées. Cette situation correspond donc à une trachéo-bronchomalacie (TBM).

Moins fréquemment, les bronches du tronc principal et/ou leurs divisions distales au niveau lobaire ou segmentaire sont affectées seules, ce qui est connu sous nom de bronchomalacie.

2.1. Classification

La trachéomalacie ou la trachéo-bronchomalacie sont soit d'origine primaire congénitale soit d'origine secondaire acquise.

→ **TM/TBM diffuse, primaire et congénitale.**

La TM/TBM peut être retrouvée soit seule soit en association avec d'autres troubles génétiques congénitaux

Compte tenu de l'origine commune de la trachée et de l'œsophage au cours du développement embryonnaire, la TM/TBM correspond à une affection respiratoire fréquente chez les enfants présentant une atrésie œsophagienne avec ou sans fistule trachéo-oesophagienne.

La TM/TBM peut également être associée à d'autres pathologies des voies respiratoires et pulmonaires, telles que la laryngomalacie, les fentes laryngées, la dysplasie broncho-pulmonaire ou la fibrose kystique.

[170,173,174,175,176,177,178]

→ **TM/TBM localisée, secondaire et acquise.**

Les malacies des voies respiratoires peuvent être acquises à partir d'une malformation cartilagineuse causée par une compression externe d'anomalies vasculaires, telles qu'un arc vasculaire, une artère sous Clavière aberrante ou d'autres masses médiastinales.

Une intubation prolongée, des infections chroniques ou des états inflammatoires peuvent également causer la TM. [170,179,180,181,182]

2.2. Clinique

La présentation clinique de LM et TBM comprend une panoplie de symptômes non spécifiques, variant selon l'emplacement et l'étendue et la gravité de l'effondrement des voies respiratoires.

De nombreux enfants atteints de TM/TBM restent asymptomatiques jusqu'à l'âge de 2 à 3 mois. Cependant, durant cette période, la trachée peut être facilement comprimée lors de la déglutition entraînant un retard de croissance. [172,184]

Lorsqu'un segment long est concerné par la malacie, les symptômes peuvent apparaître à la naissance.

Chez certains patients, les symptômes deviennent évidents peu de temps après la réparation d'une atrésie œsophagienne ou d'une fistule trachéo-oesophagienne. [170,173,183]

En raison d'une obstruction du flux expiratoire, les patients peuvent présenter un stridor expiratoire.

De plus, l'altération de la clairance des sécrétions peut être exprimée par une toux productive et une sensibilité accrue aux infections des voies respiratoires supérieures.

Dans les formes congénitales, le stridor expiratoire commence après 4-6 semaines et augmente pendant les périodes d'augmentation du flux aérien (activité, toux, pleurs, alimentation...) et en position couché, tandis qu'il diminue au repos. [172] Une aggravation après les repas indiquerait une association possible avec le RGO.

Outre le stridor, le tableau clinique de la trachéomalacie peut englober différents symptômes, y compris les signes de lutte respiratoires, l'enrouement, l'aphonie, les difficultés respiratoires et les troubles de déglutition et d'alimentation.

Les infections respiratoires récurrentes peuvent exacerber ces symptômes et entraîneraient par conséquent une détresse respiratoire, une apnée, une cyanose et une obstruction des voies respiratoires. De telles complications exigent une intubation endotrachéale. [172,183]

La trachéomalacie congénitale, seule et localisée, régresse progressivement jusqu'à disparaître vers 12 à 24 mois. L'anamnèse approfondie du clinicien doit se concentrer sur les symptômes respiratoires ainsi que sur les informations concernant la période périnatale, la prématurité, les interventions chirurgicales ou intubations effectuées, l'alimentation et l'évolution staturo-pondérale.

Une pathologie des voies respiratoires sous-glottiques doit être envisagée chez les enfants présentant des épisodes récurrents de croup ou de respiration sifflante atypique. [172,185]

2.3. Paraclinique

2.3.1. Tomodensitométrie

- La TDM permet une évaluation rapide des voies respiratoires.
- Associée à la bronchoscopie, elle permet une bonne précision diagnostique. [186]

2.3.2. Bronchoscopie

- Examen de référence.
- Permet la visualisation directe des voies aériennes pendant la respiration spontanée.
- Met en évidence un rétrécissement de la lumière trachéale associée à une perte de la forme semi-circulaire et le bombement de la paroi membraneuse postérieure. [172]

2.3.3. IRM

- Permet une excellente délimitation anatomique, sans rayonnements.

2.3.4. Tests pulmonaires fonctionnels

- Ces tests mettent en évidence un schéma obstructif et peuvent fournir des preuves à l'appui. [172]
- Ces tests ne doivent pas être utilisés isolément pour assoir le diagnostic.

2.4. Principes de prise en charge.

Selon l'étendue et l'importance de la maladie, le traitement peut être médical conservateur ou chirurgical.

La prise en charge de ces patients est assurée par une équipe pluridisciplinaire.

2.4.1.Malacie congénitale et légère

Cette affection a l'avantage de régresser spontanément pour finir par disparaître totalement. Dans ce cas, le traitement conservateur est fortement envisagé. Les membres de l'équipe de soins doivent sensibiliser les parents quant à la vaccination et à l'évitement formel du tabagisme passif.

Quoique fréquemment prescrit, actuellement il n'existe que peu de preuves soulignant le bénéfice de l'utilisation des bronchodilatateurs, des agents muscariniques, des mucolytiques et des antibiotiques. [170,187]

Une physiothérapie thoracique peut s'avérer nécessaire afin de gérer les sécrétions bronchiques et prévenir les infections des voies respiratoires.

La prévention et la gestion du RGO sont obligatoires. Des régimes alimentaires spécifiques sont nécessaires pour éviter l'inhalation et assurer une croissance et un développement adéquats. [170,188]

2.4.2.Malacie acquise et grave

Ce type de malacies nécessite vraisemblablement une approche chirurgicale. Cela est d'autant plus nécessaire que les patients présentent des épisodes d'apnée, un retard staturo-pondéral, des épisodes récurrents de pneumonie ainsi que des épisodes cyanotiques. Dans ce cas de figure, il est indispensable de rechercher une fistule trachéo-oesophagienne lors de l'intervention et de la corriger si nécessaire. [189,172]

Les options chirurgicales incluent : le stenting, la trachéotomie et l'aortopexie. Cette dernière option est celle privilégiée dans de nombreux centres pour le traitement chirurgical de la trachéomalacie. Elle implique la fixation antérieure de l'aorte ascendante et peut être réalisée via une thoracotomie antérieure gauche, une sternotomie partielle ou une thoracoscopie. [172, 190]

Sténoses laryngées
de l'enfant

I. Introduction-définition

Les sténoses des voies respiratoires correspondant à des affections qui concernent tous les niveaux des voies aériennes supérieures. Cependant, ils siègent fort fréquemment au niveau de la glotte postérieure et de la sous-glote.

Toute obstruction des voies aériennes supérieures ou inférieures génère un son respiratoire pathologique résultant du passage rapide et turbulent de l'air à travers le segment rétréci des voies respiratoires.

En fonction de la gravité, de la durée et de la progression de l'obstruction, d'autres symptômes et signes respiratoires peuvent survenir (détresse respiratoire, signes de lutte respiratoire, épisodes cyanotiques, somnolence, apnée)

Les sténoses laryngées peuvent être soit d'origine congénitale, causées principalement par une malformation cartilagineuse, soit d'origine acquise secondaire à une intervention chirurgicale, à une intubation endotrachéale ou à un traumatisme externe.

En plus de la clinique, le diagnostic des sténoses laryngées repose sur l'évaluation endoscopique approfondie et détaillée. Celle-ci constitue la pierre angulaire de l'évaluation des voies aériennes compromises.

Face à une sténose laryngée, et selon son étendue, plusieurs possibilités thérapeutiques s'offrent au chirurgien : traitement par voie endoscopique, traitement par chirurgie à ciel ouvert, trachéostomie.

Par conséquent, Il est indispensable que l'anesthésiste et l'oto-rhino-laryngologiste se familiarisent avec la pathologie des sténoses laryngées afin de pouvoir anticiper tous les éventuels scénarios pouvant survenir pendant ou après une intervention chirurgicale.

II. Étiologies

1. Sténoses sous-glottiques congénitales

La sténose sous-glottique congénitale (SSG-C) correspond à la troisième anomalie congénitale la plus courante du larynx après la laryngomalacie et la paralysie des cordes vocales. Elle est l'anomalie laryngée la plus fréquente nécessitant une trachéotomie chez l'enfant de moins de 1 an [42].

La sténose sous-glottique congénitale (SSG-C) est définie comme un diamètre sous-glottique $\leq 4,0$ mm chez un nouveau-né à terme et $\leq 3,0$ mm chez un bébé prématuré [45]. (*Cf. page 97*)

2. Sténose laryngée acquise

La sténose laryngée acquise est essentiellement liée aux traumatismes laryngés post intubation endotrachéale. (*Cf. page 117*)

III. Diagnostic positif

1. Diagnostic clinique

Face à un enfant avec des signes respiratoires, l'entretien avec les parents, le recueil des antécédents et l'examen clinique sont capitaux. Ceci permet de connaître l'histoire médicale de l'enfant et de fournir des informations orientant vers le site et la cause du rétrécissement des voies respiratoires.

1.1. Antécédents médicaux

1.1.1. Gestes et interventions antérieures

Examens endoscopiques, intubations endotrachéales, interventions chirurgicales endoscopiques ou à ciel ouvert...

1.1.2. Âge de d'apparition des symptômes

Certaines anomalies congénitales des voies aériennes apparaissent immédiatement après la naissance, tandis que d'autres ne se manifestent qu'après un temps de latence

Devant L'apparition des symptômes respiratoires pendant la période néonatale, l'interrogatoire doit relever des informations relatives au déroulement de la grossesse et de l'accouchement. (Souffrance fœtale intra-utérine, prématurité, déroulement du travail, asphyxie néonatale, score d'APGAR).

L'âge d'apparition des symptômes respiratoires permet une orientation diagnostique des anomalies des voies aériennes supérieures. [99]

Immédiatement après la naissance :

- Atrésie choanale
- Kystes laryngés congénitaux
- Paralysie bilatérale des cordes vocales
- Palmures laryngées et atrésies
- Anomalies vasculaires médiastinales
- Sténose sous-glottique sévère.

Premières semaines de vie :

- Laryngomalacie

Entre 1 et 4 mois :

- Sténose sous-glottique modérée
- Hémangiome sous-glottique

Entre 1 et 3 ans :

- Laryngite
- Bronchite

Entre 3 et 6 ans :

- Laryngo-trachéo-bronchite
- Epiglottite.
- PRR

1.1.3. Temps d'aggravation des symptômes

Le temps d'aggravation des symptômes respiratoires oriente les hypothèses diagnostiques : [99]

L'aggravation des symptômes avec les pleurs, l'alimentation et l'agitation oriente vers des anomalies laryngées :

- Laryngomalacie
- Paralysie bilatérale des cordes vocales
- Sténose sous-glottique
- Hémangiome sous-glottique

L'aggravation des symptômes pendant le sommeil oriente vers une obstruction naso-oropharyngée :

- Rétrognathie avec prolapsus de la base de la langue
- Prolapsus épiglottique
- Hypertrophie des amygdales palatines.

L'aggravation des symptômes avec la déglutition oriente vers une déficience de la fonction sphinctérienne du larynx :

- Paralysie unilatérale des cordes vocales
- Pharyngolarynx discordant (trouble neurologique)
- Fistule trachéo-oesophagienne.

1.1.4. Influence de la position du corps sur les symptômes respiratoires. [99]

La diminution de la respiration bruyante en décubitus dorsal oriente

vers :

- Laryngomalacie
- Kyste valléculaire
- Micro-Rétrognathie
- Macroglossie

La modification de la respiration bruyante en décubitus latéral oriente

vers :

- Paralysie unilatérale des cordes vocales.
- Masse ou kyste pharyngolaryngé latéral

NB : Les symptômes diminuent lorsque l'enfant est en décubitus latéral du côté atteint et s'aggravent lorsqu'il est en décubitus latéral du côté opposé.

1.2. Évaluation initiale

1.2.1. Évaluation de la détresse respiratoire

La surveillance diagnostique des voies aériennes permet d'évaluer la nécessité de toute intervention endoscopique chez un enfant atteint de dyspnée légère à modérée. [99]

En pratique clinique, les symptômes d'obstruction respiratoire peuvent être classés comme suit : [99]

Grade I :

- Respiration bruyante avec dyspnée légère à modérée.
- Pas d'anxiété ni d'agitation.
- Alimentation normale.
- Intérêt pour le jeu.

Grade II :

- Respiration bruyante avec dyspnée et signes de lutte thoracique.
- Anxiété et agitation.
- Refus de nourriture et de boisson.
- Aucun intérêt pour le jeu.

Grade III :

- Enfant épuisé avec stridor diminué et signes de lutte intercostaux.
- Ralentissement de la fréquence respiratoire et la fréquence cardiaque.
- Transpiration et couleur grisâtre.
- Somnolence.

1.2.2. Évaluation des fonctions laryngées

1.2.2.1. La respiration.[99]

« Tout son pathologique chez le nourrisson nécessite une attention immédiate et doit être soigneusement évalué » Stern et Cotton.

- **STRETOR** : Son inspiratoire de ronflement secondaire à une obstruction nasale ou naso-pharyngée.

Le stretor s'aggrave pendant le sommeil, suite à la perte de tonus musculaire.

- **STRIDOR** : Son inspiratoire audible, secondaire au passage d'un flux d'air turbulent à travers une zone laryngée retreinte.

Cependant, le stridor peut être expiratoire ou biphasique, traduisant une obstruction associée des voies trachéobronchiques.

Le stridor s'aggrave pendant l'alimentation, les pleurs ou en cas d'agitation, en raison de l'augmentation du recrutement des voies respiratoires.

- **WHEEZING** : Respiration sifflante, généralement expiratoire, produite par un flux d'air turbulent passant par des petites voies respiratoires rétrécies (les bronchioles).

La différenciation entre le stridor, le stretor et le wheezing permet d'identifier le site du rétrécissement des voies aériennes supérieures.

Tandis que le stridor provient du larynx et de la trachée et le stretor du nasopharynx et de l'oropharynx, le wheezing, quant à lui, provient des voies respiratoires distales intra-thoraciques. **(Figure 49)**

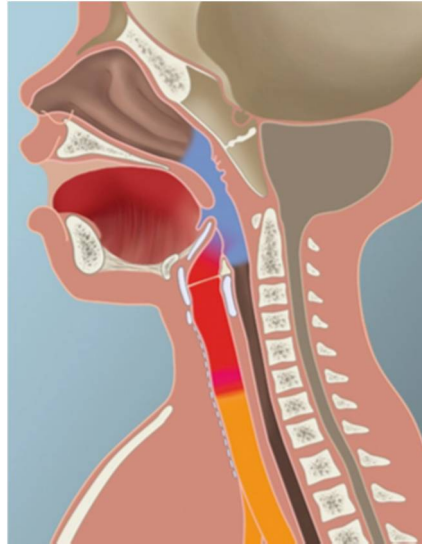


Figure 49 : Orientation diagnostique devant les bruits respiratoires pathologiques. [99]

LE STERTOR oriente vers des obstructions naso-oropharyngées:

- Hypertrophie amygdalienne ou adénoïde.
- Masse pharyngée.
- Masse au niveau de la base de la langue.
- Glossoptose, Rétrognathie (Syndrome de Pierre Robin).
- Atrésie choanale.

LE STRIDOR oriente vers une obstruction laryngotrachéale ou trachéale :

- La laryngomalacie.
- La paralysie bilatérale des cordes vocales.
- Sténose sous-glottique.
- Kystes laryngés et laryngocèles.
- Palmure laryngée
- Fistule laryngotrachéale.
- Papillomatose respiratoire récurrente.

LE WHEEZING oriente vers une obstruction de l'arbre trachéobronchique intrathoracique :

- Trachéo-bronchomalacie.
- Compressions vasculaires extrinsèques.
- Sténose trachéale.
- Masse médiastinale.

1.2.2.2. La déglutition

Les difficultés d'alimentation avec inhalation (toux, étouffement, régurgitation, pneumonie par inhalation) s'observent dans : [103]

- La paralysie unilatérale des cordes vocales.
- Les fistules laryngo-trachéo-œsophagiennes,
- Les atrésies œsophagiennes avec fistule trachéo-oesophagienne.
- L'infirmité motrice cérébrale.

1.2.2.3. La phonation

La qualité et l'amplitude de la voix ou du cri doivent être également évalués. [99]

Un cri faible et haletant correspond à une fermeture glottique incomplète. Il oriente vers la paralysie unilatérale des cordes vocales.

Une aphonie ou une voix rauque indiquent une lésion des cordes vocales, pouvant être secondaire à une inflammation, un œdème, une tumeur ou des cicatrices.

Un cri étouffé suggère une masse sus-glottique.

Un cri aigu suggère une palmure laryngée ou une paralysie bilatérale des CV.

1.2.3. Examen physique et signes cliniques des SSG

➔ **Examen physique.** [99]

L'examen clinique chez un enfant présentant des symptômes respiratoires légers à modérés commence par :

- Inspection minutieuse :
 - Évaluation des caractéristiques faciales dysmorphiques.
 - La position de la mandibule et de la langue.
 - La perméabilité des voies respiratoires nasales.
 - Mode respiratoire : buccal ou nasal.
 - La présence des signes de lutte respiratoire.
- Auscultation cardiopulmonaire :

Elle permet de préciser le type et l'intensité du son pathologique et de mettre en évidence sa relation avec la phase respiratoire.

- Examen des nourrissons dans différentes positions (décubitus dorsal, et décubitus latéral droit et gauche) et observation des changements associés de l'intensité du son pathologique.
- Examen des cavités nasales et buccale.

➔ **Signes cliniques des sténoses sous-glottiques**

La sténose sous-glottique congénitale cartilagineuse provoque un stridor biphasique et se caractérise par des épisodes récurrents de laryngite.

Chez les enfants de moins d'un an, ces symptômes sont toujours évocateurs de SSG-C. [94] Selon le degré de SSG-C, différents symptômes peuvent survenir quelque temps après la naissance.

Une SSG-C grade I peut devenir symptomatique uniquement lors d'une infection des voies aériennes supérieures. Tandis que des grades plus avancés des SSG-C peuvent se manifester par une dyspnée sévère avec signes de lutte respiratoire, immédiatement après la naissance

Par conséquent, toute symptomatologie respiratoire chronique et récurrente (stridor, laryngites, dyspnée...) devrait alerter le pédiatre qui devrait alors exclure un SSG-C grâce à une évaluation endoscopique urgente. [94]

2. Diagnostic paraclinique.

L'examen endoscopique est un temps indispensable de la conduite diagnostique de la pathologie des voies aériennes en général et des sténoses laryngées en particulier.

L'exploration endoscopique pédiatrique laryngée est un examen normalisé qui doit être réalisé régulièrement selon des étapes codées. [101]

Un examen normalisé des voies aériennes doit se faire selon les étapes suivantes : [101]

1. Nasofibroskopie laryngée
2. Laryngoscopie directe – trachéoscopie
3. Microlaryngoscopie en suspension, si indication.
4. Bronchoscopie – Œsophagoscopie, si indication.

2.1. L'anesthésie dans les explorations endoscopiques.

L'anesthésie générale sous respiration spontanée, sans assistance respiratoire, est la technique optimale pour l'ORL endoscopiste. Elle a pour avantage de laisser les voies aériennes libres tout en libérant le champ de vision. [101]

Il existe une large palette de médicaments anesthésiques permettant la respiration spontanée ainsi qu'un niveau d'anesthésie suffisamment profond pour empêcher la fermeture réflexe des cordes vocales. [110]

Actuellement, la majorité des anesthésistes sont favorables à l'utilisation de trois médicaments au cours des explorations endoscopiques des voies aériennes, sous respiration spontanée : le sévoflurane (gaz halogénique), le propofol (benzodiazépine) et le rémifentanil (opioïde) [108]

Les principaux risques de l'anesthésie sous respiration spontanée incluent l'hypoxémie, la régurgitation gastrique, le laryngospasme ainsi que les mouvements de l'enfant. [107]

L'hypoxémie peut résulter à la fois d'une hypoventilation et d'une atelectasie dont l'incidence et la gravité augmentent avec la prématurité, les maladies respiratoires préexistantes et les procédures de longue durée. [101]

La régurgitation gastrique représente un facteur de risque en l'absence de tube endotrachéal. Cependant, comme l'oropharynx reste sous la vision directe pendant toute la procédure, une évacuation rapide de la bile par aspiration peut être effectuée si nécessaire, diminuant par conséquent le risque d'inhalation bronchique [101]

Pour administrer les gaz anesthésiques, un masque facial d'endoscopie *VBM MEDIZINTECHNIK GmbH* doit être utilisé.

Ce masque facial en silicone étanche a l'avantage de posséder un petit orifice pour le nasofibroscope ainsi qu'un tuyau flexible qui se connecte au circuit d'anesthésie. Il permet au chirurgien d'effectuer une fibroscopie tout en maintenant l'oxygénation, l'anesthésie par inhalation et une ventilation à pression positive si nécessaire. **(Figure 50) (Figure 51) [109]**

Les principales indications d'anesthésie sous respiration spontanée pour endoscopie pédiatrique sont : [101]

- L'évaluation dynamique des voies aériennes supérieures par nasofibroscopie laryngée
- Intubation endotrachéale difficile prévisible.
- Procédure endoscopique thérapeutique nécessitant un champ laryngé libre :
 - Réparation endoscopique d'une fistule laryngo trachéo-oesophagienne.
 - Réparation endoscopique d'une sténose laryngotrachéale.
 - Microchirurgie laryngée au Laser



Figure 50 : Masque facial pour nasofibroscope:

Cet appareil existe en différentes tailles pour une utilisation chez les nouveau-nés et les enfants plus âgés

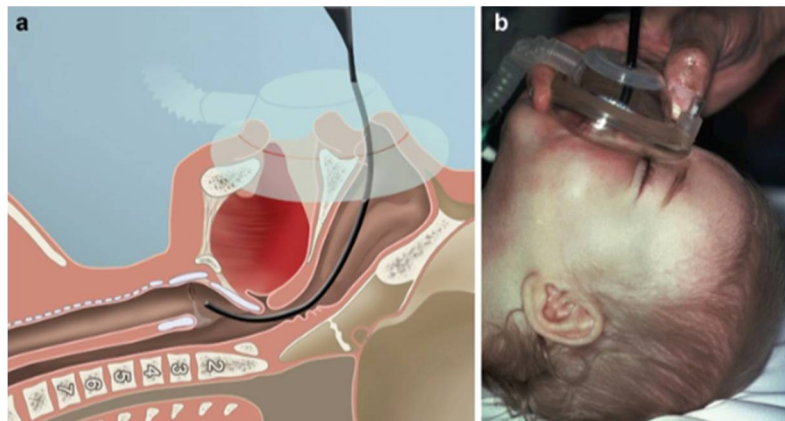


Figure 51 : Nasofibroscope laryngée à travers un masque facial chez un enfant anesthésié respirant spontanément : [101]

(a) Schéma

(b) Vue extérieure

2.2. Chariot d'exploration endoscopique.

Afin d'éviter les complications désastreuses qui pourraient survenir pendant l'endoscopie, il est crucial d'anticiper tous les problèmes éventuels, d'identifier la meilleure solution possible et de vérifier tous les instruments ainsi que leurs connexions respectives. [101,111]

Il est donc indispensable que la salle d'exploration endoscopique soit bien équipée avec des installations d'anesthésie et des soins d'urgence ainsi que du matériel de réanimation cardio-respiratoire. [102]

L'american academy of pediatrics recommande fortement qu'un chariot spécifique soit désigné afin d'être utilisée devant un patient difficile, lors de la prise en charge des sténoses des voies aériennes. [111]

Liste des éléments présents dans le chariot d'endoscopie pédiatrique : [119]

- **Fibroscope flexible pour intubation.**
- **Matériel adjuvant pour fibre optique.**
- **Bougies de différentes tailles.**
- **Cathéter pour intubation.**
- **Cathéter échangeur d'intubation.**
- **Matériel d'intubation.**
 - Billot pour épaules.
 - Pince de Magill.
 - Différents laryngoscopes.
 - Vidéo-laryngoscope.
 - Laryngoscopes alternatifs.
 - Canules nasales.
- **Oxygénation via dispositifs Sus-glottiques.**
- **Ventilation au masque facial.**
 - Masques faciaux de tailles différentes.
 - Sondes Oropharyngées de tailles différentes.
 - Sondes Naso-pharyngées de tailles différentes.
 - Dispositifs sus-glottiques avec conduit de drainage gastrique.
- **Matériel chirurgical.**
 - Set de trachéostomie.
 - Aiguille de cricothyroidotomie.
 - Cathéters intraveineux.
 - Matériel de Jet ventilation.

2.3. Instruments de l'exploration endoscopique pédiatrique.

2.3.1. Instruments de laryngoscopie.

L'exposition optimale des voies aériennes pédiatriques grâce au laryngoscope pédiatrique est une condition sine qua non à une endoscopie diagnostique ou thérapeutique efficace. Une revue complète des laryngoscopes pédiatriques a été publiée en 2001 et sera mise en avant dans ce chapitre. [114]

Les laryngoscopes d'intubation anesthésiques sont équipés de lames courbes et droites interchangeable. Ils sont disponibles en différentes tailles. Bien qu'ils soient très polyvalents, ils fournissent une faible intensité lumineuse. Cependant, Lorsqu'ils sont utilisés conjointement avec un endoscope de 4mm, ils offrent une meilleure exposition pharyngolaryngée. **(Figure 52)**

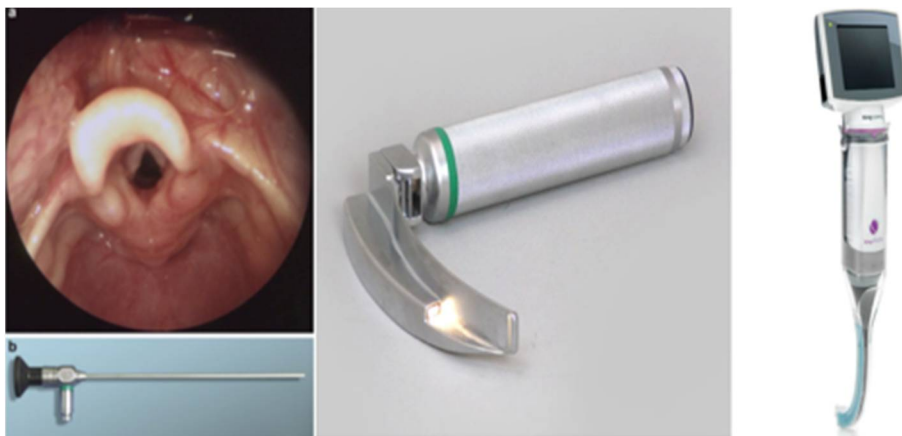


Figure 52 : Vue panoramique du pharyngolarynx, obtenue grâce à : Un laryngoscope d'intubation anesthésique et un endoscope de 4mm de diamètre.

Les laryngoscopes diagnostiques et opératoires ont deux conceptions de base. Ils sont équipés soit d'une fente latérale pour introduire un tube endotrachéal ou d'un bronchoscope, soit d'un tube ouvert sans ouverture latérale. Ce type de laryngoscopes sera passé en revue dans les parties suivantes de ce chapitre.

2.3.1.1. Laryngoscope Parsons (Figure 53)

Les laryngoscopes Parsons permettent une exposition optimale de l'endolarynx grâce à leur pointe effilée pouvant être placée dans la vallécule ou derrière l'épiglotte.

La fente latérale sert non seulement à une intubation, mais fournit également un espace de travail pour la suture endoscopique. [102,114]

2.3.1.2. Laryngoscope Benjamin-Lindholm (Figure 54)

La pointe distale du Laryngoscope Benjamin-Lindholm se place au niveau de la base de la langue, dans la vallécule. La pression exercée contre les plis glosso-épiglottiques médians et latéraux élève l'épiglotte ce qui permet une exposition optimale du pharyngolarynx.

Ce laryngoscope est parfaitement adapté au traitement de toutes les formes de pathologies pharyngolaryngées, telles que la laryngomalacie, les kystes sacculaires ou les anomalies vasculaires. [102,114]

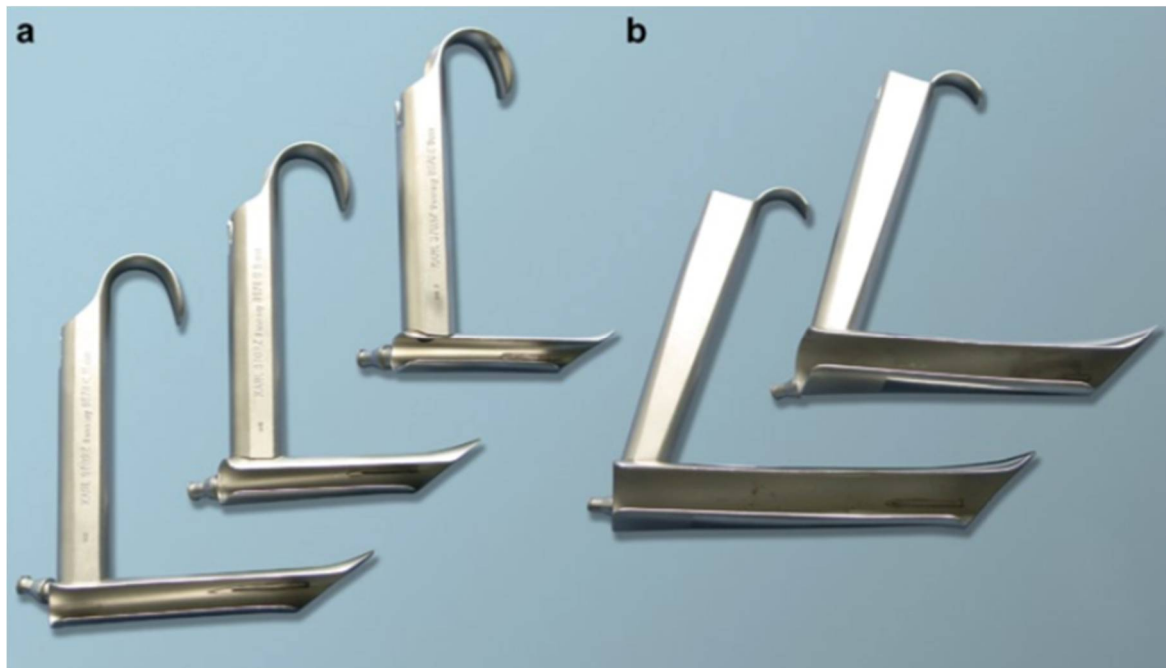


Figure 53 : Ensemble de laryngoscopes Parsons.

(a) Tailles pour nourrissons et enfants.

(b) Tailles des adolescents et des adultes.



Figure 54 : Laryngoscopes Benjamin – Lindholm.

2.3.1.3. Laryngoscope Kleinsasser (Figure 55)

Ces laryngoscopes droits offrent une large exposition du larynx en ligne directe, bien adaptée au laser CO2.

Cela contraste avec les laryngoscopes conçus en sablier, qui sont, quant à eux, tout à fait adaptés à la chirurgie d'instrumentation à froid mais sont moins optimaux dans le cas d'un travail pédiatrique au laser laryngé. **(Figure 56)** [102,114]

2.3.1.4. Laryngoscope Holinger-Benjamin (Figure 57)

Ce sont des laryngoscopes de petit diamètre qui sont fendus le long du côté droit pour permettre l'intubation d'une voie aérienne problématique.

Ils permettent également d'exposer la commissure antérieure et la sous-glote en cas d'accès difficile. Cependant, elles ne peuvent pas être utilisées pour la microlaryngoscopie en suspension. [102,114]

Ils sont disponibles en trois tailles différentes.



Fig. 5.7



Fig. 5.8

Figure 55 : Laryngoscopes KLEINSASSER.

Figure 56 : Laryngoscopes en sablier.



Figure 57 : Laryngoscope HOLINGER-BENJAMIN.

2.3.1.5. Kit de laryngoscopes pédiatriques (Figure 58)

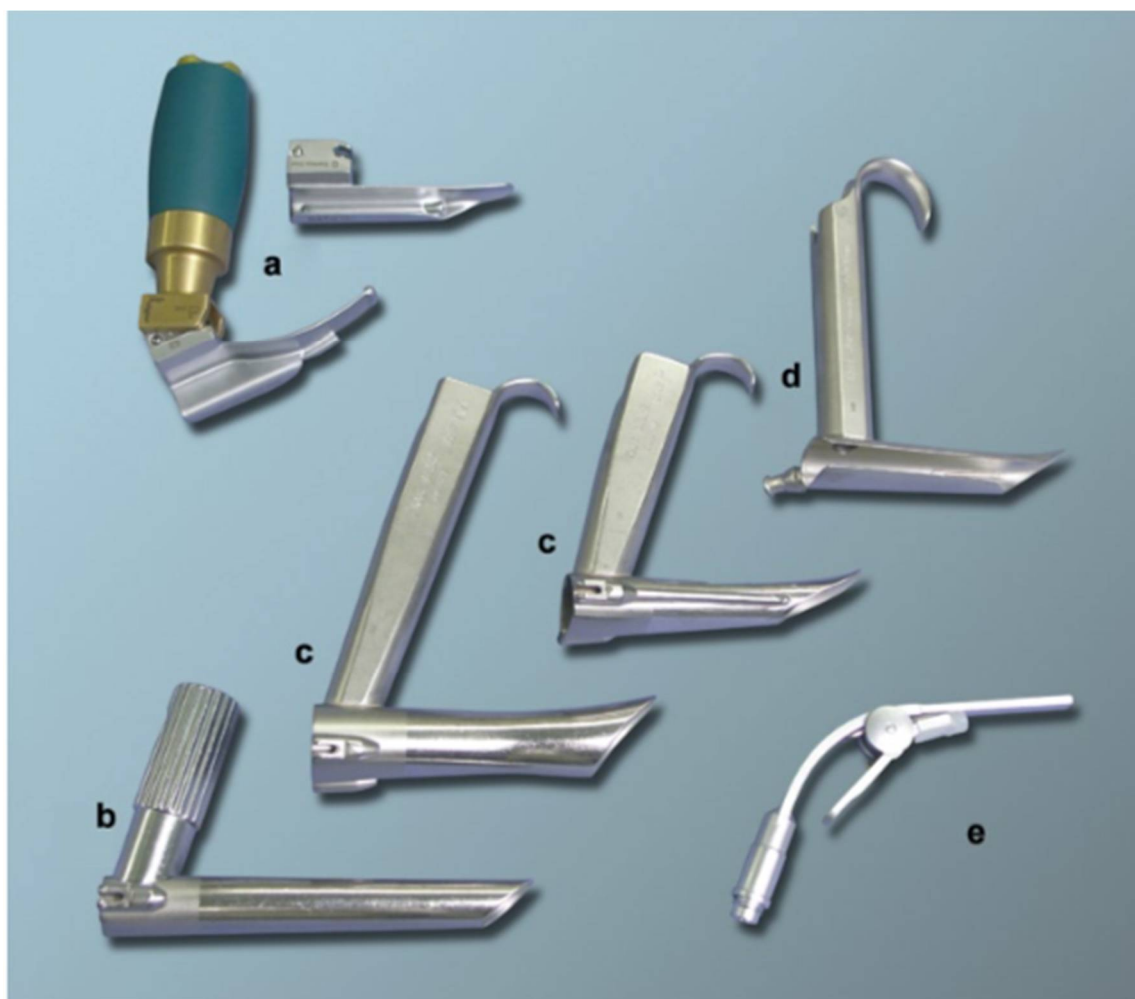


Figure 58 : Kit des laryngoscopes pédiatriques. [102]

- (a) Laryngoscope anesthésiste.
- (b) Laryngoscope KLEINSASSER.
- (c) Laryngoscopes BENJAMIN-LINDHOLM.
- (d) Laryngoscope PARSON.
- (e) Pince lumineuse BENJAMIN – HAVES.

2.3.1.6. Microlaryngoscopie en suspension

La bonne exposition laryngée est la clé d'un examen endoscopique diagnostique et thérapeutique réussi.

La laryngoscopie en suspension est réalisée à l'aide d'un support de laryngoscope sur la table pont. Cette technique permet de garder les deux mains libres pour manipuler les instruments pendant l'intervention. Le chirurgien ne devrait pas hésiter à essayer différents laryngoscopes jusqu'à ce qu'une bonne exposition laryngée soit obtenue. La visualisation de la commissure laryngée antérieure peut être améliorée en utilisant Elastoplast® comme «troisième main» afin d'exercer une pression externe sur le larynx. Une manœuvre de préhension et d'élévation du cartilage thyroïdien, fournira une exposition idéale de l'hypopharynx et de la région post-cricoïde. [114] **(Figure 59)**



Figure 59 : Configuration de la microlaryngoscopie en suspension [102]

Une bande d'Elastoplast® maintient la pression cervicale antérieure et améliore la visualisation de la commissure laryngée.

2.3.1.7. Instruments accessoires

- **Instruments de suture endoscopique (Figure 60) :**

Les porte-aiguilles Karl Storz et Microfrance peuvent saisir une petite aiguille «TF plus » pour la suture laryngée endoscopique.

Le poussoir est utilisé pour faire les nœuds.

- **Plates-formes laser (Figure 61) :**

Ces plates formes existent en différentes formes et tailles et sont équipées d'un trou latéral pour l'aspiration des panaches laser.

Elles protègent la muqueuse normale pendant la chirurgie au laser.

La plateforme Pilling est spécialement conçue pour protéger la corde vocale controlatérale au niveau de la commissure antérieure du larynx.

- **Le set d'instruments laryngés Kleinsasser (Figure 62):**

La sonde à angle droit sert à rechercher une mobilité passive des aryténoïdes ou d'une fente laryngotrachéo-œsophagienne.

Il est également utile pour repositionner un aryténoïde luxé.

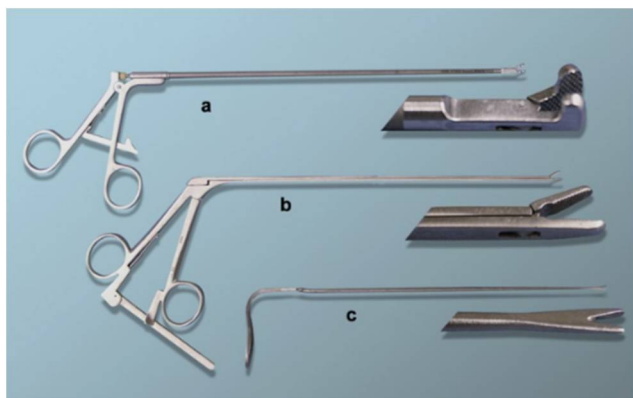


Figure 60 : Instruments de suture endoscopique :

- (a) porte-aiguille Karl Storz.
- (b) Porte-aiguille Microfrance.
- (c) Poussoir de nœuds.

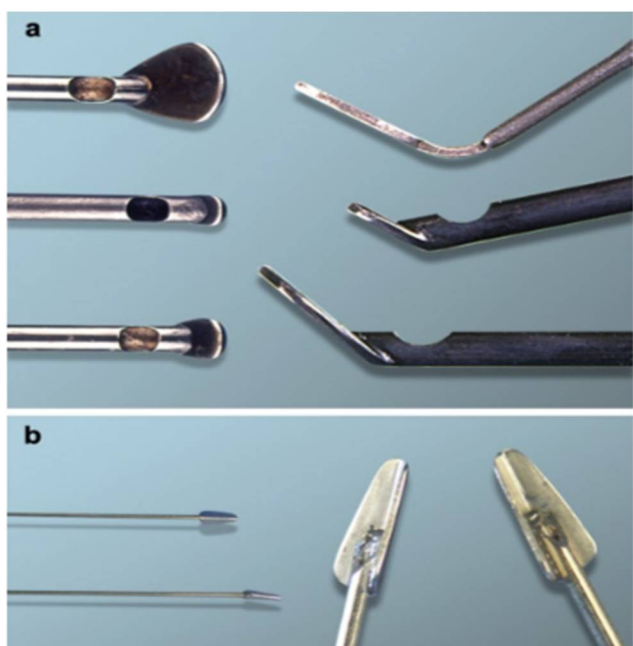


Figure 61 : Plates-formes Laser

- (a) Plates-formes de Steiner.
- (b) Plates-formes de Pilling.



Figure 62 : Ensemble d'instruments laryngés KLEINSASSER.

- **La pince à préhension en forme de cœur de bouchayer (Figure 63a) :**

Cette pince (droite et gauche) est délicate, dentelée, triangulaire et fenêtrée. Elle permet de maintenir la muqueuse laryngée avec un traumatisme minime.

- **L'appareil de mesure endoscopique (Figure 63b) :**

L'appareil de mesure endoscopique est utilisé pour mesurer les longueurs dans l'axe craniocaudal.

Il permet de sélectionner le stent approprié, grâce à la mesure de la distance entre les cordes vocales et la sténose sous-glottique ou le trachéostome.

- **L'aiguille d'injection Zeitel (Figure 63c) :**

L'angulation distale de l'aiguille par rapport à la tige est idéale pour les injections dans l'espace de Reinke et la sous-glotte.

Cette aiguille est utile pour injecter du Cidofovir® dans la PRR.

- **Les dissecteurs de bouchayer (Figure 63d) :**

Cet instrument (droit et gauche) est idéal pour tester la mobilité passive des aryténoïdes en cas d'immobilité des cordes vocales.

- **Le porte-aiguille Lichtenberger (Figure 63e) :**

Cet instrument peut être utilisé pour placer des points endo-extralaryngés, ou endo-extratrachéaux, sous contrôle visuel endoscopique. (Ex : mise en place stent laryngé ou trachéal sous contrôle endoscopique) (Figure 64)

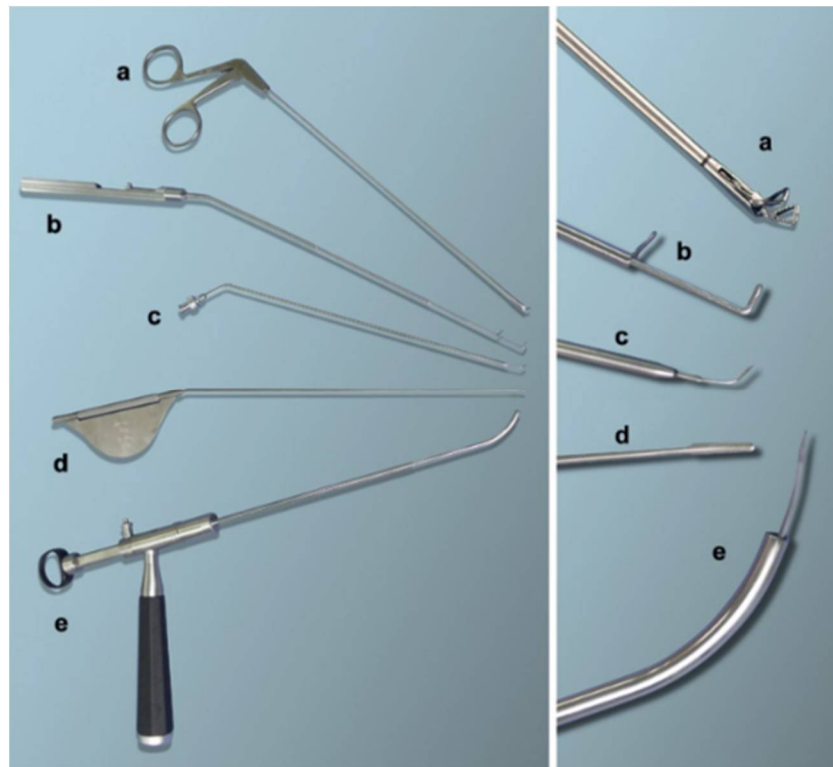


Figure 63 : Ensemble d'instruments laryngés

(a) Pince de préhension BOUCHAYER.

(b) Appareil de mesure endoscopique.

(c) Aiguille d'injection de ZEITEL.

(d) les dissecteurs de BOUCHAYER.

(e) Porte-aiguilles de LICHTENBERGER

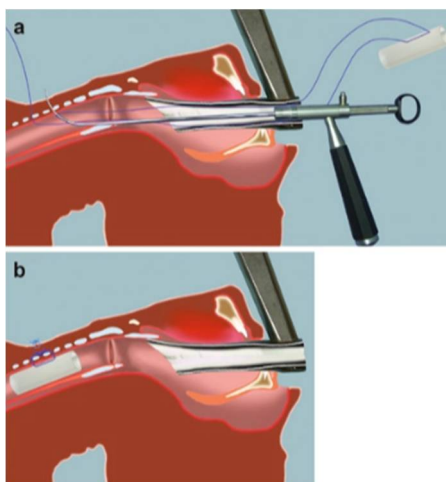


Figure 64 : Mise en place endoscopique d'un stent trachéal

(microlaryngoscopie en suspension.)

- **Le rétracteur des fausses cordes vocales Lindholm** (Figure 65) :

Ce rétracteur permet un large accès à la sous-gllotte, pendant la chirurgie Laser. Il est également utile dans le diagnostic différentiel entre la paralysie neurogène bilatérale des cordes vocales et la sténose glottique postérieure.

Dans le larynx pédiatrique, cet écarteur doit toujours être délicatement placé sur les bandes ventriculaires et non sur les cordes vocales afin d'éviter de les traumatiser.

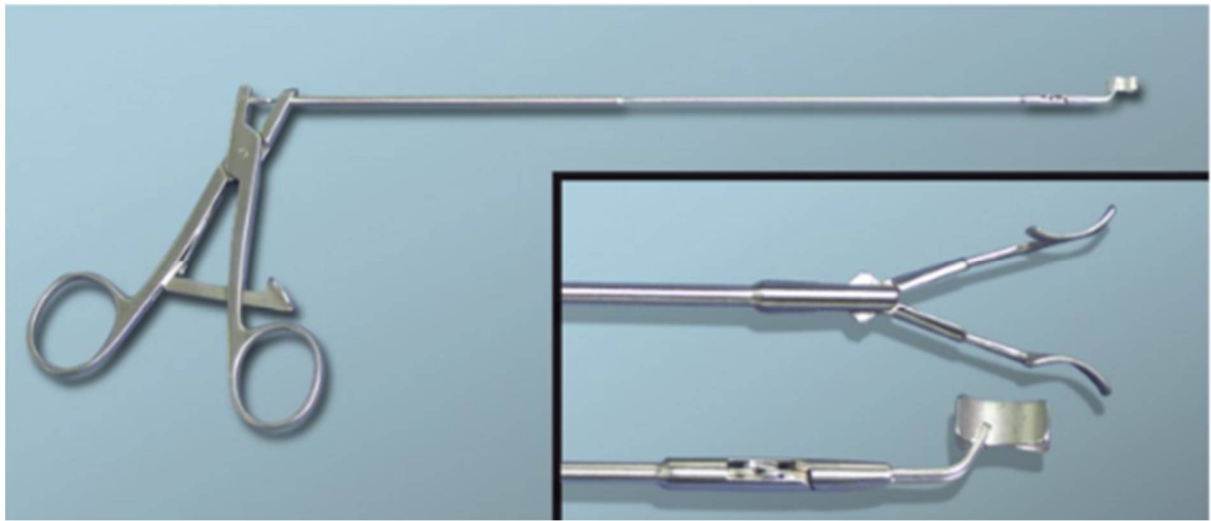


Figure 65 : Rétracteur des fausses cordes vocales LINDHOLM.

- **Jauges métalliques LT-mold pour une utilisation endoscopique (microlaryngoscopie en suspension).** Différentes jauges LT-Mold sont insérées dans le larynx afin de sélectionner la taille appropriée de la prothèse LT-Mold. (**Figure 66**)



Figure 66 : Jauges métalliques LT-Mold pour une utilisation endoscopique.

- **Jauges métalliques LT-mold pour une utilisation peropératoire.** Pendant la chirurgie, ces jauges LT-Mold permettent de sélectionner correctement la taille de la prothèse en fonction du calibre et de la longueur des voies respiratoires reconstruites. (**Figure 67**)

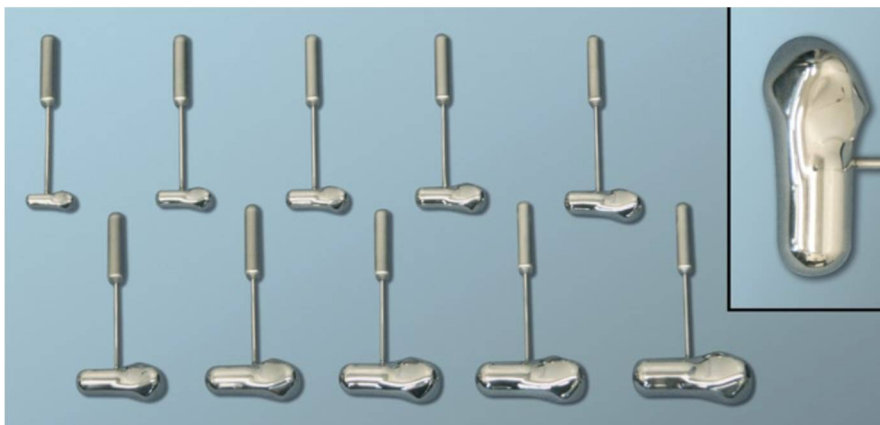


Figure 67 : Jauges métalliques LT-Mold pour une utilisation peropératoire.

2.3.2. Instruments de bronchoscopie.

L'examen bronchoscopique est couramment utilisé dans l'exploration et la gestion des voies aériennes pédiatriques.

Il existe deux variétés de bronchosopes : Bronchosopes rigides et bronchosopes flexibles

2.3.2.1. Bronchosopes rigides.

Les bronchosopes rigides permettent l'inspection de l'arbre trachéobronchique de toutes les tranches d'âge.

Les bronchosopes rigides, à tube ouvert, sont disponibles en des tailles et des formes différentes. (**Tableau 8**)

Âge	N° Storz	Diamètre interne (mm)	Diamètre externe (mm)	Longueur (cm)	
Prématuré	2.5	3.5	4.0	20	
A terme	3.0	4.3	5.0		
6–12 mois	3.5	5.0	5.7		
1-2 ans	3.7	5.7	6.4	26	
2-3 ans	4.0	6.0	6.7		
3-4 ans	4.5	6.7	7.3		
4-5 ans	5.0	7.1	7.8	30	
5-6 ans	6.0	7.5	8.2		

Tableau 8 : Tailles des bronchosopes rigides pédiatriques et leurs recommandations selon l'âge du patient. [7,102]

Les bronchoscopes longs et minces permettent l'inspection des voies respiratoires jusqu'au niveau des bronches basales, et ce, même chez les nouveau-nés prématurés. **(Figure 68)**



Figure 68 : Bronchoscopes rigides pédiatriques :

(a) Ensemble de huit bronchoscopes Karl Storz de taille 2,5–6,0.

- (1)** Connexion du câble d'éclairage.
- (2)** Optique d'endoscopie
- (3)** Déflecteur de lumière pour l'éclairage du tube ouvert.
- (4)** Canal de ventilation.
- (5)** Orifice latéral standard de 15 mm pour l'anesthésie.

(b) Vues latérale et frontale d'une variété de pinces optiques montées sur des optiques. De haut en bas : ciseaux, biopsie, corps étranger, biopsie en cupule et pince à préhension

Il est possible de monter des optiques sur les bronchosopes, améliorant ainsi la précision de l'exploration endoscopique.

La possibilité de connecter des fibres du Laser au bronchoscope offre une meilleure approche thérapeutique dans la gestion des voies aériennes pédiatriques. La fibre Laser se fixe à l'optique 0° grâce au steri-strip et est facilement visible dans le champ du bronchoscope dans la trachée et des bronches. **(Figure 69)**

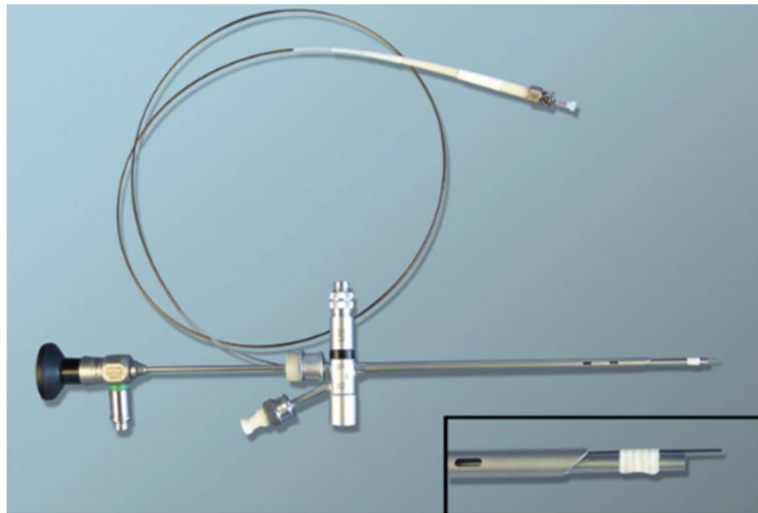


Figure 69 : Fibre laser CO2 fixée à l'optique 0° avec des Steri-Strips.

2.3.2.2. Bronchoscopes flexibles

Il existe cinq types de bronchoscopes flexibles utilisés dans les explorations des voies aériennes pédiatriques. (**Figure 70**)

- Bronchoscopes ultra-minces de 1,9 mm et 2,2 mm.

Ils sont dotés d'une flexion distale sans canal de travail ni vidéo-endoscope.

- Vidéo-bronchoscopes de 2,8 mm et 3,5 mm.

Ils sont dotés d'un canal de travail de 1,2 mm

- Vidéo-bronchoscope de 4,9 mm.

Les flexions distales de 130° et 180° permettent la visualisation des bronches segmentaires des lobes supérieurs.

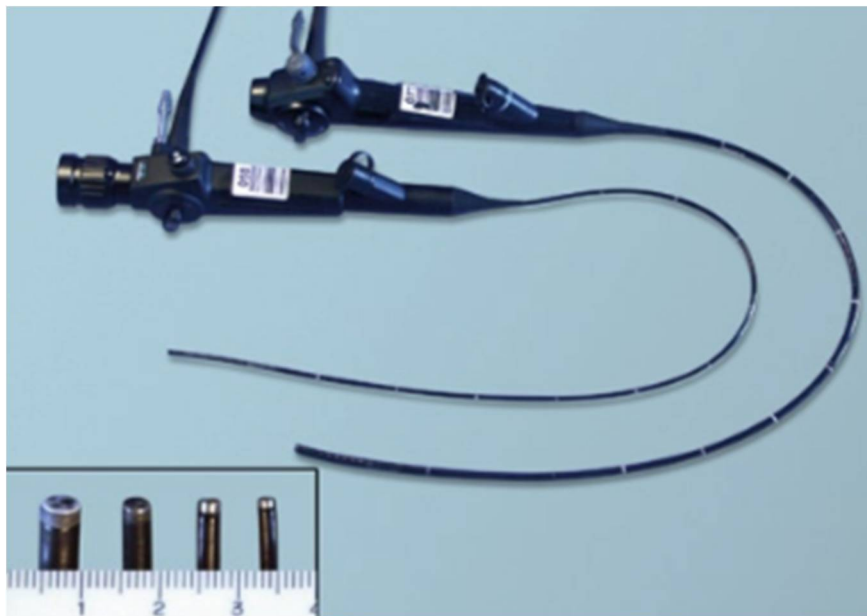


Figure 70 : Broncho fibroscope flexible de 2,2 mm.

Vidéo-bronchoscope de 4,9 mm.

2.3.3. Instruments d'œsophagoscopie

2.3.3.1. Œsophagoscopes rigides

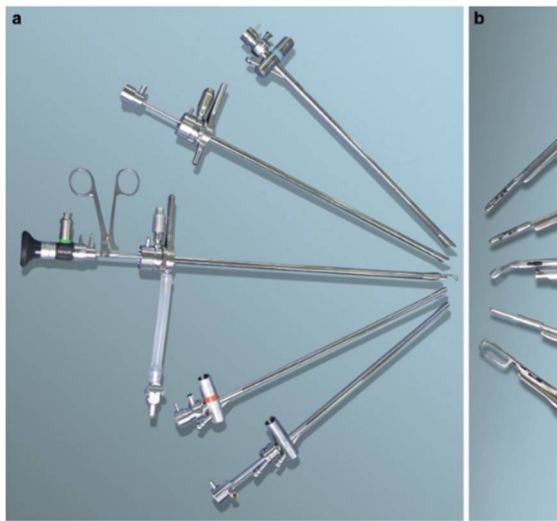


Figure 71 : Ensemble d'œsophagoscopes et de pinces pédiatriques rigides :

(a) Les tailles 3 et 3,5 mesurent 20 cm de long. Les tailles 4 à 6 mesurent 30 cm de long.

(b) Pinces optiques : mêmes pinces que celles utilisées pour la bronchoscopie.

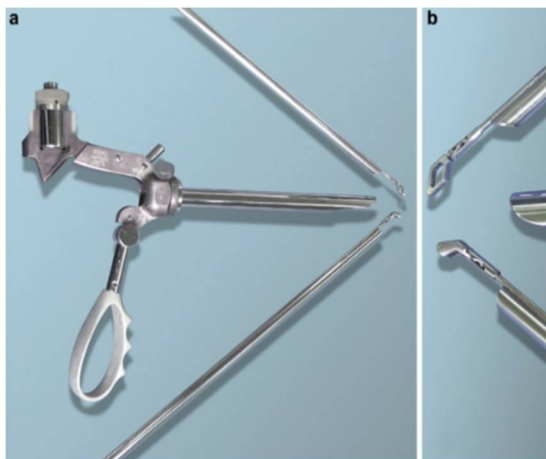


Figure 72 : Œsophagoscope HASSLINGER

(a) Œsophagoscope HASSLINGER: Disponibles en tailles pédiatriques et adultes.

(b) Vue rapprochée: une pince à préhension optique puissante est utile pour l'extraction de corps étrangers dans l'hypopharynx.

Âge	Œsophagoscope
Prématuré	2.0/2.5
A terme	3.0/3.5
6–12 mois	3.5/4.0
1-2 ans	4.0
2-3 ans	4.0/4.5
3-4 ans	5.0
4-5 ans	5.0/5.5

Tableau 9 : Recommandations des tailles des œsophagoscopes selon l'âge du patient. [102]

2.3.3.2. Œsophagoscopes souples

La laryngo-œsophagoscopie transnasale flexible (TNFLO) est utilisée pour diverses indications diagnostiques, telles que l'investigation de la dysphagie et de la dysphonie, l'examen de la cavité nasale et des choanes ainsi que la surveillance du cancer de la tête et du cou.

La vidéo numérique haute définition et la lecture image par image permettent une bonne visualisation, démonstration et analyse de l'anatomie ou de la pathologie.

La région post-cricoïde est particulièrement bien visualisée.

L'anatomie et la pathologie dynamiques ne sont pas facilement visibles en temps réel avec une endoscopie conventionnelle, telle que l'ouverture physiologique de l'anneau cricopharyngé pendant la déglutition, ou une poche pharyngée.

Sur le plan thérapeutique, le TNFLO a été utilisé de manière diversifiée pour l'insertion de valves vocales, les procédures de médialisation des cordes vocales, l'élimination des corps étrangers, l'élimination de l'obstruction du bol alimentaire et la chirurgie au laser endolaryngé. [191]

2.3.4. Instruments accessoires

2.3.4.1. Instruments de dilatation

Les bronchoscopes rigides ne doivent pas être utilisés pour dilater les sténoses laryngées, trachéales ou bronchiques.

Des bougies coniques semi-rigides ou des dilatateurs à ballonnet d'angioplastie sont dédiés à cet effet. [102]

a. Bougies effilées

Les dilatateurs œsophagiens Savary – Gilliard sont constitués de bougies souples, effilées, incompressibles, de 5 à 15 mm de diamètre (**Figure 74**).

Grâce à leur flexibilité longitudinale et leur dureté transversale, ils s'accommodent aux voies respiratoires pédiatriques et permettent une dilatation efficace.

Il existe d'autres dilatateurs laryngotrachéaux constitués d'une tige métallique et d'une tête en plastique effilée. Ceux-ci sont également utilisés pour dilater les sténoses sous-glottiques pédiatriques (**Figure 73**). [102]

b. Dilatateurs à ballonnet.

Les dilatateurs à ballonnet se gonflent à des tailles de plus en plus grandes en augmentant leur pression intérieure grâce à une seringue équipée d'un manomètre (**Figure 75**). [102]

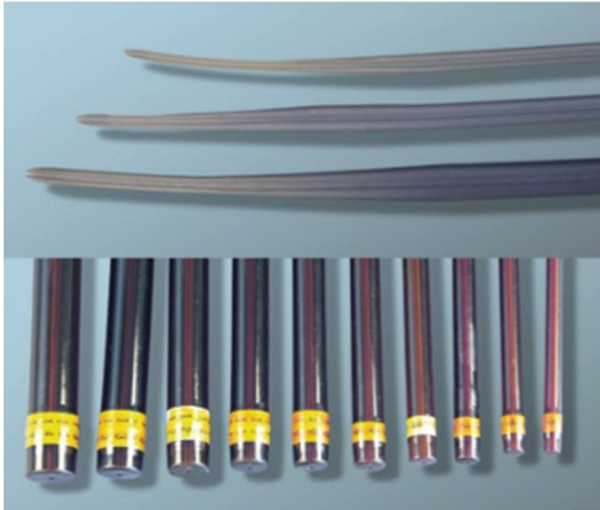


Figure 74 : Dilatateurs Savary-Gilliard :
L'extrémité effilé permet une dilatation douce et progressive



Figure 73 : Dilatateurs à tige métallique et tête conique en plastique:
Plus traumatisants et moins polyvalents que les dilateurs Savary – Gilliard

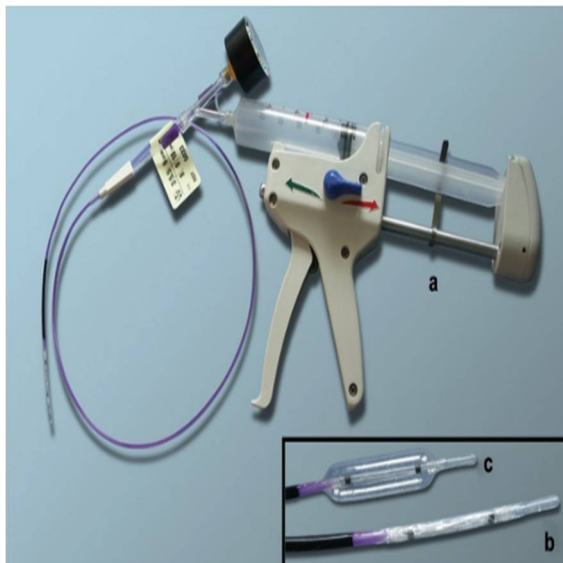


Figure 75 : Dilatateur à ballonnet associé à une seringue d'inflation :
(a) Ensemble général.
(b) Ballon dégonflé (vue rapprochée).
(c) Ballon gonflé (vue rapprochée).

2.3.4.2. Microdébrideur

Le microdébrideur est couramment utilisé en chirurgie endonasale. Cependant, il a été adapté au traitement des lésions pédiatriques bénignes des voies respiratoires.

Le microdébrideur se compose d'une tige de 18, 22,5 ou 27,5 cm de long avec un trou latéral distal de 2,9 ou 3,5 mm de diamètre.

Il est également équipé d'une lame intérieure rotative pour couper les tissus mous aspirés dans le trou latéral pendant la chirurgie (**Figure 76**).

Ce dispositif s'adapte parfaitement à la gestion des PRR, des hémangiomes sous-glottiques et des tissus de granulation sous-glottiques et trachéaux. [102]

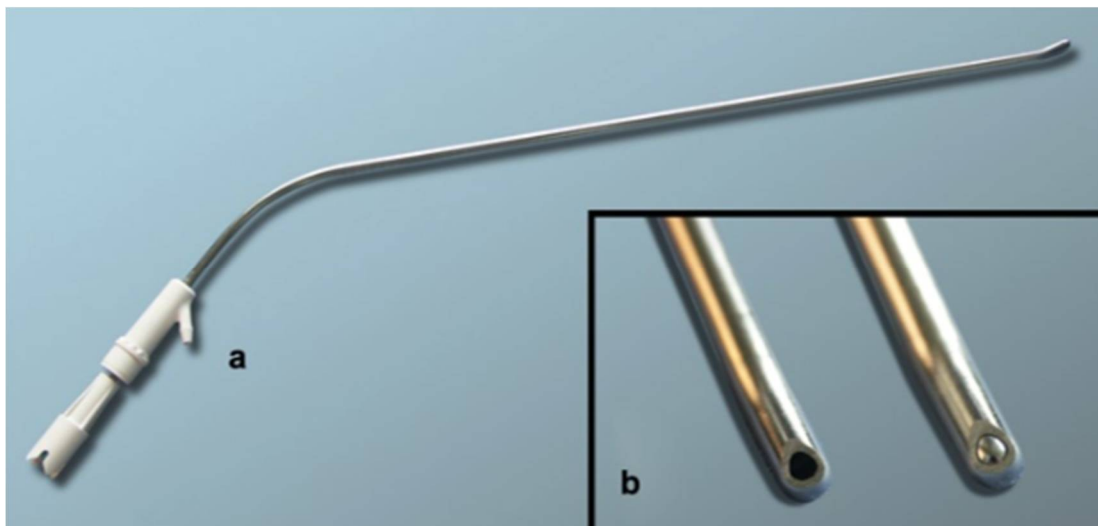


Figure 76 : (a) Canule d'aspiration du microdébrideur.

(b) Vue rapprochée de l'ouverture latérale avec lame rotative intérieure.

2.4. Exploration endoscopique des sténoses laryngées.

2.4.1. Nasofibroscopie laryngée.

Face à des signes respiratoires, la nasofibroscopie laryngée constitue l'examen de première intention pour l'évaluation initiale et le dépistage. La nasofibroscopie est réalisée sous anesthésie, en respiration spontanée.

(Figure 77)

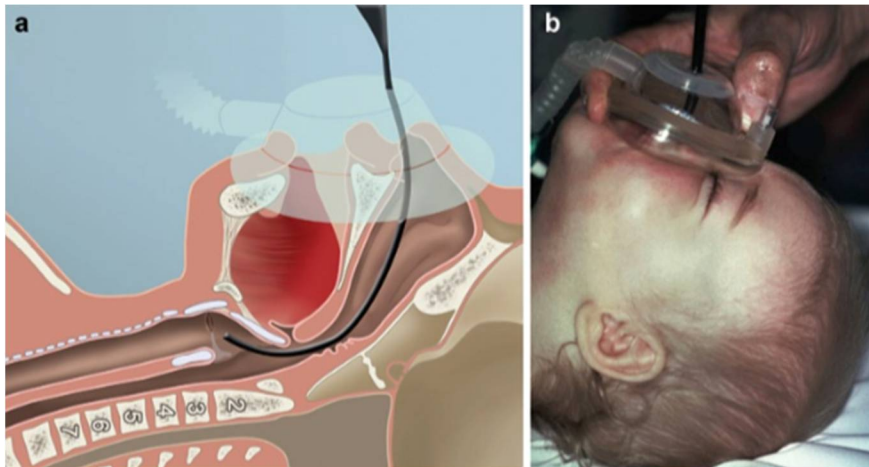


Figure 77 : Nasofibroscopie laryngée à travers un masque facial chez un enfant anesthésié respirant spontanément.

(a) Schéma.

(b) Vue extérieure.

Cet examen permet de :

- Examiner les cavités nasales, le nasopharynx, l'oropharynx,
- Évaluer la mobilité des cordes vocales
- Détecter d'éventuelles anomalies extra-laryngée. [101]

La visualisation de la sous-glote est impossible chez le nourrisson éveillé. Une exploration endoscopique complémentaire, sous-anesthésie générale, est nécessaire pour évaluer l'ensemble des voies aériennes. [101] Des anomalies associées sont observées dans plus de 50% des cas. [44]

Chez les nourrissons, un nasofibroscope de 3,5mm de diamètre peut généralement être passé par le nez sous anesthésie

Chez les prématurés un nasofibroscope de 2,2mm de diamètre doit être utilisé. Cependant l'absence de canal de travail nécessite l'utilisation d'une canule d'aspiration accessoire.

Chez les enfants plus âgés, un nasofibroscope de 3,5 ou 4,9 mm de diamètre est l'instrument de choix [101,113]

Afin de corrélérer les symptômes du patient avec les résultats endoscopiques, des manipulations externes de la tête peuvent s'avérer nécessaires. Les mouvements de flexion et d'extension de la tête ainsi que le soulèvement de la mâchoire pendant l'endoscopie fournissent des informations utiles sur la dynamique des voies respiratoires. [101]

2.4.2. Laryngoscopie directe

La laryngoscopie directe (LD) est une exploration réalisée sous anesthésie générale. Après exposition du larynx à l'aide d'un laryngoscope, la lame est ensuite insérée dans la vallécule. **(Figure 78)** [114]

La LD permet de : [94, 101]

- Évaluer les voies respiratoires supérieures.
- Détecter les éventuelles sténoses glottiques, sous-glottiques ou trachéales.
- Évaluer la longueur de la sténose et apprécier son extension cranio-caudale.
- Mesurer la taille de la lumière résiduelle.
- Apprécier l'intégrité des voies aériennes distales.

La LD est réalisée grâce à un endoscope rigide, 0°, de 4 mm de diamètre. Celui-ci offre une vue dégagée et claire de l'endolarynx, de la sous-glottis et de la trachée jusqu'à la carène.

Si l'endoscope 4mm est trop grand, un endoscope de 2.7 mm ou 1 mm de diamètre doit être utilisé. Différentes longueurs peuvent être utilisées.[101]

En présence d'une sténose sous-glottique ou trachéale, il faut veiller à ne pas traumatiser la muqueuse avec l'endoscope.

Le moindre traumatisme d'une voie aérienne rétrécie aura pour résultat la décompensation de la dyspnée obstructive et nécessitera une trachéotomie d'urgence. [101]

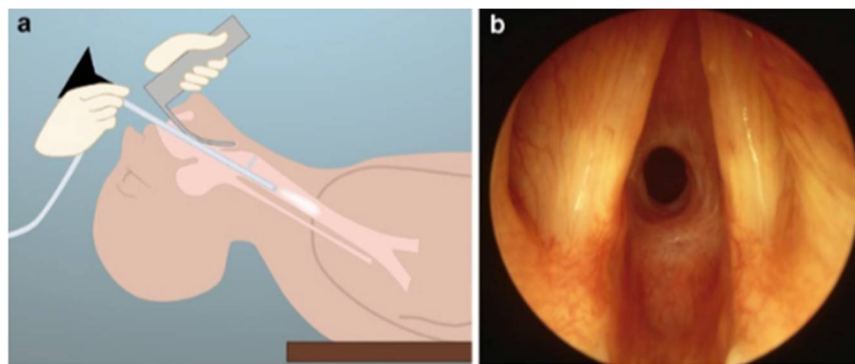


Figure 78 : Laryngoscopie directe avec un endoscope rigide :

(a) Schéma de l'examen endoscopique.

(b) Sténose sous-glottique de grade II.

2.4.3. Microlaryngoscopie en suspension

La microlaryngoscopie en suspension permet de libérer les deux mains. Chose indispensable pour manipuler l'endoscope et les instruments nécessaires à l'exploration, d'où l'intérêt de la suspension. **(Figure 79)**

Le laryngoscope BENJAMIN-LINDHOLM est généralement privilégié dans cette exploration. Il offre une vue claire et dégagée de la région pharyngolaryngée et de la sous-glote. [114] **(Figure 80)**

L'utilisation de la microlaryngoscopie en suspensions permet de : [101]

- Évaluer le degré de la sténose.
- Mesurer la sténose dans l'axe cranio-caudal.
- Différencier une paralysie bilatérale des cordes vocales d'une sténose sous-glottique postérieure.



Figure 79 : Configuration de la microlaryngoscopie en suspension.



Figure 80 : Laryngoscopes BENJAMIN – LINDHOLM.

2.4.3.1. Évaluation du degré de sténose : bougies effilées

Les bougies effilées sont préférables aux tubes endotrachéaux dans l'évaluation du diamètre du segment sténosé, car moins traumatique.

Le diamètre de la bougie qui traverse le segment librement sans résistance indique le diamètre de la sténose. [94]

Le système de gradation Myer-Cotton modifiée est couramment utilisé à cet effet. [115] (*Cf. page 202*)

2.4.3.2. Mesures des sténoses des voies respiratoires

L'endoscope est inséré à travers le laryngoscope jusqu'au niveau des cordes vocales. La distance enregistrée est marquée sur la tige de l'endoscope.

Des mesures répétées sont prises aux marges supérieures et inférieures de la sténose, de la trachéostomie et de la carène. **(Figure 81) (Figure 82)**

L'anneau cricoïde peut être identifié par palpation externe. La distance qui le sépare du trachéostome est ensuite mesurée sur la peau.

Ces mesures doivent être rapportées sur un schéma et ajoutées au rapport de laryngoscopie.

Afin de planifier la chirurgie avec précision, en particulier en cas de résection anastomose, de telles mesures s'avèrent indispensables. [101]

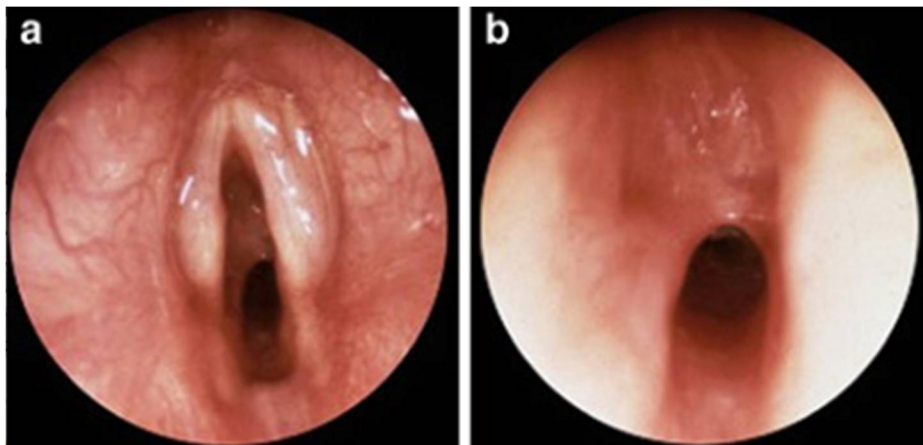


Figure 81 : Photographies fixes en série d'une sténose sous-glottique :

(a) Cordes vocales intactes.

(b) Sténose sous-glottique atteignant (corde vocale gauche).

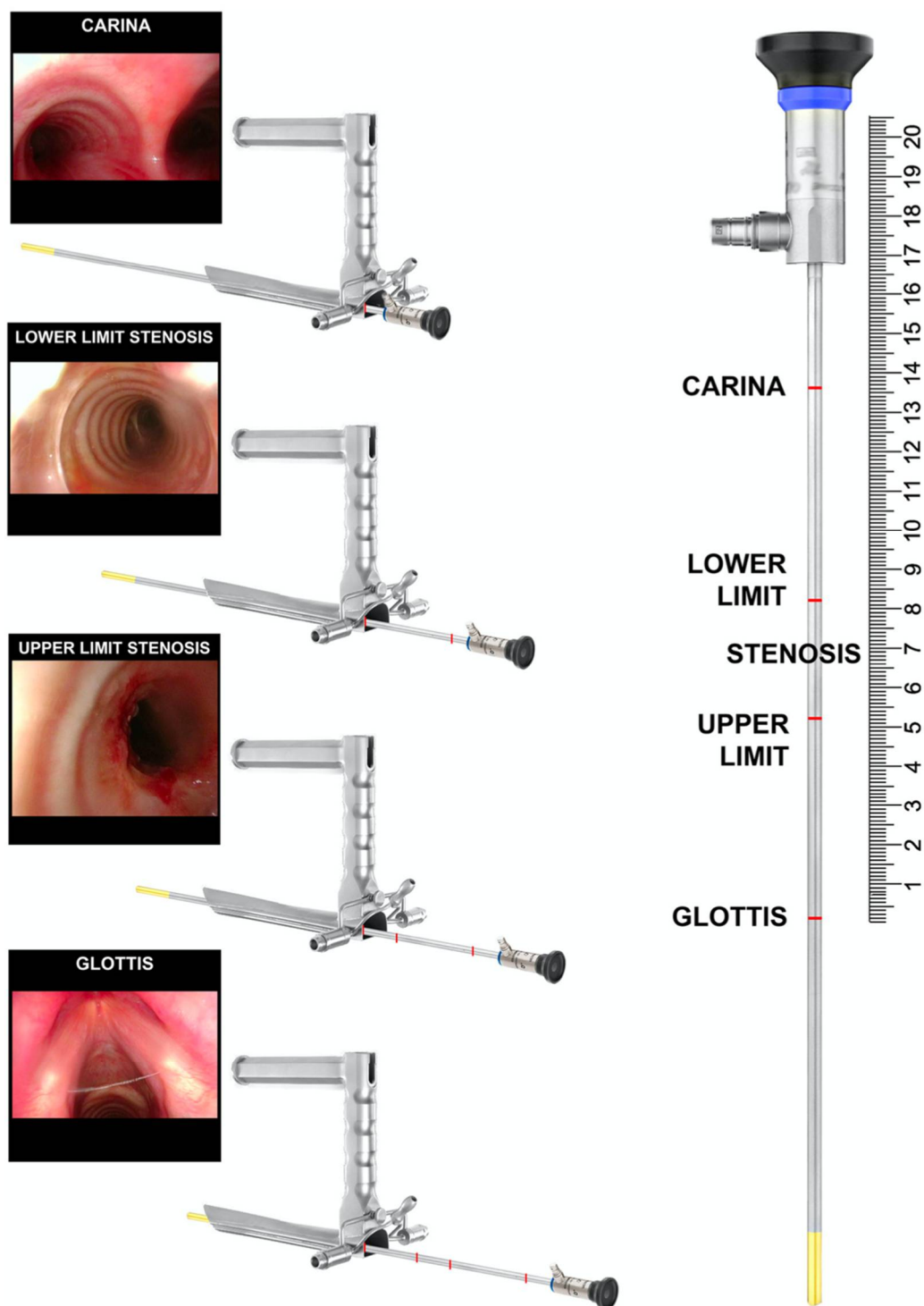


Figure 82 : Évaluation précise du site de l'extension cranio-caudale

2.4.3.3. Paralysie bilatérale des cordes vocales VS sténose glottique postérieure.

Différencier entre la paralysie bilatérale des cordes vocales (PBCV) et la sténose glottique postérieure (SGP) se base sur les antécédents médicaux du patient et sur l'examen endoscopique.

L'évaluation de la commissure laryngée postérieure à l'aide du rétracteur des fausses cordes vocales LINDHOLM permet le diagnostic différentiel.

La palpation des aryténoïdes permet, quant à elle, de classer les sténoses glottiques postérieure en 4 types. [101]

2.4.3.4. Évaluation de la commissure laryngée :

Le rétracteur des fausses cordes vocales LINDHOLM est placé au niveau des bandes ventriculaires et est ensuite ouvert.

Dans le cas des PBCV, la distance interaryténoïde se rétablit à sa taille normale. Dans le cas des SGP, la distance inter aryténoïde reste étroite. **(Figure 83)** [101]

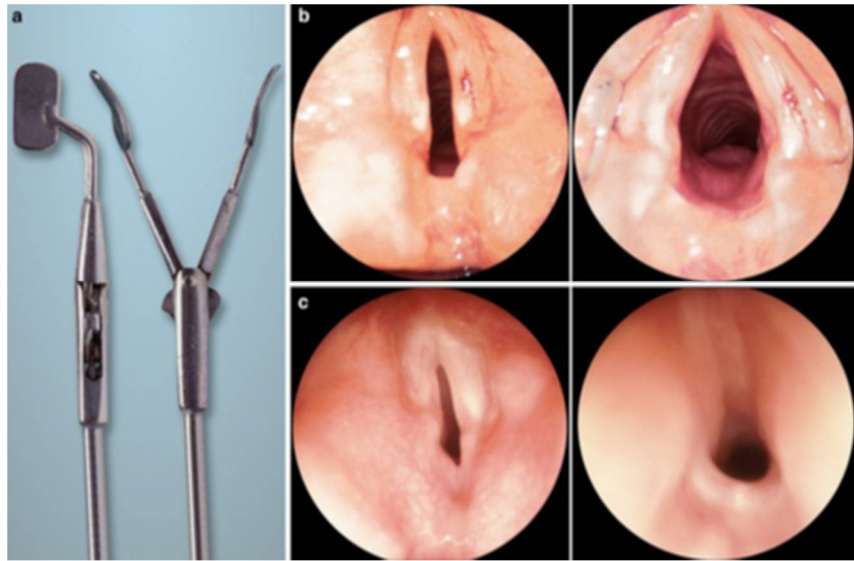


Figure 83 : Évaluation de la commissure laryngée.

(a) Le rétracteur de fausses cordes vocales LINDHOLM.

(b) Paralysie bilatérale des cordes vocales : la position paramédiane des deux cordes vocales (*à gauche*) est facilement écartée avec le faux enrouleur de cordes vocales (*à droite*).

(c) Cicatrisation de la commissure postérieure : la position paramédiane des deux cordes vocales (*à gauche*) n'est pas améliorée par le rétracteur. Cependant, une bande de tissu cicatriciel est visible (*à droite*).

2.4.3.5. Palpation endoscopique des aryténoïdes. [101,120]

La palpation des aryténoïdes permet d'identifier les différents types de la sténose glottique postérieure, selon la classification de BOGDASARIAN. [120]. Généralement la SGP résulte d'une intubation endotrachéale prolongée.

✓ **Type I** : Adhérence interaryténoïde (**Figure 83bis a**)

L'adhésion inter-aryténoïde est perçue comme une bande de tissu cicatriciel attachant les cordes vocales dans la ligne médiane. Le type I est caractérisé par une petite ouverture postérieure résiduelle avec une muqueuse interaryténoïde intacte.

✓ **Type II** : adhérence des cicatrices des commissures interaryténoïde et postérieure. (**Figure 83bis b**)

Dans le PGS simple, le tissu fibreux remplit la glotte postérieure sans aucune ouverture muqueuse résiduelle

✓ **Type III** : Adhérence de la commissure postérieure avec fixation articulaire crico-aryténoïde unilatérale. (**Figure 83bis c**)

La mobilisation de l'aryténoïde fixe est impossible. L'aryténoïde controlatéral peut être déplacé légèrement latéralement avec une sonde angulée.

✓ **Type IV** : Adhérence de la commissure postérieure avec une ankylose bilatérale de l'articulation crico-aryténoïde. (**Figure 83bis d**)

Les aryténoïdes sont solidement fixés la plaque cricoïde. Par conséquent, leur mobilisation à l'aide d'une sonde ainsi que leur séparation à l'aide du rétracteur des cordes vocales sont impossibles. Un tissu cicatriciel dense est généralement observé au niveau de la commissure laryngée postérieure.

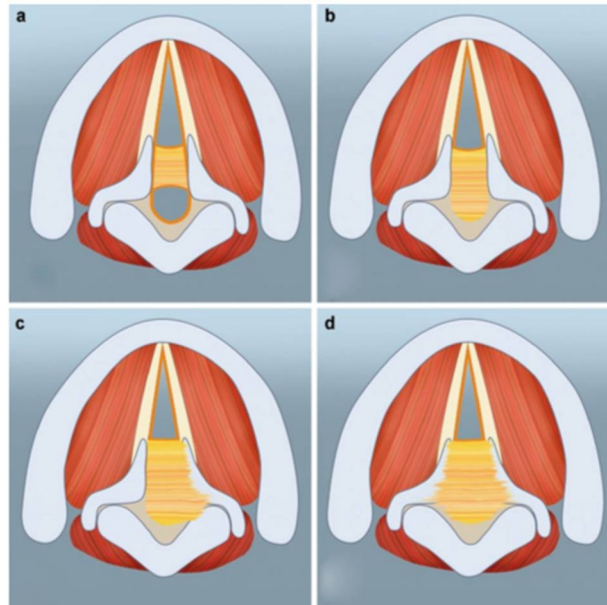


Figure 83bis : Classification BOGDASARIAN :

- (a) **Type 1** : Adhésion inter-aryténoïde.
- (b) **Type 2** : Cicatrices de commissure interaryténoïde et postérieure.
- (c) **Type 3** : Cicatrisation de la commissure postérieure avec fixation articulaire cricoaryténoïde unilatérale.
- (d) **Type 4** : Cicatrisation de la commissure postérieure avec fixation articulaire cricoaryténoïde bilatérale.

2.4.4. Bronchoscopie

La bronchoscopie prend tout son intérêt dans le cas où un œdème, une inflammation ou une tumeur bloquent le passage de la laryngoscopie directe au niveau du pharyngolarynx. Le tube externe du bronchoscope rigide permet de contourner l'obstruction pharyngolaryngée et d'atteindre le niveau glottique. L'exploration est réalisée à l'aide d'un optique 0°. Cependant, il faut veiller à ne pas traumatiser la muqueuse avec l'endoscope, car tout traumatisme peut aggraver l'état initial du patient. [101]

2.4.5. Œsophagoscopie

L'œsophagoscopie est réalisée chez les nourrissons à l'aide d'œsophagoscope souples ou rigides.

Le rôle de L'œsophagoscopie dans l'appréciation de la SSG est d'évaluer le reflux gastro-œsophagien tout en excluant l'œsophagite éosinophile.

Bien que le RGO soit mieux diagnostiqué par la surveillance du pH sur 24h, l'endoscopie œsophagienne est également utile lorsqu'elle révèle des signes évidents d'œsophage érosif. [101]

La rougeur et l'œdème de la muqueuse laryngée peuvent ne pas correspondre au RGO sur la base d'un examen histologique. Cependant, Une muqueuse œsophagienne épaissie peut être le signe d'œsophagite éosinophile.

L'absence de l'angle de His, avec l'ouverture du cardia est une configuration anatomique qui peut être compatible avec un RGO chronique. [101]

Des biopsies doivent être réalisées régulièrement au cours de cet examen, afin de poser le diagnostic d'un RGO.

2.4.6. Scanner avec reconstruction

Une TDM cervicale, avec reconstruction 3D de la filière laryngotrachéale est très utile devant des obstructions complètes des voies respiratoires.

3. Classification des sténoses laryngées

La grande variété de présentations des sténoses laryngotrachéales a eu un grand besoin de classifications standardisées.

Au cours des dernières décennies, plusieurs classifications ont été proposées. Celles parmi elles, les plus pertinentes, seront présentées dans ce chapitre.

3.1. Classification lano-netterville

Lano et al. [193] ont proposé un système de gradation basé sur l'implication anatomique du sous-site.

Les auteurs ont décrit trois étapes en fonction du nombre de sous-sites impliqués :

- **Stade I** en cas d'implication de sous-site unique.
 - Glotte **ou** sous-gllotte **ou** trachée
- **Stade II** pour deux sous-sites impliqués.
 - [Glotte **et** sous-gllotte] **OU** [Sous-gllotte et trachée]
- **Stade III** en cas d'atteinte glotto-trachéale.
 - Glotte **et** sous-gllotte **et** trachée

3.2. Classification de McCaffrey

En 1992, McCaffrey a proposé une classification pour décrire l'extension de la sténose parmi les sous-sites les plus fréquemment impliqués : la glotte, la sous-gllotte et la trachée. (**Figure 84**) [146,192]

Ce système a été initialement validé sur une population adulte mais a ensuite été étendu aux patients pédiatriques.

- **Le stade I** est situé dans la sous-gllotte ou la trachée, avec une extension cranio-caudale <1 cm.
- **Le stade II** est limité à la sous-gllotte et a une extension cranio-caudale de plus de 1 cm.
- **Le stade III** implique à la fois la sous-gllotte et la trachée.
- **Le stade IV** s'étend à la glotte avec fixation ou paralysie d'au moins une corde vocale.

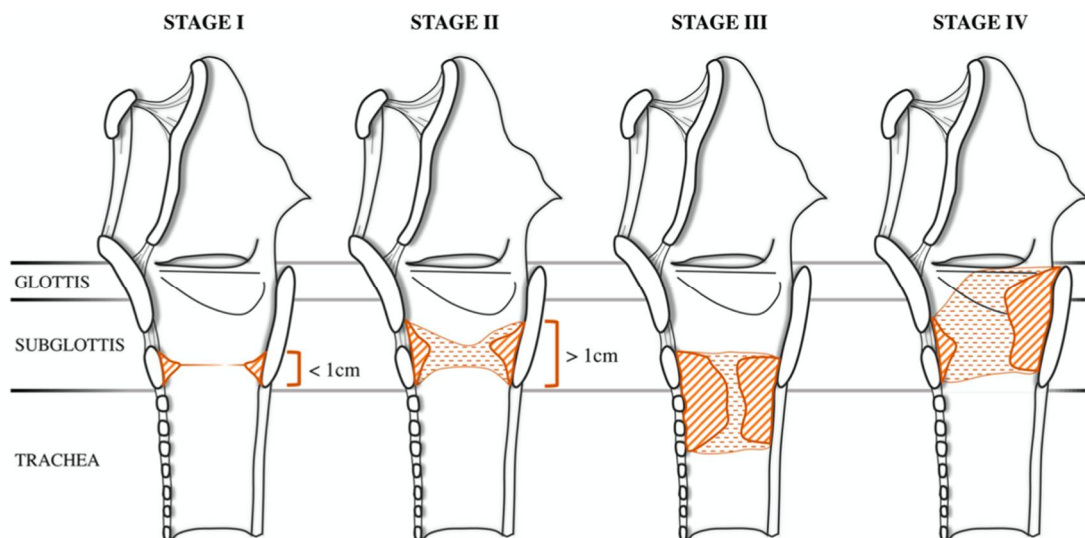


Figure 84 : Classification de McCaffrey [146]

3.3. Classification de Cohen.

La classification proposée par Cohen a tenté de décrire les palmures glottiques antérieures se produisant au moment de la formation de la lumière glottique, au cours du développement embryonnaire laryngé.

Les quatre types de palmure glottique antérieure sont en corrélation avec la gravité des symptômes. **(Figure 85)**

- **Le type 1** est une palmure antérieure impliquant 35% ou moins de la lumière glottique.
- **Le type 2** varie entre 35 et 50%.
- **Le type 3** entre 51 et 75%.
- **Le type 4** concerne 76% ou plus de la lumière glottique.

Classification	From	To	Endoscopic appearance
Grade I	No Obstruction	35% Obstruction	
Grade II	35%	50%	
Grade III	51%	75%	
Grade IV	76%	100%	

Figure 85 : Classification de Cohen [146]

3.4. Classification Myer-Cotton

Myer et Cotton ont établi en 1994 un système de gradation des sténoses sous-glottiques qui se base sur le dimensionnement par des tubes endotrachéaux (ETT).

Le Tableau 10 fournit un moyen simple d'obtenir le pourcentage de l'obstruction laryngée selon la taille de l'ETT et l'âge du patient.

Les pourcentages sont quasiment identiques pour les marques d'ETT les plus courantes. [115]

Le système de classification proposé par Myer-Cotton repose sur le calcul du pourcentage d'obstruction, en comparant la taille mesurée de l'ETT à sa taille présumée, en fonction de l'âge (**Figure 86**).

- **Grade I** à 50%.
- **Grade II** de 51% à 70%.
- **Grade III** de 71% à 99%.
- **Grade IV** pour obstruction totale.

La Synthèse du **tableau 10** et de la **figure 10** donne la **figure 87**. Celle-ci permet de classer facilement la sténose en grade I, II, III ou IV en comparant la taille du tube endotrachéal et l'âge du patient.

Classification	From	To
Grade I	 No Obstruction	 50% Obstruction
Grade II	 51% Obstruction	 70% Obstruction
Grade III	 71% Obstruction	 99% Obstruction
Grade IV	No Detectable Lumen	

Figure 86 : Gradation des sténoses sous-glottiques Myer-Cotton. [115]

Patient Age	Normal ID (mm)	Normal OD (mm)	Percentage of Obstruction With Actual Endotracheal Tube Size								
			ID = 2.0	ID = 2.5	ID = 3.0	ID = 3.5	ID = 4.0	ID = 4.5	ID = 5.0	ID = 5.5	ID = 6.0
Premature	2.0	2.8	0%								
	2.5	3.6	40%	0%							
	3.0	4.3	58%	30%	0%						
0-3 mo	3.5	5.0	68%	48%	26%	0%					
3-9 mo	4.0	5.6	75%	59%	41%	22%	0%				
9 mo to 2 y	4.5	6.2	80%	67%	53%	38%	20%	0%			
	2 y	5.0	7.0	84%	74%	62%	50%	35%	19%	0%	
4 y	5.5	7.6	86%	78%	68%	57%	45%	32%	17%	0%	
6 y	6.0	8.2	89%	81%	73%	64%	54%	43%	30%	16%	0%

ID — inside diameter, OD — outside diameter.

Tableau 10 : Pourcentage d'obstruction en fonction de la taille de l'ETT. [115]

DI : Diamètre interne.

DE : Diamètre externe.

Patient age		ID 2.0	ID 2.5	ID 3.0	ID 3.5	ID 4.0	ID 4.5	ID 5.0	ID 5.5	ID 6.0
Premature	No detectable lumen	40								
		58	30							
0-3 mo		68	48	26						
3-9 mo		75	59	41	22					
9 mo to 2 y		80	67	53	38	20				
2 y		84	74	62	50	35	19			
4 y		86	78	68	57	45	32	17		
6 y		89	81	73	64	54	43	30	16	
	Grade IV	Grade III		Grade II		Grade I				

Figure 87 : Classement de la sténose en fonction de la taille du tube endotrachéal [66,115]

3.5. Classification Myer-Cotton modifiée.

Cette nouvelle gradation des sténoses sous-glottiques (SSG), a été établie en 2009 et repose sur la gradation Myer-Cotton originale. [115] Elle comprend trois paramètres supplémentaires : Les comorbidités, l'atteinte glottique et l'association des deux. Cependant, elle reste simple et facile à retenir pour le praticien.

➤ **Les comorbidités** comprennent :

- Une prématurité sévère avec une maladie des membranes hyaline.
- Une insuffisance respiratoire.
- Des anomalies cardiaques.
- Des troubles neurologiques.
- Un reflux gastro-œsophagien sévère.
- Une obstruction des voies respiratoires extra laryngées.
- De graves anomalies congénitales syndromiques ou non syndromiques.

➤ **L'atteinte glottique** comprend :

- La sténose glottique postérieure.
- La fusion des cordes vocales.
- La paralysie unilatérale ou bilatérale des cordes vocales.

Une légère restriction du mouvement des cordes vocales, unilatérale ou bilatérale, n'a pas été incluse dans ce groupe.

Ce nouveau système de gradation des sténoses sous-glottiques est illustré dans le **tableau 11**. [121]

Gradation Myer-Cotton Originale		SSG isolées	SSG + Comorbidités	SSG + Atteinte glottique	SSG + Atteinte glottique + Comorbidités
		(a)	(b)	(c)	(d)
I	0-50%	I a	I b	I c	I d
II	51-70%	II a	II b	II c	II d
III	71-99%	III a	III b	III c	III d
IV	Ø Lumière	IV a	IV b	IV c	IV d

Tableau 11 : Système de gradation Myer-Cotton modifié.

IV. Diagnostic différentiel.

- 1. Laryngomalacie.** *(Cf. page 67)*
- 2. Laryngoceles et kystes larynges.** *(Cf. page 73)*
- 3. Paralysie des cordes vocales.** *(Cf. page 80)*
- 4. Palmures et atresies laryngees.** *(Cf. page 87)*
- 5. Hemangiome sous-glottique.** *(Cf. page 98)*
- 6. Diastème laryngotrachéal.** *(Cf. page 130)*
- 7. Trachéomalacie.** *(Cf. page 139)*

V. Prise en charge.

1. But

Rétablir une filière respiratoire compatible avec une bonne qualité de vie.

2. Moyens

2.1. Trachéotomie

Face à des cas avancés de sténoses sous-glottiques congénitales ou acquises, la pratique d'une trachéotomie peut s'avérer nécessaire pour maintenir une perméabilité des voies aériennes. [128]

Souvent, une trachéotomie est réalisée chez les nourrissons présentant une sténose laryngée congénitale, dans l'attente qu'ils puissent devenir éligibles à une chirurgie reconstructive laryngée.

La trachéotomie est réalisée en dessous du segment sténotique. Elle utilise le plus petit tube permettant une ventilation adéquate ainsi que des fuites. L'objectif est d'éviter toute lésion de la muqueuse trachéale et de préserver le potentiel phonatoire. [127, 134]

Selon l'American Society of Pediatric Otolaryngology, la majorité des chirurgiens pratiquent une incision cutanée verticale, retirent la graisse sous-cutanée, mûrissent le trachéostome, utilisent des sutures de maintien dans la trachée et sécurisent le tube endotrachéal avec des attaches. [144]

Une fois que les voies respiratoires sont sécurisées, deux modalités de prise en charge de base sont envisagées : endoscopie et chirurgie ouverte.

2.2. Chirurgie endoscopique

Certaines techniques endoscopiques ont été abandonnées depuis l'avènement des techniques de reconstruction laryngotrachéales en 1970. D'autres techniques endoscopiques ont consolidé leur place dans la prise en charge des sténoses laryngotrachéales. [126]

Ce mode de prise en charge présente un intérêt car :

- Il empêche l'évolution des sténoses sous-glottiques acquises vers des sténoses matures.
- Il favorise une cicatrisation appropriée et maintenir la perméabilité des voies respiratoires face aux signes inflammatoires et sténotiques, au début de la période post-opératoire.
- Il permet au nourrisson de grandir et de se stabiliser médicalement avant qu'une chirurgie ouverte ne soit réalisée.
- Il évite une trachéotomie.

Si actuellement, il est admis que les techniques endoscopiques sont plus adaptées pour les sténoses mineures, elles peuvent être aussi utilisées en amont ou en aval de la chirurgie laryngée ouverte, tout en évitant l'incision cervicale. [128]

Néanmoins, il existe certaines contre-indications générales à la chirurgie endoscopique pour la sténose sous-glottique : [134]

- Les cicatrices fermes et circonférentielles.
- La cicatrice de la commissure postérieure et/ou inter-aryténoïde.
- Le tissu cicatriciel > 1cm d'épaisseur.
- La trachéite bactérienne sévère.
- Le périchondre ou le cartilage excessivement exposés après traitement au Laser CO2.
- La sténose laryngotrachéale combinée.
- L'échec de plusieurs traitements endoscopiques endotrachéaux antérieurs.
- La diminution significative de la structure cartilagineuse.

Diverses techniques endoscopiques s'offrent au chirurgien :

- La dilatation à ballonnet
- Le Laser CO2
- L'application topique de la Mitomycine.

Il convient de souligner que le traitement Laser ne doit pas être considéré comme un substitut à la chirurgie ouverte. Celle-ci demeure la "pierre angulaire" de la prise en charge des sténoses laryngotrachéales pédiatriques.

Les techniques chirurgicales endoscopiques et ouvertes se complètent souvent dans la gestion des sténoses laryngotrachéales. [135]

2.2.1. Dilatation a ballonnet

Inspirée des cathéters d'angioplastie à ballonnet, la dilatation endolaryngée est désormais utilisée dans le traitement des sténoses sous-glottiques bénignes. Toutefois, elle n'est pas recommandée pour les sténoses matures et fermes ou cartilagineuses. [129,134]

❖ **L'équipement** : [129]

- Laryngoscope à fente PEARSONS, de taille appropriée.
- Dilatateur à ballonnet, associé à une seringue d'inflation.
- Dispositif de suspension laryngée

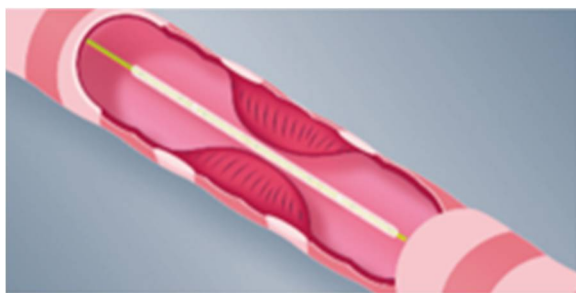
Le diamètre maximal doit être inférieur ou égal d'1mm par rapport au diamètre normal des voies respiratoires (calculé selon l'âge du patient).

❖ La technique de la dilatation à ballonnet de la sténose laryngotrachéale. [129]

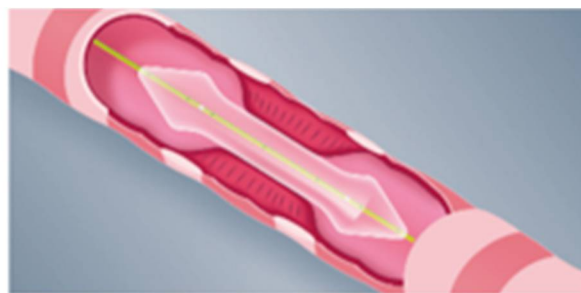
- Une anesthésie générale par voie intraveineuse,
 - Propofol, sans relaxant musculaire.
 - Respiration spontanée.
 - Tube endotrachéal inséré latéralement dans la bouche et positionné dans l'hypopharynx, juste au-dessus et en arrière du larynx.
- Placer le laryngoscope à fente sous l'épiglotte et exercer un mouvement de suspension.
- Administrer :
 - Dexamethasone: 1mg/kg (dose maximale 12mg)
 - Ceftriaxone 50 mg/kg (dose maximale de 1g)
- Gonfler le dilateur à ballonnet pendant 1 min ou jusqu'à la baisse de la SpO2. Effectuer l'inflation 3 fois consécutives. **(Figure 88)**
- Appliquer la Mitomycine C (0,4 mg/cc) pendant un total de 3 minutes, grâce à un coton-pledget. Lorsque la SpO2 descend au-dessous de 90%, le coton pledget est retiré et le patient est réoxygéné avant de reprendre l'application de la Mitomycine C.

Le site de dilatation est ensuite irrigué avec une solution saline. Celle-ci est ensuite aspirée.

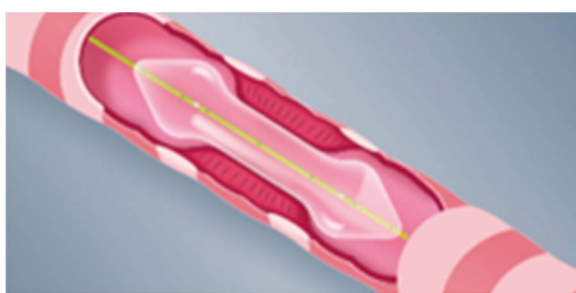
- Mise en place d'un stent endotrachéal chez les patients trachéotomisés : Insertion endoscopique et sutures proximales, afin d'éviter l'inhalation. **(Figure 89)**



Étape 1 : Introduction du cathéter et mise en place du ballonnet au niveau de la sténose.



Étape 2 : Gonflement du ballonnet, permettant d'élargir uniformément le cathéter et de repousser la sténose de façon contrôlée au niveau radial.



Étape 3 : Le ballonnet est fixé au niveau de la sténose, assurant ainsi sa stabilité et facilitant le processus de dilatation.



Étape 4 : Le réglage de la pression optimale entraîne un refoulement constant de la sténose.

Figure 88 : Étapes de la dilatation endolaryngée à ballonnet.

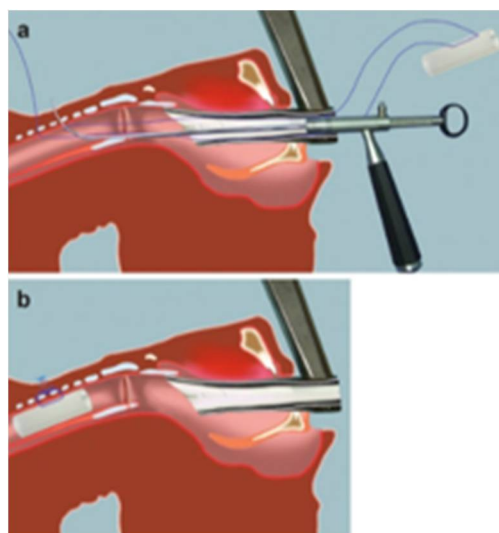


Figure 89 : Mise en place endoscopique d'un stent trachéal.

❖ **Les soins postopératoires :** [129]

L'objectif des soins post-opératoires est de prévenir la formation des cicatrices et de la resténose. La nature des soins dispensés varie selon la présence ou l'absence du stent laryngé.

- **La corticothérapie :** IV et aérosols.

Chez les patients stentés, les aérosols ne sont pas démarrés tant que le stent n'a pas été retiré.

- **Les inhibiteurs de la pompe à protons :** à titre prophylactique.

Ils permettent la prévention des complications gastriques induites par les stéroïdes et le traitement de tout reflux gastro-œsophagien potentiel

- **L'antibiothérapie :** débutée en préopératoires et se poursuit en postopératoire pendant 10 jours.

Généralement : 3 jours de Ceftriaxone, suivis de 7 jours d'amoxicilline ou d'acide clavulanique.

Des procédures répétées sont effectuées toutes les 2 à 6 semaines pour une dilatation et une élimination supplémentaire du tissu de granulation (en utilisant le microdédrideur ou le Laser CO2), jusqu'à la décanulation ou la chirurgie ouverte. [134]

2.2.2. Laser

Depuis les années 1970, l'endoscopie Laser est utilisée dans la gestion de la pathologie laryngée, soit en concomitance avec un microscope opératoire pour les régions laryngées ou alors en étant reliée à un bronchoscope pour les lésions trachéales.

La grande précision du Laser permet la vaporisation des lésions fibreuses sténotiques ou granulomateuses tout en respectant les régions avoisinantes saines. [130]

Les critères sur lesquels repose l'utilisation du laser dans la chirurgie endoscopique laryngée : [130]

- La destruction des tissus est directement liée à la quantité d'énergie fournie par le Laser et la durée d'exposition. Si l'énergie minimale de courte durée est délivrée, les dommages aux structures sous-jacentes et normales avoisinantes seront minimes. Cependant, si le Laser est utilisé à des niveaux d'énergie élevés pendant de longues périodes, il agit de manière similaire à toute autre méthode d'excision tissulaire non contrôlée [134]

- L'énergie délivrée doit être faible avec périodes d'impact courtes. Le risque de périchondrite, par des impacts trop proches du cartilage cricoïde et par des vaporisations étendues imposent la répétition des séances dans le temps.

- L'importance des sténoses doit être limitée en hauteur $<0,5-1\text{cm}$ et en diamètre ($<50-70\%$) de la lumière résiduelle. Si l'application initiale des Lasers à CO₂ était les papillomatoses respiratoires, actuellement, ils sont utilisés dans diverses prises en charge des voies aériennes supérieures : Aryténoïdectomie partielle, cordectomie postérieure, lyse de tissu cicatriciel, ablation de kystes,

ablation de granulomes et des tumeurs des voies respiratoires, traitement des palmures laryngées et sténoses laryngées sous glottiques de bas grade. [126,136,195,196]

Les résultats du traitement au Laser CO2 sont très satisfaisants dans les sténoses sous glottiques grade I (92%). Néanmoins, ils le sont moins nettement dans les SSG grade II (45%) et grade III (13%). [134]

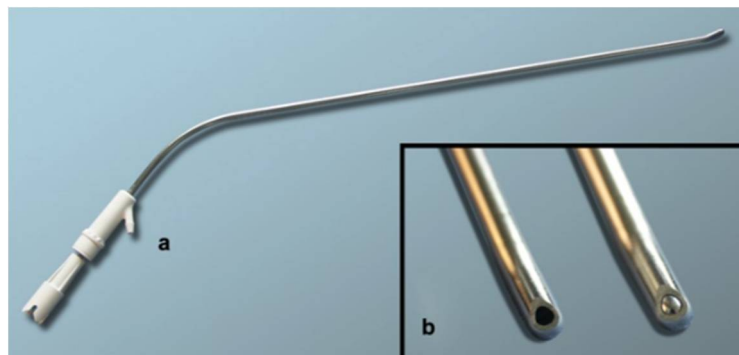


Figure 90 : (a) Canule d'aspiration du microdébrideur.

(b) Vue rapprochée de l'ouverture latérale avec lame rotative intérieure

2.2.3. Microdébrideur électrique

Le microdébrideur électrique est un tube métallique creux. Il abrite une lame de rotation avec aspiration simultanée. Il permet une élimination précise et rapide des lésions des voies respiratoires (particulièrement les kystes et les granulomes), tout en évitant d'endommager les tissus normaux environnants. **(Figure 90)**

Le microdébrideur présente l'avantage d'éliminer le sang et les débris lors de la collecte tissulaire pour l'histopathologie, d'éviter les brûlures thermiques ainsi que les brûlures des voies respiratoires associées au Laser [126]

Si les microdébrideurs ont initialement été développés pour des applications arthroscopiques. À partir des années 1990, ils sont devenus plus répandus dans la chirurgie des sinus. Par la suite, ils ont été adaptés à la chirurgie laryngée, principalement pour la gestion de la papillomatose laryngée.

Une série décrivant l'utilisation modifiée des microdébrideurs chez deux enfants a été publiée. Face à l'impossibilité d'accès par voie trans-laryngée, les papillomes trachéaux ont été retirés à travers le site de trachéotomie. [4]

Ils sont actuellement considérés comme une alternative convenable au Laser CO₂ pour la gestion des diverses maladies des voies aériennes. [136,197]

Des lames plus agressives ont été également conçues. Elles sont utilisées pour la prise en charge des sténoses laryngées et trachéales ainsi que pour les tissus de granulation. [136,198]

2.2.4. Thérapie endoscopique adjuvante

➤ La mitomycine c

La Mitomycine C est un antibiotique isolé à partir de la souche des streptomyces caespitosus des actinomyces. [135,199]

Initialement utilisé en ophtalmologie, l'usage de la Mitomycine a été étendu à l'ORL. Elle est désormais utilisée lors de la prise en charge de l'atrésie choanale et de la sténose cicatricielle des voies respiratoires et de l'œsophage. [135,200]

La Mitomycine C agit comme un promédicament. Elle est métabolisée en agent alkylant. Son utilisation est utile dans la modulation du processus de cicatrisation en inhibant aussi bien la néoangiogénèse que la prolifération des fibroblastes et en favorisant l'apoptose cellulaire. [135,201,202,203,204]

La Mitomycine est un complément utile aux procédures endoscopiques à froid, au Laser ou à ballonnet. Néanmoins son utilisation ne fait pas l'unanimité dans la communauté scientifique [126]

▪ Les indications [135]

- Prévention de la formation récurrente des tissus de granulation et formation des cicatrices après ablation endoscopique du stent laryngotrachéal ou du tube endotrachéal.
- Prévention de la formation du tissu de granulation et des cicatrices après excision au Laser CO2 ou incision par dilatation de la sténose des voies aériennes cicatricielles.

▪ **Les contre-indications [135]**

- Les applications topiques ne doivent pas être appliquées au cartilage exposé des voies respiratoires.
- Les applications topiques ne doivent pas être effectuées dans les 6 semaines suivant la PCTR

▪ **L'application**

- Mode : topique
- Posologie : 0,4 mg/ml, pendant quelques minutes après la chirurgie des voies aériennes [126]
- L'application de la Mitomycine, par inadvertance, à une concentration <1-2mg/ml est dépourvue d'effets indésirables macroscopiques.

➤ **LES CORTICOSTÉROÏDES**

Malgré la controverse concernant les corticostéroïdes, leur application peut permettre de minimiser l'œdème et la formation du tissu de granulation. [126] Ils permettent de diminuer la formation de cicatrices en retardant la synthèse du collagène aux premiers stades de cicatrisation en augmentent la lyse du collagène dans les phases ultérieures [134]

2.2.5. Optimisation post-opératoire des résultats chirurgicaux.

Afin d'optimiser au maximum les résultats d'une chirurgie laryngée ouverte réalisée en une seule étape, les procédés de dilatation ou de résection Laser doivent être évités au cours des 6 premières semaines de la période post-opératoire. L'absence de ce temps de latence risque de traumatiser la zone reconstruite, en raison de l'immaturité des cicatrices.

L'application topique de la Mitomycine C joue un rôle prépondérant dans la prévention de la formation récurrente des cicatrices.

Si le temps post opératoire d'une résection cricotrachéale partielle en une seule étape se déroule sans incidents, la dilatation endoscopique devra être effectuée 03 mois après la chirurgie. Le Laser CO₂ n'est utilisé que si le tissu de granulation a évolué en une nappe anastomotique. **(Figure 90bis)**

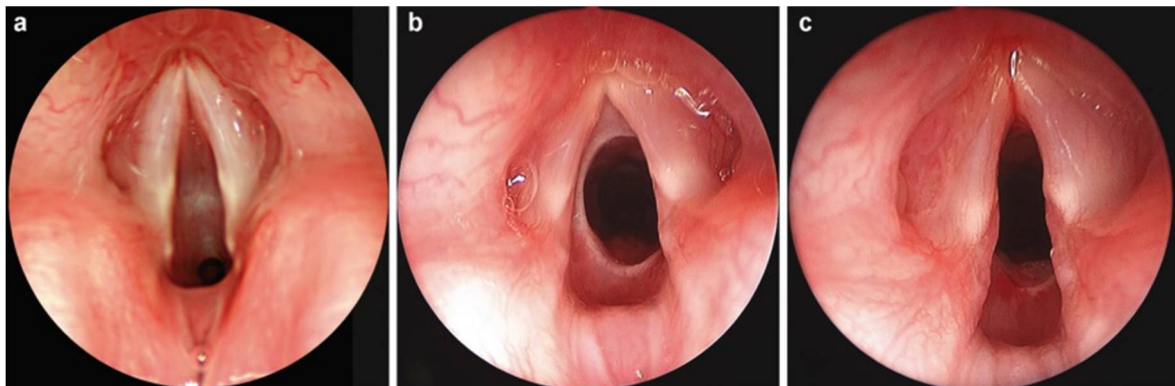


Figure 90bis : Optimisation des résultats de résection cricotrachéale partielle par dilatation à 3 mois postopératoire :

(a) Vue préopératoire : sténose sous-glottique de grade III avec distance interaryténoïde rétrécie.

(b) Résultats de résection cricotrachéale partielle postopératoire à 3 mois : voile cicatriciel annulaire au site de l'anastomose.

(c) Résultats de post-dilatation immédiats : voie aérienne perméable.

2.3. Chirurgie à ciel ouvert

2.3.1. Historique

2.3.1.1. Historique LTP et LTR.

Chronologie du développement des techniques de Laryngotrachéoplastie (LTP) et de Reconstruction laryngotrachéale avec greffe cartilagineuse (LTR).

- **Début des années 1900 :** Introduction des techniques de chirurgie ouverte chez l'adulte par les écoles allemandes et françaises. (Killian [205] et robot [206])
- **1956 : Rethi :** Intervention sur l'adulte. Exapansion des voies respiratoires, sans resequer le tissu cicatriciel, en préservant la muqueuse de la surface interne de la SSG mature. Division médiane verticale de l'anneau cricoïde, en avant et en arrière, afin d'écarter les deux lamelles cricoïdes. Pas de mise en place de greffe.
Fixation d'un stent pendant 4 mois. A ce jour, principe de base des reconstructions laryngotrachéales, avec ou sans greffe cartilagineuse. [271]
- **1958 : Holinger et Johnston :** Publication du premier rapport sur une série pédiatrique.[208]
- **1966 : Aboulker :** Publication des modifications apportées sur la méthode de Rethi, en présentant sa prothèse en téflon, en forme de cigare.[209]
- **1971 : Grahne :** Publication d'un rapport sur 7 enfants opérés, selon les principes de Rethi et en utilisant la prothèse d'Aboulker.[210]

- **1972 : Fearon et Cotton :** Expérimentations animales permettant de façonner les principes de base de la reconstruction laryngotrachéale par la réalisation d'LTR avec greffe antérieure du cartilage costal, élargissement de la sous-glotté, sans résection du tissu cicatriciel. [211] Cette technique a démontré comme inoffensive pour la croissance laryngée. [212]
- **1973 : Doig, Eckstein et Waters :** Publication du premier rapport de reconstruction laryngotrachéale pédiatrique avec greffe du cartilage costal antérieur. [213]
- **1974 : Evans et Todd :** Nouvelle technique de l'expansion cricoïdienne, sans greffe. Incision crénelée du cartilage cricoïde antérieur et de la trachée supérieure pour écarter la sous-glotté, en utilisant un stent. [214]
- **1974 : Fearon et Cotton :** Publication du rapport de deux enfants avec LTS, chez qui une incision verticale antérieure à travers le cricoïde et les deux premiers anneaux trachéaux a été pratiquée, afin d'agrandir la lumière sous-glottique. Une greffe du cartilage thyroïdien a été fixée en position pour maintenir l'expansion des voies aériennes.[215]
- **1978 : Cotton :** Rapport descriptif de la reconstruction laryngotrachéale avec greffe antérieure du cartilage costal.[216], puis une greffe postérieure du cartilage costal, au début des années 1980.
- **1984 : cotton :** Publication d'une série de 100 cas de reconstruction laryngotrachéale avec greffe du cartilage costal.[217]

- **1988 : Prescott :** Réalisation de la première reconstruction laryngotrachéale en une seule étape, chez l'enfant trachéotomisé, en incluant le site de trachéotomie dans le processus de reconstruction sous-glottique. Une greffe cartilagineuse costale plus longue a été utilisée.[218]
- **1989 : Drake et Cotton :** Présentation d'une nouvelle technique de reconstruction laryngotrachéale en une seule étape. Cette technique consiste en la quadrisection du cartilage cricoïde pour gérer des sténoses sous-glottiques sévères, qui n'aurait pas répondu à une section médiane verticale avec greffe antéro-postérieure du cartilage costal. [219]

2.3.1.2. Historique PCTR

Chronologie des techniques de la résection cricotrachéale partielle chez l'adulte et chez l'enfant.

- **1953 : Conley.** Première expérience de résection sous périchondriale de l'anneau cricoïde, avec mise en place d'un stent. Cette expérience fut le premier rapport d'une résection partielle réussie de l'anneau cricoïde. [222]
- **1961 : Shaw et al.** [221] et **Ogura et Powers (1964)** [222]: résection cricotrachéale partielle avec anastomose thyrotrachéale dans le cas d'une sténose sous-glottique secondaire à un traumatisme contondant. Il est important de souligner que les patients présentaient une blessure bilatérale des nerfs laryngés récurrents, suite au traumatisme initial.
- **1974 : Grewat et Bryce :** Première description d'une résection cricotrachéale partielle avec conservation de la plaque cricoïde postérieure et des nerfs récurrents.[223].
- **1975 : Pearson :** introduction d'une technique de résection transversale des voies aériennes sous-glottiques, permettant un meilleur accès au tissu cicatriciel constituant la sténose sous-glottique.
- **1882 : Grillo :** légère modification de la technique chirurgicale.[224]
- **1978 : Savary :** Première PCTR réalisée chez un enfant de 9 ans.
- **1991 : Ranne :** publication de la première série de 7 PCTR réalisées chez la population pédiatrique, avec sténose sous-glottique. (Moyenne d'âge : 3-6 ans).[225]
- **1993 : Monnier :** Première expérience de PCTR chez 15 enfants.[226]

- **1996 : Couraud :** réalisation de la PCTR avec extension crâniale des limites de la résection, jusqu'au niveau de la glotte et de la sus-glottes.[227]
- **1997 : Stern, Cotton :** Première expérience de PCTR chez 16 enfants. [228]
- **1999 : Monnier :** résection cricotrachéale partielle avec section cricoïde postérieure et greffe du cartilage costal, dans le cadre d'une sténose glotto-sous-glottique sévère.[229] cette technique a été nommée : « **PCTR étendue** », par **Rutter et Cotton, en 2001.** [270]
- **2009 : Monnier :** Réalisation d'une PCTR étendue avec invagination de l'anastomose thyrotrachéale pour mieux préserver la fonction des muscles crico-aryénoïde latéraux et de diminuer le risque de déhiscence anastomotique.

Au Maroc, à ce jour, aucune publication concernant les LTR ou PCTR ne figure dans la littérature médicale.

2.3.2. Laryngotrachéoplastie, sans expansion cartilagineuse

2.3.2.1. Principe

La laryngotrachéoplastie sans greffe cartilagineuse, a révolutionné la gestion des sténoses laryngotrachéales entre 1970 et 1980, avant d'être détrônée par la reconstruction laryngotrachéale avec greffe du cartilage costal.

La laryngotrachéoplastie est une procédure visant à agrandir la lumière sous-glottique grâce à des incisions verticales, antérieure et postérieure, de l'anneau cricoïde. Les deux moitiés expansées sont ensuite suturées autour d'un stent laryngotrachéal pendant la phase de cicatrisation [137]

2.3.2.2. Technique

Les étapes de la trachéoplastie ne diffèrent de celles de la reconstruction laryngotrachéale que par l'absence de greffe cartilagineuse. Si les incisions cartilagineuses antéro-postérieures sont suffisantes à l'élargissement sous-glottique, l'incision antérieure ne devrait pas être prolongée crânialement au-delà de la commissure antérieure. L'objectif est de préserver la stabilité de la structure laryngée. **(Figure 91.a)**

La mise en place d'un stent laryngotrachéal jusqu'à la formation de cicatrices matures est fortement recommandée [137]

Il est à noter que toute réactivation du processus inflammatoire pendant les infections des voies aériennes supérieures est susceptible de conduire à une resténose nécessitant une reprise chirurgicale ultérieurement. [137]

Face à l'échec d'une laryngotrachéoplastie avec expansion antéro-postérieure, la quadrisection laryngée sous-glottique (antéro-postérieure et latérales – à 3 et 9h-) ont pour objectif d'élargir davantage les voies respiratoires sous-glottiques. Le stenting à long terme est obligatoire. **(Figure 91.b)**

Il est indispensable de ne pas sectionner le périchondre externe du cartilage cricoïde car il protège les nerfs laryngés récurrents. [137,231,232]

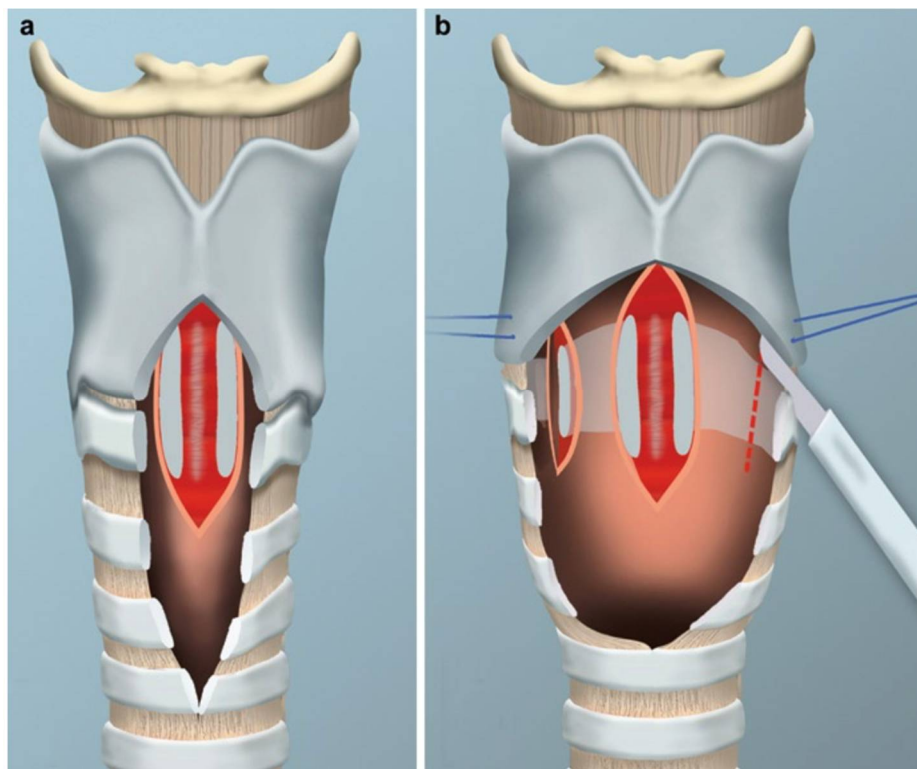


Figure 91 : Laryngotrachéoplastie sans expansion cartilagineuse.

(a) : Section cricoïdienne antéro-postérieure sans greffe cartilagineuse

(b) : Quadrisection cricoïdienne antéro-postéro-latérales.

2.3.3. Reconstruction laryngotrachéale

2.3.3.1. Principe

La LTR consiste en l'élargissement de la lumière des voies respiratoires par section du segment sténosé et en suturant des allogreffes cartilagineuses.

La réussite de la LTR garantit l'élargissement de la voie aérienne et par conséquent permet la décanulation de l'enfant.

Deux techniques de LTR sont possibles :

- **LTR en une seule étape** : utilise un greffon de longue taille et permet une décanulation post-opératoire immédiate.

Diverses conditions doivent être remplies avant d'envisager une LTR en une seule étape.

- Le patient ne doit pas présenter d'importantes anomalies congénitales, de comorbidité ou de troubles mentaux.
- La sténose doit concerner un seul niveau des voies respiratoires.
- Le trachéostome doit être proche du site de la sténose.
- Un stenting de 7 jours avec un ETT est suffisant pour une greffe antérieure. Cette durée sera prolongée à 14 jours si une greffe postérieure ou antéro-postérieure est réalisée.

- **LTR en deux étapes** :

- **1^{ière} étape** : Mise en place d'un stent laryngotrachéal.
- **2^{ième} étape** : Retrait du stent et décanulation.

2.3.3.2. Technique

(Cf. page 347)

2.3.4. Résection cricotrachéale partielle

2.3.4.1. Les Principes

La PCTR se déroule en deux étapes :

1. La résection du segment sténosé, inclut une partie du cricoïde et les premiers anneaux de la trachée. Elle respecte le plan glottique.
2. Anastomose thyrotrachéale, avec ou sans mise en place de stent laryngotrachéal.

La PCTR avait été déconseillée chez l'enfant en raison des conséquences présumées sur la croissance. Depuis les années 1990, plusieurs études ont prouvé l'efficacité de la PCTR chez l'enfant et surtout l'absence d'impact sur la croissance laryngée. [131,233,234,235]

Ils existent 2 sous-techniques de PCTR :

1. PCTR simple.
2. PCTR étendue.

- **PCTR simple** : [138]

La PCTR simple correspond la résection isolée de la sténose sous-glottique, en épargnant le plan glottique normal. Cette technique permet la reconstruction d'une voie aérienne sous-glottique perméable, arrondie et tapissée de muqueuse. Cependant, elle présente un double risque :

- Blessure des nerfs laryngés récurrents
- Déhiscence anastomotique

Lorsque plus de 5 anneaux trachéaux sont réséqués, la trachée doit être largement mobilisée crânialement afin de réaliser des anastomoses thyrotrachéales sans tension. Dans ce cas, une procédure de libération du larynx est fortement recommandée.

Lors d'une PCTR simple en une seule étape : le trachéostome est excisé avec l'échantillon défectueux réséqué, et une sonde endotrachéale est laissée sur place pendant 3 à 7 jours, selon l'âge de l'enfant.

Toutefois, si le trachéostome est à une distance > 5 anneaux trachéaux de la sténose sous-glottique, la PCTR est effectuée comme une intervention en deux étapes. Le trachéostome sera fermé secondairement après guérison de l'anastomose sous-glottique.

- **PCTR étendue** : [138]

La PCTR étendue consiste en :

- Une section postérieure du cartilage cricoïde avec greffe du cartilage costal.
- Une résection de la sténose sous-glottique.
- Une endoprothèse pendant 4 à 6 semaines.

Cette procédure est suggérée pour les patients qui présentent une sténose laryngotrachéale avec atteinte glottique. Celle-ci peut se présenter comme :

- ❖ Une sténose glottique postérieure avec une possible fixation des articulations crico-aryénoïde, une fusion des cordes vocales ou une sténose cicatricielle transglottique.
- ❖ Une déformation globale du larynx, secondaire aux échecs des LTR antérieures. [138,230,236]

2.3.4.2. Technique

(Cf. page 370)

3. Indications.

Il est indispensable de sensibiliser les parents avant toute décision chirurgicale. Le patient avec une sous-glottite sténosée est souvent traumatisé aussi bien physiquement qu'émotionnellement.

Il est indispensable de préciser aux parents que l'amélioration ne sera ni radicale ni immédiate, particulièrement sur le plan phonatoire. [101]

La décision chirurgicale demeure tributaire d'une consultation pluridisciplinaire. Aussi, l'implication de divers spécialistes est nécessaire : ORL pédiatre, chirurgiens pédiatres, pédiatres (néonatalogue, pneumologue, gastro-entérologue) et anesthésistes réanimateurs. Étant donné que chaque patient présente ses propres particularités, l'approche thérapeutique et la prise de décision se font au cas par cas.

3.1. Sténose glottique postérieure (SGP).

La sténose glottique postérieure isolée correspond à un groupe de sténoses laryngotrachéales siégeant au niveau au niveau interaryténoïde (étage glottique).

La Classification BOGDASARIAN permet une orientation thérapeutique en mettant en évidence quatre types de SGP. **(Figure 92) (Figure 93)**

➤ **Type I : Adhésion inter-aryténoïde.**

- Résection ou division Laser CO2, avec dilatation.
- La Mitomycine C n'est pas indiquée.

➤ **Type II : Cicatrices de commissure interaryténoïde et postérieure.**

- **1^{ière} intention** : Résection Laser CO2 avec dilatation et application de le Mitomycine C.
- **Si échec** : Technique d'Inglis : Section cricoïde postérieure endoscopique avec greffe du cartilage costal.

Trachéotomie temporaire, sauf chez les grands enfants et les adolescents. La mise en place d'un stent laryngée, en qualité d'attelle, est nécessaire pendant 10 à 15 jours.

- **Si échec** : Reconstruction laryngotrachéale.

➤ **Type III : Cicatrisation de la commissure postérieure avec fixation articulaire cricoaryténoïdienne unilatérale.**

- Technique d'Inglis : Section cricoïde postérieure endoscopique avec greffe du cartilage costal.
- Reconstruction laryngotrachéale : section cricoïde postérieure, greffe cartilagineuse costale et mise en place d'un Stent laryngé. (*Meilleur choix*)

➤ **Type IV : Cicatrisation de la commissure postérieure avec fixation articulaire crico-aryténoïde bilatérale**

- Reconstruction laryngotrachéale : section cricoïde postérieure, greffe cartilagineuse costale et mise en place d'un Stent laryngé.

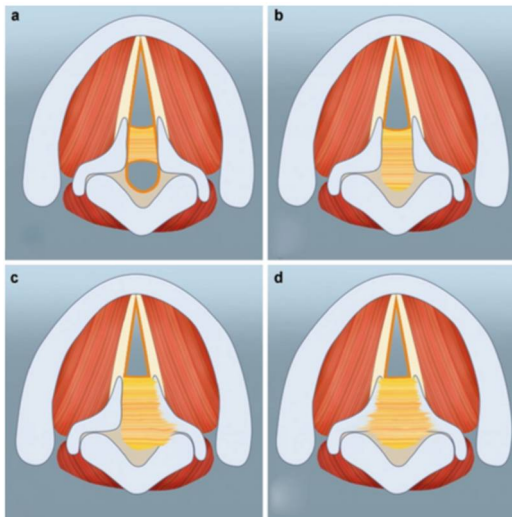


Figure 92 : Classification BOGDASARIAN [101]

- (a) **Type 1** : Adhésion interaryténoïde.
 (b) **Type 2** : Cicatrices de commissure interaryténoïde et postérieure.
 (c) **Type 3** : Cicatrisation de la commissure postérieure avec fixation articulaire cricoaryténoïde unilatérale.
 (d) **Type 4** : Cicatrisation de la commissure postérieure avec fixation articulaire cricoaryténoïde bilatérale

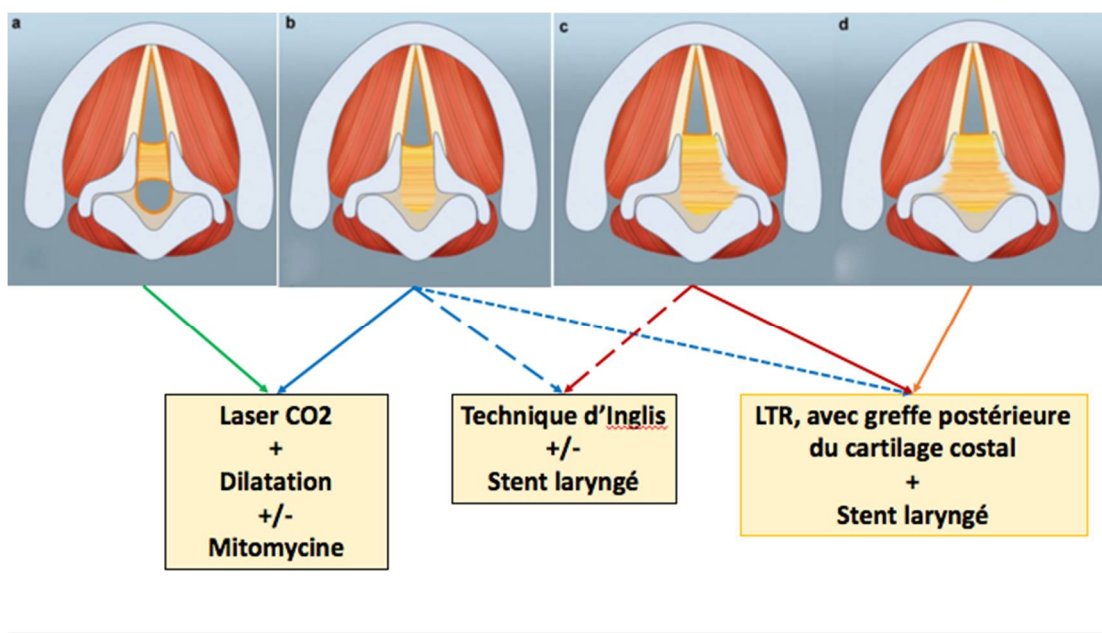


Figure 93 : Algorithmme de prise en charge des sténoses glottiques postérieures [104]

3.2. Sténose Glotto sous-glottique.

Les sténoses glotto-sous-glottiques avec une composante sous-glottique cartilagineux appartiennent à la catégorie des palmures et des atrésies laryngées.

Deux conduites thérapeutiques principales sont envisagées par le chirurgien :

- La reconstruction laryngotrachéale avec greffe antérieure et postérieure du cartilage costal.
- La PCTR étendue.

Dans les deux cas, un stenting laryngé post opératoire est obligatoire.

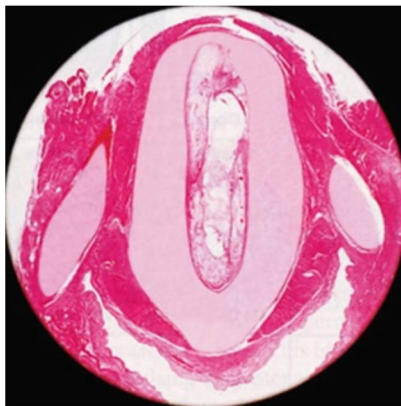


Figure 94 : Coupe histologique : Cricoïde Elliptique

La forme elliptique du cricoïde ne lui permet d'accueillir aucun tube endotrachéal sans lésions muqueuses conséquentes.

Une fois le diagnostic posé, une trachéotomie ou une reconstruction laryngée immédiate en une seule étape avec intubation postopératoire doit être réalisée.



Figure 95 : Coupe histologique : Cricoïde aplati avec hyperplasie des glandes sous-muqueuses :

Association d'une déformation cricoïdienne avec augmentation des tissus mous dans la lumière.

3.3. Sténose sous glottique (SSG).

3.3.1. Sténose sous glottique congénitale (SSG-C)

Les sténoses sous-glottiques congénitales sont souvent de nature cartilagineuse.

L'exposition du cartilage causée par les techniques endoscopiques Laser et dilatatoires aggravent l'état initial par la formation de granulome inflammatoire. Par conséquent, ces techniques sont contre-indiquées.[238] Les techniques chirurgicales ouvertes (LTR et PCTR) restent donc les seules alternatives devant une SSG-C.

Le choix préférentiel d'une technique par rapport à l'autre est tributaire de la forme du cartilage cricoïde : [94]

- **Face à un cartilage cricoïde elliptique :** Prédilection de la reconstruction laryngotrachéale avec greffe cartilagineuse antéro-postérieure. **(Figure 94), (Figure 96)**
- **Cartilage cricoïde aplati :** Prédilection de la résection cricotrachéale partielle.

L'aspect aplati du cartilage cricoïde facilite sa combinaison avec la trachée. La muqueuse laryngée anormalement épaissie qui cause la sténose est réséquée libérant ainsi la voie aérienne. **(Figure 95), (Figure 97)**

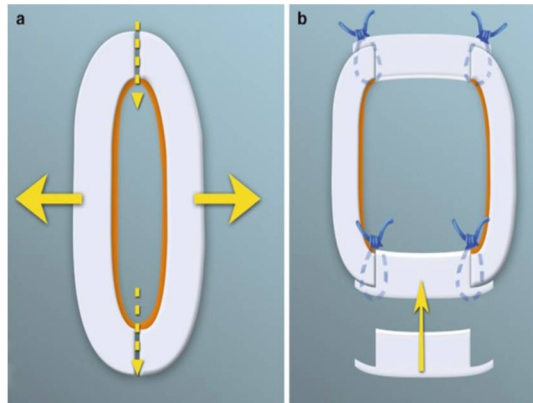


Figure 96 : Schéma de LTR pour sténose du cartilage cricoïde elliptique : [94]

(a) SSG-C sévère avec distance antéro-postérieure normale et muqueuse préservée.

Les flèches en pointillé montrent des cricoïdotomies médianes antérieures et postérieures.

(b) Situation après élargissement sous-glottique avec greffe du cartilage costal postérieur et antérieur.

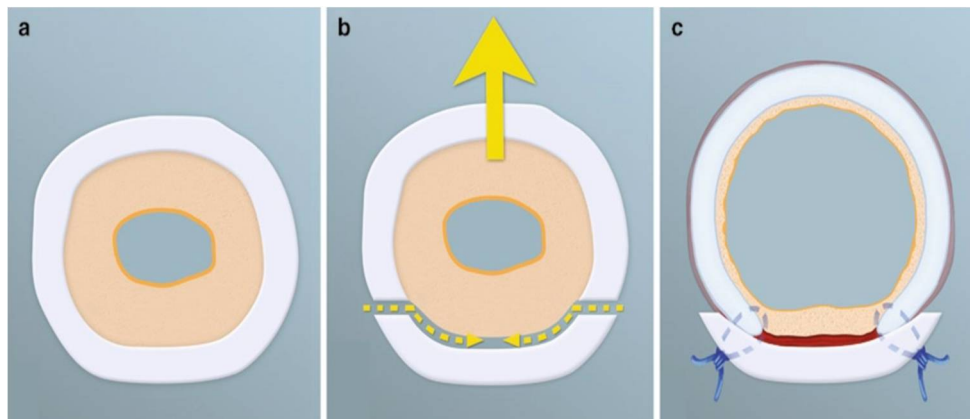


Figure 97 : Schéma d'une PCTR pour un anneau Cricoïde aplati avec hyperplasie muqueuse et fibreuse (vues axiales de la sous-gllotte)

(a) Situation initiale nécessitant l'ablation complète de la muqueuse sous-glottique anormalement épaisse.

(b) Pendant le PCTR, l'arc antérieur de l'anneau cricoïde est complètement réséqué en association avec la muqueuse anormale, épaisse.

L'anneau cricoïde aplati, avec sa large plaque cricoïde, représente une situation favorable pour ce type de chirurgie.

(c) Reconstruction de la sous-gllotte avec un anneau trachéal normal

3.3.2. Sténose sous glottique mixte

La sténose sous-glottique à étiologie mixte, acquise sur congénitale, doit être considérée comme une sténose sous-glottique acquise quel que soit le type initial de la SSG congénitale.

3.3.3. Sténose sous glottique acquise

L'indication des techniques chirurgicales des sténoses sous-glottiques acquises repose sur la classification Myer-Cotton modifiée. (**Tableau 12**)

(Cf. page 97)

Gradation Myer-Cotton Originale		SSG isolées	SSG + Comorbidités	SSG + Atteinte glottique	SSG + Atteinte glottique + Comorbidités
		(a)	(b)	(c)	(d)
I	0-50%	I a	I b	I c	I d
II	51-70%	II a	II b	II c	II d
III	71-99%	III a	III b	III c	III d
IV	Ø Lumière	IV a	IV b	IV c	IV d

Tableau 12 : Nouveau système de gradation des sténoses sous-glottiques.

3.3.3.1. SSG Acquise stade I (<50%)

La majorité des sténoses sous glottiques acquises stade I ne nécessitent pas d'intervention chirurgicale. Toutefois, certains cas nécessitent une intervention endoscopique : Incisions radiales au Laser CO₂ suivie d'une dilatation douce par la technique Shapsay. **(Figure 98) ; (Tableau 13).** [104,239]

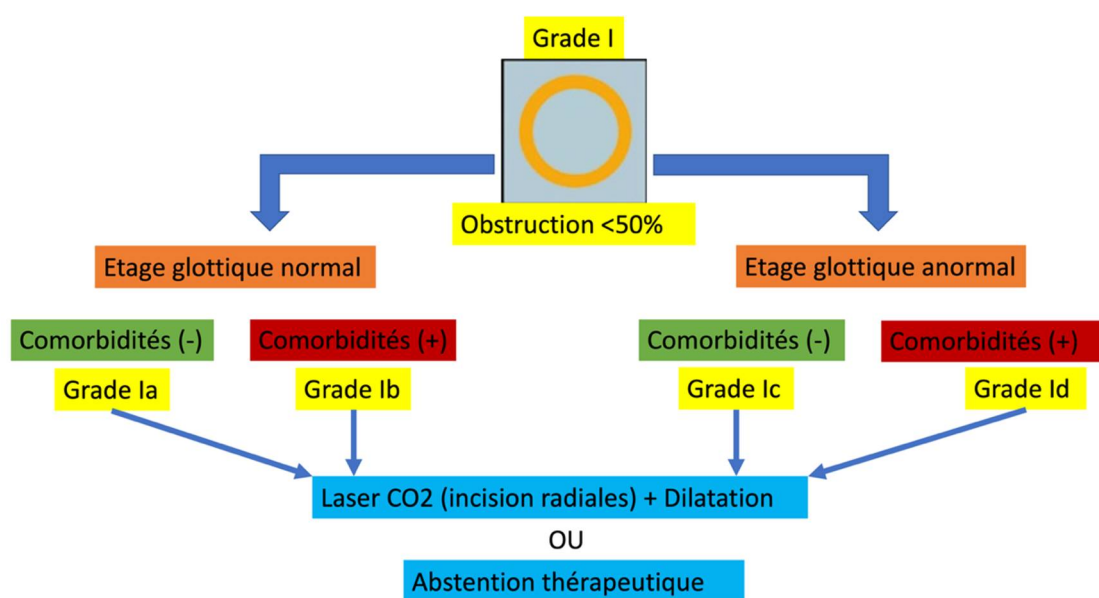


Tableau 13 : Algorithme de traitement pour SGS de grade I

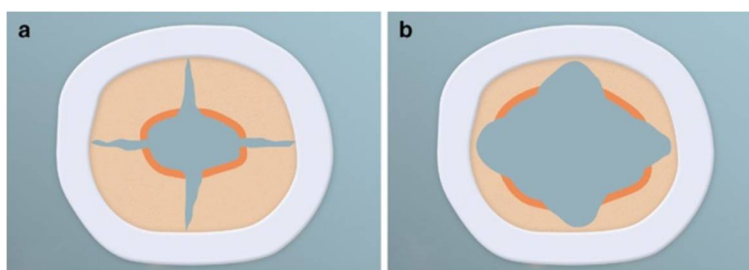


Figure 98 : Schéma de la technique endoscopique de Shapsay pour le traitement une sténose sous-glottique Grade I : [135]

- (a)** incisions radiales au laser CO₂ aux quatre points cardinaux.
- (b)** Résultat après dilatation : les ponts muqueux résiduels entre les incisions laser facilitent le processus de réépithélialisation.

3.3.3.2. SSG Acquise stade II (51-70%).

Les sténoses sous-glottiques de Grade II se divisent en trois entités :
(Tableau 14)

1. Sténose sous-glottique, isolée, **sans atteinte glottique** :
 - Sténose sous-glottique cicatricielle mince, en forme de palmure.
➔ Incisions **Laser CO2** associées à des **dilatations**.
 - Sténose sous-glottique étendue dans l'axe cranio-caudal.
➔ **Reconstruction laryngotrachéale**, avec greffe antérieure du cartilage costal :
 - En une étape, si absence de comorbidités. (Grade II a)
 - En deux étapes, si présence de comorbidités. (Grade II b)
2. Sténose sous-glottique, **associée à une atteinte glottique, sans comorbidités** : (Grade II c)

Deux options possibles :

- **Reconstruction laryngotrachéale**
 - Technique réalisée en une ou deux étapes.
 - Selon l'emplacement de l'atteinte glottique, une greffe cartilagineuse antérieure ou postérieure et un Stent permettent d'éviter la récurrence de la synéchie antérieure des cordes vocales et des cicatrices de la commissure postérieure.
- **Résection cricotrachéale**, en une seule étape.

3. Sténose sous-glottique, associée à une atteinte glottique, avec comorbidités : (Grade II d)

Deux options possibles :

- **Reconstruction laryngotrachéale**, en deux étapes, avec greffe cartilagineuse antérieure et/ou postérieure et un stenting durant un mois.
- **Résection cricotrachéale**, en deux étapes.

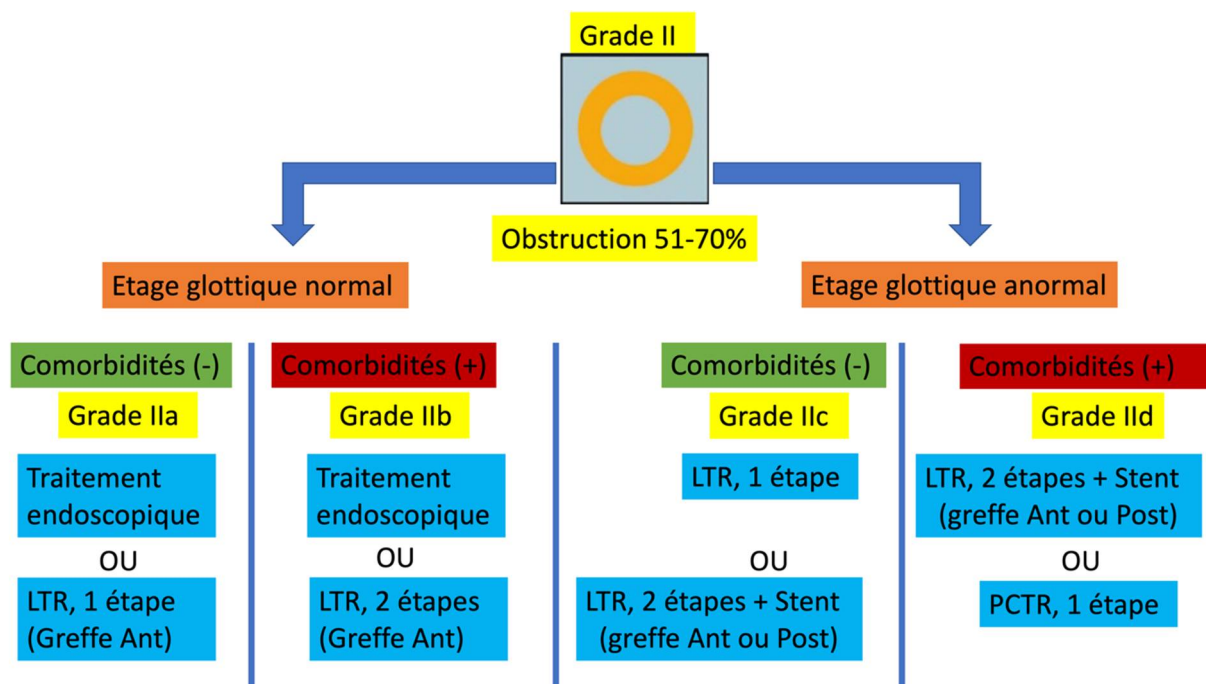


Tableau 14 : Algorithme de traitement pour SGS de grade II. [104]

3.3.3.3. SSG Acquise stade III et IV (71-99-100%).

Les sténoses sous-glottiques de Grade III et IV se divisent en deux entités majeures. (Tableau 15)

➤ **Sténose sous-glottique Grade III Mineure (Obstruction : 71-80%)**

- < 5mm d'épaisseur cranio-caudale :
 - Traitement au Laser CO₂ avec des incisions radiales, suivie d'une dilatation.
 - Si récurrence, la chirurgie ouverte devient indispensable.
- > 5mm d'épaisseur cranio-caudale, +/- Comorbidités :
 - Reconstruction laryngotrachéale avec des greffes cartilagineuses antérieure et postérieure, consolidées par un Stenting.

➤ **Sténose sous-glottique Grade III majeure (>80% d'obstruction luminale)**

Sténose sous-glottique Grade IV :

- **Sans** atteinte glottique, **sans** comorbidités (Grades III a et IV a) :
 - Première intention : Résection cricotrachéale partielle, en une seule étape
 - Deuxième intention : Reconstruction laryngotrachéale, en deux étapes, avec stenting.
- **Sans** atteinte glottique, **avec** comorbidités (Grades III b et IV b) :
 - Première intention : Résection cricotrachéale partielle, en deux étapes
 - Deuxième intention : Reconstruction laryngotrachéale, en deux étapes, avec stenting.

- **Avec** atteinte glottique, +/- comorbidités :
 - Première intention : Résection cricotrachéale partielle étendue, en deux étapes avec stenting.
 - Deuxième intention : Reconstruction laryngotrachéale, en deux étapes, avec stenting prolongé.

Compte tenu du résultat escompté par chirurgie, il est nécessaire de souligner que la chirurgie ne permet pas toujours d'aboutir à une décanulation.

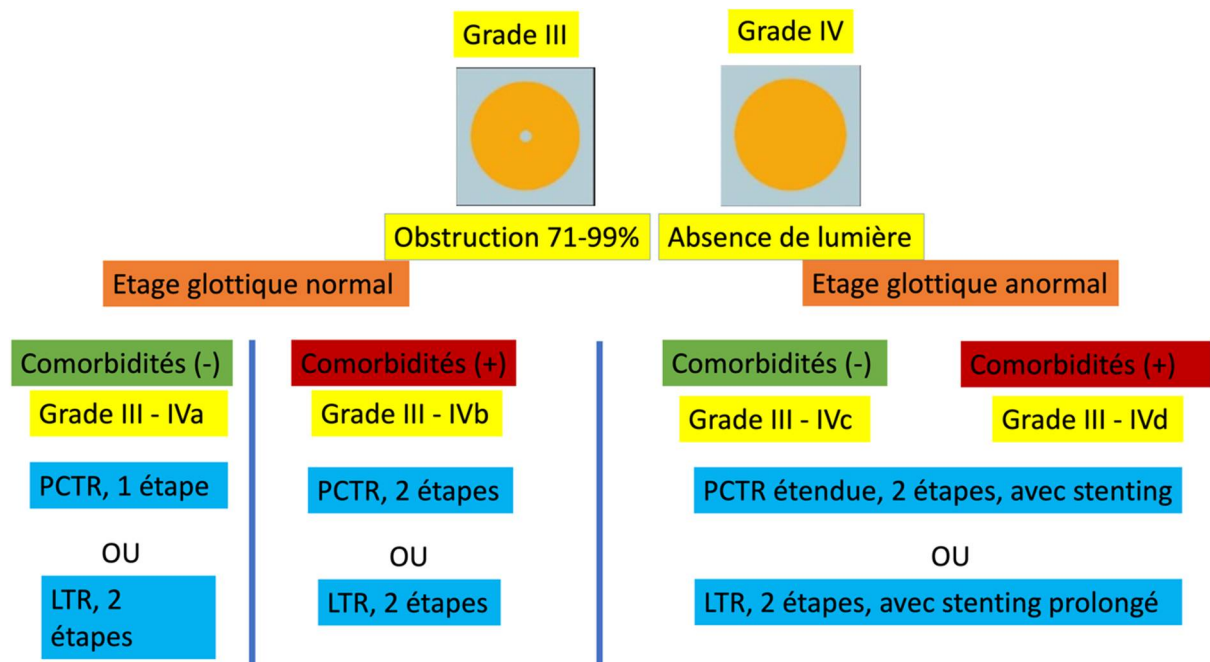


Tableau 15 : Algorithme de traitement pour SGS de grade III et IV. [104]

3.4. Choix stratégiques

3.4.1. LTR VS PCTR

La reconstruction laryngotrachéale et la résection cricotrachéale sont deux alternatives thérapeutiques. Le pourcentage de réussite est équivalent pour les deux techniques. [138]

- **LTR :**
 - Technique plus facile que la PCTR. Cependant il y a un risque de déformation du cadre laryngé.
 - Après un élargissement laryngé par une LTR avec greffe cartilagineuse antéro-postérieure, l'absence de muqueuse résiduelle au niveau de la sous-glottite reconstruite induit la formation d'un tissu de granulation avec resténose ultérieure. (**Figure 99**)
 - Indications :
 - Indication primaire : SSG Grade I, Grade II, Grade III mineurs.
 - Indication secondaire, et moins optimale : SSG Grade III sévère, Grade IV.
- **PCTR :**
 - Création d'une voie aérienne entièrement tapissée de muqueuse grâce à la résection complète du segment sténosé avec anastomose cricotrachéale.
 - La qualité vocale post-opératoire lorsque la sténose sous-glottique est associée à une sténose glottique postérieure est moins optimale. [240]

- **Indications :**

- Indication primaire : SSG Grade III majeures, Grade IV.
- Technique de sauvetage, après échec LTR : SSG Grade II, Grade III mineures, Grade IV.

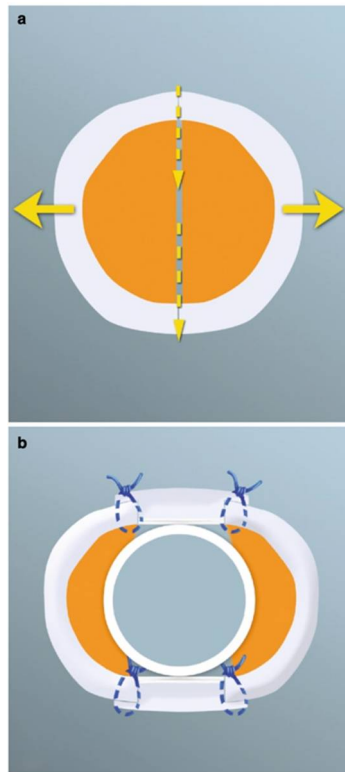


Figure 99 : Schéma de reconstruction laryngotrachéale avec greffes cartilagineuses costales antéro-postérieures -sténose de grade IV.

(a) Avant la chirurgie, les voies respiratoires sous-glottiques sont entièrement obstruées par le tissu cicatriciel.

(b) Schéma de l'expansion des voies respiratoires avec des greffes cartilagineuses costales antéro-postérieures :

- La voie aérienne reconstruite est entièrement dépourvue de toute muqueuse.
- Le segment circonférentiel greffé (jusqu'à 1,5 cm de longueur) doit cicatriser autour d'un stent (affiché en blanc).

3.4.2. Intervention « étape unique » ou « double étapes ».

Les chirurgies laryngotrachéales ouvertes peuvent être réalisées soit en une seule étape ou alors en deux étapes.

Une chirurgie en une étape unique consiste en une intervention où le patient quitte la salle opératoire sans trachéostome, avec un tube endotrachéal afin de maintenir l'intégrité de la lumière des voies aériennes reconstruites.

Ce tube endotrachéal ne sera retiré qu'après cicatrisation complète de la reconstruction.

Ce type d'interventions est généralement réalisé chez des patients qui présentent un rétrécissement peu sévère des voies respiratoires. [133,126]

Une chirurgie ouverte réalisée en deux temps impose qu'un stent soit mis en place pour soutenir la reconstruction laryngotrachéale. Il sera retiré dans un deuxième temps, après cicatrisation complète.

Le patient quitte la salle opératoire avec un trachéostome.

La décanulation est réalisée de manière progressive jusqu'à ce que le patient soit complètement prêt à s'en passer. [126]

Il est à noter que les procédures en deux temps exposent davantage au risque de formation de granulomes inflammatoires au niveau des extrémités supérieures ou inférieures du stent. [133]

Les techniques de chirurgie laryngotrachéale exigent une parfaite maîtrise des techniques chirurgicales et un climat de confiance au sein de l'équipe chirurgicale est indispensable. [134]

3.4.2.1. LTR

- **LTR en une étape**

La LTR en une étape utilise le tube endotrachéal comme stent. La trachéotomie est retirée au moment de l'intervention. [100, 241, 242] La durée de l'intubation est décidée par le chirurgien et basée sur la stabilité de la reconstruction.

La LTR en une étape peut comprendre une greffe cartilagineuse antérieure, postérieure ou antéropostérieure, couvrant l'ancien site de trachéostomie. Une greffe antéropostérieure est moins stable qu'une greffe unique. Par conséquent, des périodes d'intubation plus longues sont nécessaires. Le temps d'intubation varie entre 7 à 19 jours pour une greffe unique. Pour une greffe antéropostérieure, il varie entre 12-14 jours. [127, 245, 100, 243]

Dans une analyse de 200 laryngotrachéoplasties en une seule étape, aucune corrélation entre les taux d'intubation, de réintubation ou de trachéotomie postopératoire n'a été mise en évidence.

Néanmoins, Les patients ayant eu une greffe antéropostérieure avaient un taux de réintubation et de trachéotomie postopératoire significativement plus élevés que ceux qui ont eu un seul greffon. 96% de ces 200 patients ont subi une décanulation. [243]

Quant la reconstruction est cicatrisée, le tube endotrachéal peut être retiré ou remplacé par un tube de diamètre inférieur qui sera retiré ultérieurement lorsque le patient sera prêt et complètement sevré du ventilateur. [126]

LA LTR EN UNE SEULE ETAPE EST ENVISAGEE :

- Lorsqu'une seule greffe antérieure est utilisée +/- greffe postérieure.
- Sténose sous-glottique sans obstruction significative ou trachéomalacie significative.[244]
- Enfants pesant plus de 4 Kg et plus de 30 semaines de gestation. Ils ont plus de chances de réussir l'extubation. [245]

LA LTR EN UNE ETAPE EST MOINS SUSCEPTIBLE DE REUSSIR CHEZ :

- Les patients présentant des lésions associées des voies respiratoires synchrones, en particulier trachéomalacie.
- Les patients dont l'anatomie rend la réintubation techniquement difficile en cas d'urgence.
- Patients présentant des anomalies cranio-faciales ou vertébrales significatives.[245]
- Les nourrissons pesant moins de 4 Kg présentent plus de complications d'extubation, du fait des pathologies sous-jacentes souvent présentes. [134]

LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS

La LTR en une étape présente l'avantage d'une décanulation immédiate tout en évitant une trachéotomie chez l'enfant qui n'en possède pas déjà. [134]

L'un des inconvénients majeurs de la LTR en une étape consiste en la nécessité de soins postopératoires poussés. Néanmoins, elle exige l'administration de doses importantes de sédatifs et d'analgésiques.

Le chirurgien doit être vigilant quant aux complications telles que l'atélectasie, la pneumonie, l'obstruction du tube endotrachéal par les sécrétions et le délogement du tube.

Il faut souligner qu'il y a un risque de trachéotomie chez ces patients pour le cas où l'extubation s'avère impossible. [126] Pour que le choix thérapeutique soit le plus optimal possible, le rapport bénéfice-risque est à évaluer pour chaque patient.

Dans une LTR en deux temps, le stent est retiré 4 à 6 semaines après la chirurgie. Il est important d'effectuer des endoscopies de contrôles à intervalles réguliers, 1 à 2 semaine après le retrait du stent. Une sténose récidivante à ce stade peut répondre à une dilatation endoscopique réalisée en douceur. Une fenêtre temporelle plus longue induit une maturation cicatricielle. Par conséquent, la dilatation est moins réussie.

Le choix d'une LTR en deux temps est optimal dans les situations suivantes :

- Une sténose sous-glottique de haut grade III sévère ou de grade IV, dans laquelle la reconstruction est plus complexe et prendra probablement plus de temps à guérir.

- Des patients avec une mauvaise réserve respiratoire dont le sevrage du ventilateur, après une intubation prolongée, peut s'avérer difficile.
- Des patients atteints de multiples lésions des voies respiratoires synchrones.
- Des patients dont la cicatrisation est compromise, auquel cas un stenting à long terme est souhaitable. [246]

3.4.2.2. PCTR.

- **PCTR en une étape.**

Conditions de réalisation d'une PCTR en une seule étape :

- Patient en bon état général
- SSG de Grade **III a et IV a**
 - Cordes vocales / glotte : intactes
 - Absence de comorbidités sévères
- Résection < 5 anneaux trachéaux.

- **PCTR en deux étapes.**

Conditions de réalisation d'une PCTR en deux étapes :

- SSG de Grade **III b, c, d et IV b, c, d**
 - Implication glottique
 - Comorbidités sévères
 - Fonctions combinées
- Résection de > 5 anneaux trachéaux avec le SGS

3.4.3. Choix du greffon

Le matériel utilisé pour la greffe à la section sténotique des voies respiratoires peut varier en fonction du chirurgien. Celui qui est le plus souvent utilisé et le mieux décrit est le cartilage costal.[248] D'autres greffes potentielles incluent l'interposition d'os hyoïde, le cartilage auriculaire, le cartilage thyroïdien [249] ainsi que d'autres matériaux [250].

L'utilisation de stents externes biodégradables est actuellement à l'étude. Ils peuvent s'avérer efficaces cependant leur application reste expérimentale.[252]

LE CARTILAGE COSTAL AUTOGENE :

- **Les avantages :**

- Matériaux de choix chez les enfants.[134]
- Qualité supérieure en termes de texture, d'épaisseur et de taille par rapport aux autres cartilages. [137]
- Grâce à son abondance la longueur nécessaire pour la greffe laryngotrachéale n'est plus un problème.

- **Le risque :**

- Le pneumothorax est le risque le plus préoccupant pour les greffes de côtes. Il peut résulter de l'obtention de la greffe de côte ou d'une blessure possible à un segment apical du poumon.

Au moment de la fermeture, Il faut s'assurer qu'il n'existe aucune fuite.

Une radiographie pulmonaire postopératoire doit être réalisée.

CARTILAGE SEPTAL [253], CARTILAGE AURICULAIRE [254]

- Alternatives possibles mais résultats peu optimaux.[137]

CARTILAGE THYROIDIEN [134]

- Excellent pour une utilisation dans la région sous-glottique antérieure mais est réservé aux lésions de grade II et peu de grade III en raison de son épaisseur limitée et de son incapacité à être utilisé dans la zone cricoïde postérieure.

- L'ablation du cartilage alaire ne semble pas provoquer de déformation laryngée mais aucun suivi à long terme n'est disponible.

OS HYOÏDE. [134]

- L'utilisation de technique d'interposition hyoïde vascularisée est déconseillée chez les enfants car l'hyoïde est trop petit pour augmenter efficacement la lumière sous-glottique. L'os est trop difficile à sculpter et le pédicule musculaire a tendance à s'ossifier provoquant une compression secondaire du larynx. La survie du greffon cartilagineux a été prouvée expérimentalement et cliniquement chez les enfants comme chez les adultes.

3.4.4. Choix du stent laryngotrachéal

L'utilisation des stents laryngotrachéaux est indispensable dans les techniques chirurgicales en deux temps avec une mise en place de greffes cartilagineuses.

Les stents permettent : [134]

- De favoriser l'échafaudage de l'épithélium afin de tapisser la lumière des voies aériennes reconstruites.
- De maintenir la zone reconstruite en place.
- D'empêcher les perturbations mécaniques liées aux mouvements laryngotrachéaux pendant la respiration, la déglutition et les tentatives de phonation.

De nombreux types de stents sont utilisés. Les tube en T continuent à être utilisés avec succès chez les enfants comme chez les adultes. Néanmoins une attention particulière doit être portée sur les risques d'obstruction des tubes. [134]

La littérature orthopédique mentionne que les aspects importants de cicatrisation osseuse et cartilagineuse sont la stabilité et l'immobilité. Aussi, il a été admis que les stents rigides sont meilleurs aux stents mous.

La durée de mise en place de l'endoprothèse est déterminée par le chirurgien en fonction degré de stabilité de la reconstruction.[133] Généralement, une greffe antéropostérieure entraîne une moindre stabilité et nécessitera une période d'intubation plus longue.

Selon une étude réalisée en 1992 [13], un stent idéal devrait répondre à cinq caractéristiques principales suivantes :

1. La disponibilité de différentes tailles et formes pour s'adapter aux zones reconstruites.
2. L'absence de réaction de corps étranger, de nécrose de pression ou d'inconfort.
3. La possibilité d'un placement qui évite tout risque d'obstruction des voies respiratoires.
4. La possibilité d'une production de voix adéquate et d'une déglutition sans inhalation.
5. La possibilité d'un placement et d'un retrait faciles.

4. Temps opératoires

4.1. Temps préopératoire

L'évaluation préopératoire et la préparation des patients pédiatriques implique une grande coordination entre l'anesthésiste, le chirurgien et le pédiatre. Cependant, Le concept clé pour tous les intervenants demeure l'état de santé du patient qui doit être optimisé avant la chirurgie.

Il est important d'informer les parents sur l'ensemble du processus thérapeutique et répondre à toutes leurs interrogations. Les médecins intervenants se doivent d'apaiser leurs inquiétudes, de manifester une écoute active et réactive ainsi que l'utilisation de contenus audiovisuels.

LES OBJECTIFS DE SOINS PRÉOPÉRATOIRES SONT : [145]

- Une présentation claire du problème de l'enfant.
- Une présentation des conséquences physiologiques et des limites de la pathologie.
- Une optimisation de la prise en charge de toute comorbidité associée.
- Un partage de toute information facilitant la communication entre les chirurgiens, les pédiatres et les anesthésistes.
- La communication des lignes directrices à tout prestataire de soins de santé.

RÔLE DU CHIRURGIEN : [145] Le chirurgien doit :

- Informer les parents de la nécessité de l'acte et des détails de la procédure chirurgicale.
- Présenter les complications potentielles, les soins postopératoires, les résultats escomptés et le suivi.
- Sensibiliser la famille au risque d'une maladie concomitante qui se développerait et compromettrait la procédure, l'anesthésie et le rétablissement. Dans ce cas, la chirurgie serait immédiatement.

RÔLE DE L'ANESTHÉSISTE : [145]

L'anesthésie émousse l'entrée et la sortie des fonctions sensorielles, motrices, réflexes et mentales. Il y a donc une altération temporaire des processus physiologiques.

Pour un anesthésiste, la connaissance des détails de la maladie chirurgicale actuelle, des antécédents médicaux actuels et passés, des antécédents de naissance, des médicaments actuels, des expériences d'anesthésie passées, des antécédents d'allergies est importante et obligatoire. Il est essentiel de détecter tout facteur de risque sous-jacent pouvant conduire à un événement indésirable inattendu en période périopératoire.

RÔLE DU PÉDIATRE : [145]

Le premier examen clinique du pédiatre est une référence de base pour apprécier l'état physique périopératoire. La mise en évidence des résultats neurologiques, des souffles cardiaques, d'une respiration sifflante, des éruptions cutanées, des anomalies congénitales et des signes vitaux est utile pour les prestataires de soins périopératoires.

4.1.1. L'évaluation préopératoire.

L'évaluation préopératoire complète de chaque enfant permet à l'anesthésiste d'opter pour une anesthésie sûre pendant la chirurgie et d'assurer une période post-opératoire sans incidents avec un contrôle adéquat de la douleur.

Les enfants atteints de pathologies des voies aériennes nécessitant une chirurgie auront une évaluation préopératoire approfondie et complète pour faciliter les soins durant la période périopératoire et améliorer leur sécurité.

Pour chaque patient, la prise en charge commence par une discussion approfondie au sein du « conseil multidisciplinaire des spécialistes des sténoses laryngotrachéales » composé de médecins de plusieurs spécialités (chirurgiens ORL, pneumologues, gastro-entérologues, cardiologues, neurologues, néonatalogistes, réanimateurs et généticiens). Dans cette situation, cette approche pluridisciplinaire est indispensable. [139]

Tous les efforts nécessaires doivent être fournis pour optimiser la première tentative chirurgicale et augmenter les chances de succès. Par conséquent, une coordination de l'équipe chirurgicale avec l'ensemble de l'équipe est importante afin de prévoir des consultations pour ces patients suffisamment à l'avance. [104]

Une communication qualitative entre les chirurgiens et les anesthésistes est primordiale. Elle a comme objectif la conception d'un plan périopératoire idéal avant d'aborder le patient et ses parents.

Certaines informations doivent obligatoirement être communiquées par le chirurgien aux anesthésistes lors de la discussion préopératoire : [139]

- La prise en charge périopératoire des voies aériennes.
- Le contrôle de la douleur intra- et postopératoire.
- La nécessité d'un soutien ventilatoire en soins intensifs pendant la période post-opératoire.

Les quatre plus importants paramètres de l'évaluation préopératoire sont:

- Les antécédents et histoire médicale.
- L'état général du patient.
- Le Bilan endoscopique préopératoire.
- Le grade et étendue de la sténose laryngotrachéale.

4.1.1.1. Antécédents et histoire médicale

L'un de ces trois scénarios cliniques suivants peut être rencontré chez un enfant **trachéotomisé**, présentant une **sténose sous-glottique acquise** : [104]

➔ **Nouveau-né prématuré ou à terme, ayant subi une intubation néonatale pour détresse respiratoire.**

L'histoire médicale complète devrait informer sur :

- **Grossesse** : terme, accouchement, retard de croissance intra-utérin.
- **Score d'Apgar.**
- **Raisons et qualité de l'intubation** : difficile, traumatique ou multiple.
- **Qualité du cri et de la voix**
- **Qualité de la déglutition** : inhalation, étouffement, régurgitation.
- **État pulmonaire** : nécessité d'oxygénothérapie à la naissance ou de bronchodilatateurs.
- **État cardiaque.**
- **État neurologique et mental.**
- **Anomalies syndromiques et non syndromiques.**
- **Traitements antérieurs.**

➔ **Enfant dont la période néonatale s'est déroulée sans incidents mais ayant nécessité une intubation pour infection ou blessure traumatique plus tard dans la vie.**

L'histoire médicale complète devrait informer sur :

- **Type et la gravité des blessures**
- **Durée de l'intubation**
- **Taille du tube endotrachéal utilisé**
- **Traitements endoscopiques et/ou chirurgicaux antérieurs.**
- **Séquelles neurologiques potentielles**

➔ Un grand enfant ou un adolescent sans antécédents d'intubation et présentant une sténose laryngotrachéale idiopathique.

- Il s'agit d'une affection rare.
- Un bilan doit être réalisé en collaboration avec l'immunologiste afin d'exclure les maladies systémiques rares telles que Granulomatose de Wegener. [255]

4.1.1.2. État général du patient. [104]

La réalisation d'un examen physique complet et approfondi est indispensable avant toute évaluation endoscopique.

L'examen physique doit être centré sur :

- **État général** : taille, Poids
- **Caractéristiques dysmorphies** : déformations structurelles et maxillo-faciales, anomalies syndromiques ou non syndromiques
- **Statut pulmonaire** : Déformation thoracique, besoin en oxygène, besoin de bronchodilatateurs.
- **Anomalies cardiaques** : Hypertension pulmonaire, shunts
- **Déficiência neurologique** : trouble de la déglutition, retard mental, aptitude à la communication
- **Reflux gastro-œsophagien, œsophagite à éosinophile.**

Chez l'enfant non trachéomisé : Appréciation du degré de détresse respiratoire et du niveau d'obstruction (en fonction des bruits respiratoires et la phase bruyante du cycle respiratoire)

Chez l'enfant trachéomisé : Appréciation de la qualité du cri et de la voix, après occlusion au doigt de la canule.

La contribution des autres spécialistes (pédiatre, pneumologue, cardiologue, neurologue, gastro-entérologue et généticien), dans l'évaluation détaillée de l'état de l'enfant est fondamentale. Elle permet une meilleure évaluation du patient, de poser un diagnostic précis et de traiter les comorbidités associées avant de sélectionner la meilleure approche thérapeutique pour chaque enfant.

4.1.1.3. Bilan endoscopiques préopératoires. [104]

L'examen endoscopique détaillé a été traité dans le chapitre « explorations endoscopiques des sténoses laryngées » (*Cf. page 185*)

Seules quelques informations pertinentes seront reprises dans ce chapitre.

(Tableau 16) (Tableau 17)

➤ **Nasofibroskopie laryngée éveillée ou sous anesthésie avec respirations spontanée.**

- Évaluation des cordes vocales et de leur mobilité
- Évaluation des lésions dynamiques dans la région naso-oro-pharyngolaryngée, responsable du syndrome d'apnée obstructive du sommeil.
- Trachéomalacie localisée

➤ **Laryngotrachéoscopie directe**, sous anesthésie générale. Réalisée avec un endoscope 0°. **(Figure 100)**

Elle permet :

- Évaluation précise du site, du degré et de l'étendue de la sténose laryngotrachéale.
- La sténose doit être gradée selon le système Myer-Cotton modifié.
- Implication glottique
- Précision du siège du trachéostome, avec révélation des problèmes associés (tissu de granulation, trachéomalacie localisée...)
- Atteinte trachéale associée

➤ **Microlaryngoscopie en suspension**

- Palpation des aryténoïdes : Différencier entre les sténoses glottiques postérieures et les paralysies bilatérales des cordes vocales.
- Fixation de l'articulation crico-aryénoïde

➤ **La Broncho-œsophagoscopie**

- Rechercher des signes d'inhalation, d'un reflux gastro-œsophagien et d'une œsophagite éosinophile.
- Examen bactériologique
- Anomalies associées

ENDOSCOPY

- preoperative assessment ☐ yes ☐ no
- postoperative assessment ☐ yes ☐ no

Awake indirect laryngoscopy/Awake TNFL ☐ yes ☐ no

- **VF mobility**
 - normal bilaterally ☐ yes ☐ no
 - restricted abduction ☐ left ☐ right ☐ bilateral
 - VF immobility ☐ left ☐ right ☐ bilateral

Asleep TNFL (under GA in spontaneous respiration) ☐ yes ☐ no

- **OSA-related narrowings** ☐ yes ☐ no
 - ☐ nose ☐ nasopharynx ☐ oropharynx ☐ pharyngolarynx
 - description :
- **VF mobility** (if awake TNFL was impossible) ☐ yes ☐ no (please report above)
- **Tracheomalacia** ☐ yes ☐ no ☐ diffuse ☐ localized
- **Secondary Airway Lesions** ☐ yes ☐ no
 - description :

Direct laryngotracheoscopy +/- SML (under GA)

- **Congenital LTS** ☐ yes ☐ no
- **Acquired LTS**
 - fresh, incipient LTS ☐ yes ☐ no
 - mature cicatricial LTS ☐ yes ☐ no
 - mixed (acquired on congenital) LTS ☐ yes ☐ no
- **Grade of stenosis**
 - ☐ I $\leq 50\%$
 - ☐ II 51 to 70%
 - ☐ III 71 to 99%
 - ☐ IV no lumen
- **Cranio-caudal extent of stenosis**
 - $\leq 5\text{mm}$ ☐
 - $> 5\text{mm} \leq 15\text{mm}$ ☐
 - $> 15\text{mm} \leq 30\text{mm}$ ☐
 - $> 30\text{mm}$ ☐
- **Site of stenosis** (more than one answer possible)
 - supraglottic ☐ yes ☐ no
 - glottic ☐ yes ☐ no
 - subglottic ☐ yes ☐ no
 - tracheal ☐ yes ☐ no
- **Abnormal VF mobility**
 - neurogenic VF paresis ☐, paralysis ☐
 - VF fixation ☐ unilateral ☐ bilateral
 - ☐ partial unilat. ☐ partial bilat.
 - ☐ complete unilat. ☐ complete bilat.
- **Posterior glottic stenosis (PGS)** ☐ yes ☐ no
 - interarytenoid adhesion (cicatricial bridge) ☐
 - true PGS ☐ yes ☐ no
 - ☐ without CAA ☐ with unilat. CAA ☐ with bilat. CAA

Tableau 16 : Check-list pour l'évaluation endoscopique préopératoire et processus décisionnel (1/2). [256]

• **VF web, synechia** ☐ yes ☐ no
 ≤ 25% VF length ☐ 25% ≤ 50% VF length ☐ 50% ≤ 75% VF length ☐ > 75% VF length ☐

• **Trachea**

Stenosis ☐ yes ☐ no
 Malacia ☐ yes ☐ no
 primary diffuse ☐ yes ☐ no
 localized post-tracheostomy ☐ yes ☐ no
 extrinsic vascular compression ☐ yes ☐ no
 Tracheostomy ☐ yes ☐ no
 location ☐ 1st 2nd rings ☐ 3rd 4th rings ☐ ≥ 5th rings
 additional distal tracheal stenosis ☐ yes ☐ no
 localized tracheostoma malacia ☐ yes ☐ no

• **Bronchial tree and esophagus**

Bronchomalacia ☐ yes ☐ no Bacteriological aspirate ☐ yes ☐ no
 Extrinsic bronchial compression ☐ yes ☐ no Bronchoalveolar lavage ☐ yes ☐ no
 Gastroesophageal reflux ☐ yes ☐ no Esophageal biopsies ☐ yes ☐ no
 Eosinophilic esophagitis ☐ yes ☐ no
 Other.....

COMORBIDITIES ☐ yes ☐ no

• **Airway**

☐ yes ☐ no
 OSA-related narrowings ☐ yes ☐ no
 Secondary LTS/ malacia ☐ yes ☐ no
 description :

• **Medical**

☐ yes ☐ no
 respiratory insufficiency (O₂ dependence) ☐ yes ☐ no
 Symptomatic cardiac/vascular disease ☐ yes ☐ no
 Neurologic sequelae/mental impairment ☐ yes ☐ no
 Swallowing disorder/aspiration ☐ yes ☐ no
 Symptomatic gastroesophageal reflux ☐ yes ☐ no
 Eosinophilic esophagitis ☐ yes ☐ no
 Syndromic/non-syndromic anomalies ☐ yes ☐ no
 Other :

FINAL SCORING

☐ Ia ☐ Ib ☐ Ic ☐ Id
☐ IIa ☐ IIb ☐ IIc ☐ IId
☐ IIIa ☐ IIIb ☐ IIIc ☐ IIId
☐ IVa ☐ IVb ☐ IVc ☐ IVd

a = only one site involved (supraglottis/glottis/subglottis/trachea)

b = two sites involved

c = three sites involved

+ is added to any final score to indicate an additional severe comorbidity or congenital anomaly

TREATMENT PLAN Primary surgery ☐ Salvage surgery ☐ 1st ☐ 2nd ☐ 3rd ☐ >3rd ☐

• **Description :**

1.....
 2.....
 3.....
 4.....

Tableau 17 : Check-list pour l'évaluation endoscopique préopératoire et processus décisionnel
 (2/2) [256]

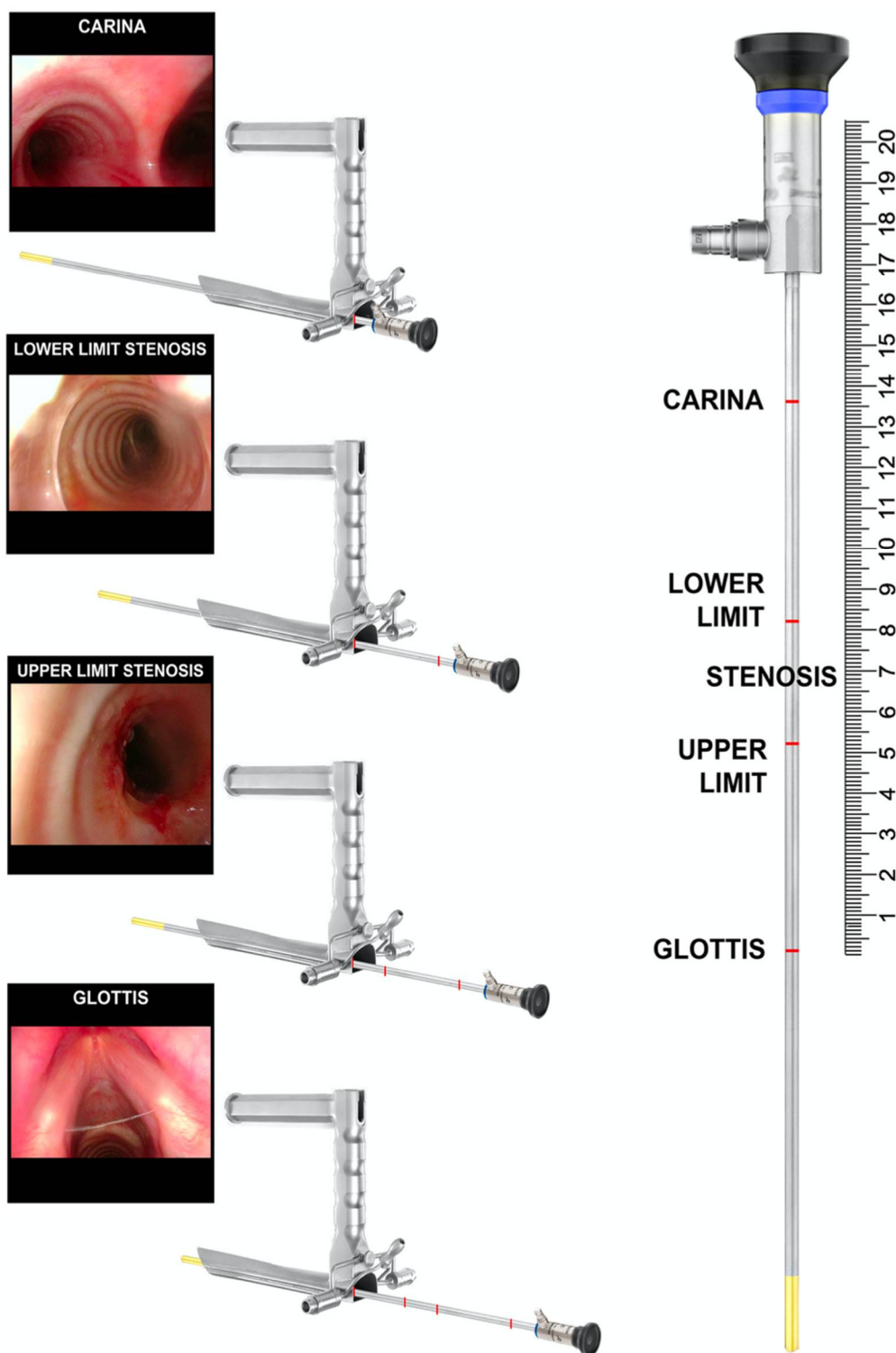


Figure 100 : Évaluation précise du site de l'extension cranio-caudale

4.1.1.4. La consultation pré-anesthésique

L'objectif de la consultation pré-anesthésique (CPA) est de synthétiser l'évaluation préopératoire réalisée initialement et de fournir à l'anesthésiste tous les renseignements qui lui seront utiles dans le choix et l'adaptation de la technique anesthésique.

Les principaux volets d'une consultation pré-anesthésique sont : [139]

- Les antécédents et l'histoire médicale.
- L'examen physique.
- Les médicaments en cours.
- Les critères d'intubation.
- Le jeûne préopératoire.
- La classification ASA.

❖ **LES ANTÉCÉDENTS ET L'HISTOIRE MÉDICALE.**

- Relever l'état de santé du patient, passé et présent, ainsi que les détails de la chirurgie programmée (durée, possibilité de perte de sang et de transfusion, positionnement du patient).
- Relever les Informations concernant les allergies (Médicaments, Aliments, Latex ...)
- Relever les Informations concernant les médications en cours.
- Relever toute information concernant les anesthésies et les chirurgies antérieures, particulièrement des voies aériennes.
- Relever les antécédents familiaux du patient, notamment l'incidence de décès soudains inexplicables sous anesthésie.
- Relever l'histoire détaillée liée aux voies respiratoires chez un enfant commence par :
 - Questions sur les saignements du nez, la respiration bruyante, le stridor, le ronflement, les troubles de déglutition.
 - Les antécédents d'admissions médicales, néonatales ou toutes intubations antérieures, la gestion des voies aériennes au cours de l'anesthésie précédente.
- Examen du dossier médical et évaluation des examens radiologiques et biologiques du patient.

❖ L'EXAMEN PHYSIQUE.

Afin programmer une prise en charge anesthésique sûre, l'examen physique attentif doit relever :

- Taille, poids par rapport à l'âge, Fréquence Cardiaque, Tension artérielle, SpO2.
- Insistance sur l'examen des voies aériennes : Essentiel pour déterminer la facilité de la ventilation et de l'intubation.
 - Apprécier l'ouverture de la bouche
 - Apprécier la capacité du patient à faire saillir la langue et la mandibule vers l'avant, à déplacer le cou d'un côté à un autre, en avant, en arrière.
 - Si patient coopérant : évaluation de la bouche ouverte pour la classification de Mallampati peut aider davantage dans l'évaluation des voies aériennes. (**Figure 101**)
 - Apprécier la taille des amygdales.
 - La présence d'une macrognathie, d'une Rétrognathie, d'une petite distance thyro-mentale, d'une grande circonférence du cou, d'une macroglossie et de grosses amygdales dans une petite bouche prédisent souvent une difficulté à mettre un masque facial. (**Tableau 18**)

- L'incidence des laryngoscopies directes difficiles est définie par la classification Cormack et Lehane (**Figure 102**)

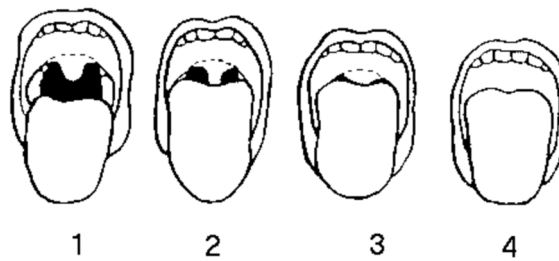


Figure 101 : Classification Mallampati

- **Les classes 1 et 2** regroupent les patients chez qui on voit totalement ou partiellement la luette. Ces deux classes font présager d'une intubation à priori facile.

- **Les classes 3 et 4** regroupent les patients où seul le palais membraneux ou osseux est visible. Ces deux classes font présager d'une intubation à priori difficile.

- **Chez un nouveau-né :**

- Connaissance des antécédents de naissance avec les détails de naissance : naissance à terme ou prématurée, voie d'accouchement,
- APGAR, besoin d'oxygène nasal ou intubation endotrachéale
- Durée de séjour aux soins intensifs.

- **Nouveau-né prématuré :**

- Le degré de prématurité et l'incidence de ses séquelles
- Dysplasie broncho-pulmonaire
- Rétinopathie et prématurité
- Poids de naissance de l'hémorragie intraventriculaire
- Problèmes d'alimentation

Caractéristique physique	Résultats cliniques
Distance inter-incisive	Largeur courte ou inférieure à deux doigts
Langue	Grande langue relative ou cavité buccale
Oropharynx	Grandes amygdales, Mallampati grade 3 ou 4
Mandibule	Micrognathie, Rétrognathie
Distance thyro-mentale	courte
Cou	Grand tour de cou, flexion / extension limitée

Tableau 18 : Caractéristiques cliniques suggérant des voies respiratoires difficiles. [139]

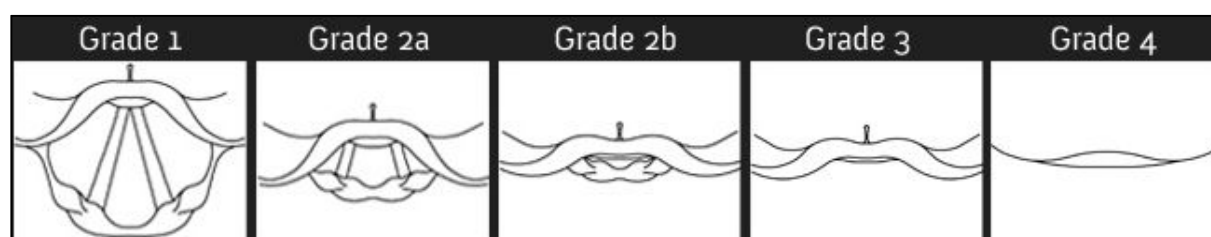


Figure 102 : Échelle de Cormack et Lehane modifiée [147, 148]

- **Grade 1** : Vue complète de la glotte
- **Grade 2a** : Vue partielle de la glotte ou des aryténoïdes
- **Grade 2b** : Seule extrémité postérieure de la glotte visible ou cartilages aryténoïdes uniquement
- **Grade 3** : Seule la pointe de l'épiglotte est visible
- **Grade 4** : Aucune structure de la glotte visible

→ **MÉDICATIONS EN COURS.**

- Homéopathie ou préparation des herbes médicinales :

Les effets indésirables de certaines substances médicinales herbales comportent les dyscrasies, des changements cardiovasculaires et de dysfonctionnement hépatique.

Une étude menée à ce sujet a démontré que 3,5% des patients prévus pour la chirurgie consomment ces produits, dans les deux semaines précédant l'intervention chirurgicale. [257]

Les complications potentielles qui découlent de ces remèdes ne sont pas encore bien élucidées. Aussi, il est préférable d'arrêter tout traitement homéopathique ou à base de plantes 2 à 3 semaines avant la date de chirurgie.[258]

- AINS :

L'utilisation préopératoire d'AINS ou d'aspirine pour leurs effets analgésique, anti-inflammatoire ou antipyrétique doit être évitée pendant 7 à 10 jours avant la chirurgie, compte tenu du risque de saignement chirurgical dû à une altération de l'agrégation plaquettaire. [259]

- Anticoagulants à visée thérapeutique ou prophylactique :

Les patients sous anticoagulation thérapeutique ou prophylactique à long terme (aspirine, coumadine, énoxaparine) nécessitent des processus décisionnels complexes qui prennent en compte du risque thrombotique et du risque hémorragique peropératoire.

Une consultation en collaboration avec les pédiatres cardiologues et pédiatres hématologue est indispensable pour la mise en place la meilleure stratégie thérapeutique qui garantit le moins de risques pour le patient.

- Anticonvulsivants
- Antihypertenseurs
- Autres...

→ **JEUNE PREOPERATOIRE.**

Les lignes directrices recommandées par l'ASA (American Society of Anesthesiologists) pour les patients sans facteurs de risque « incluent une restriction alimentaire pendant au moins 6h avant la chirurgie et liquides jusqu'à 2h avant la chirurgie. [260]

→ **CLASSIFICATION ASA.**

Le score ASA qualifie l'état de santé préopératoire d'un patient. Il permet d'évaluer le risque anesthésique c'est à dire la morbidité (infection postopératoire, infarctus, défaillance respiratoire ou rénale...) et la mortalité.

On distingue 6 classes. Les deux premières regroupent les patients globalement en bonne santé. Les deux suivantes regroupent les patients porteurs de pathologies graves. La cinquième inclut les patients moribonds et la sixième ceux qui sont en état de mort cérébrale.

Score ASA 1 : patient en bonne santé (hernie inguinale)

Score ASA 2 : patient présentant une maladie systémique légère (diabète non insulino-dépendant, hypertension, obésité, insuffisance rénale modérée, infarctus ancien...)

Score ASA 3 : patient présentant une maladie systémique sévère (angine de poitrine, diabète insulino-dépendant, obésité morbide, insuffisance respiratoire modérée, syndrome apnée du sommeil ...)

Score ASA 4 : patient présentant une maladie systémique sévère mettant en jeu le pronostic vital (patient dialysé, insuffisance cardiaque ou respiratoire grave ...)

Score ASA 5 : patient moribond dont l'espérance de vie n'excède pas 24 heures en l'absence d'intervention chirurgicale (état de choc hémorragique, rupture d'anévrisme cérébral avec coma...)

Score ASA 6 : patient en état de mort cérébrale, candidat au don d'organes.

4.1.2. Timing de l'intervention. [104]

Plusieurs critères doivent être remplis avant qu'un patient présentant une sténose laryngotrachéale ne soit éligible pour la chirurgie.

Dans le cas des sténoses congénitales :

- Le patient ne doit pas avoir un autre site obstructif des voies respiratoires
- Le patient doit être en bonne condition respiratoire et neurologique.

Dans le cas des sténoses acquises :

- La raison initiale de l'intubation ne doit plus exister
- La sténose doit être composée de tissu cicatriciel mature.

Une attente vigilante est recommandée si :

- Le larynx et la sous-glote apparaissent érythémateux ou œdémateux,
- Une maladie cardiopulmonaire concomitante nécessitant des hospitalisations fréquentes
- Le patient présente un RGO sévère non contrôlé.

L'atteinte neurologique, associée à une discordance oro-pharyngée et à une inhalation pendant l'alimentation, peut imposer une période d'attente plus longue, avant d'envisager une reconstruction des voies aériennes.

La période d'attente imposée par les conditions de l'enfant doit être mise à profit afin de prodiguer les soins nécessaires à l'enfant.

- Si une infection des voies respiratoires existe chez un enfant trachéomisé, une culture avec antibiogramme doivent être réalisés.
- L'administration d'IPP, parfois à doses élevées, peut être nécessaire pour contrôler les RGO.

Il existe certaines **contre-indications temporaires** à la chirurgie des sténoses laryngotrachéales :

- Facteurs locaux :

- Larynx hautement réactif.
- Sténose laryngotrachéale immature.
- Autres sites d'obstruction importante des voies respiratoires.
- Voies respiratoires infectées.
- Discordance pharyngolaryngée avec inhalation.

- Facteurs systémiques

- Maladie pulmonaire persistante.
- Reflux gastro-œsophagien non contrôlé.
- Insuffisance neurologique sévère.
- Handicap mental sévère.
- Anomalies cardiovasculaires sévères.

Les patients présentant une sténose légère (Grade I et Grade II léger) peuvent être gardés sous observation, surtout si la sténose est congénitale car les voies respiratoires s'agrandissent avec la croissance.

Des endoscopies sont nécessaires tous les 6 mois jusqu'à ce que les symptômes respiratoires disparaissent complètement.

Si l'état respiratoire se détériore, une reconstruction des voies aériennes doit être envisagée pour éviter une trachéotomie d'urgence.

La trachéotomie ne peut pas toujours être évitée. Elle est le moyen le plus approprié de sécuriser une voie aérienne laryngée. Elle permet au chirurgien de gagner du temps jusqu'à ce que les conditions médicales locales et systémiques s'améliorent ou guérissent.

Le trachéostome devrait être placé entre 6^e et 7^e anneaux trachéaux pour épargner une quantité suffisante d'anneaux trachéaux normaux entre la sténose sous-glottique et le site de trachéotomie.

Lorsqu'un nourrisson ou un petit enfant n'a pas de comorbidités importantes, une intervention précoce pendant les premiers mois de vie est recommandée.

La réalisation d'une PCTR chez des nourrissons de moins de 10 kg a révélé des résultats similaires à ceux obtenus chez les enfants plus âgés. [261,262]

Le principe d'attendre jusqu'à ce que l'enfant atteignent 10 kg avant d'intervenir n'est désormais plus pris en considération dans l'algorithme décisionnel des sténoses laryngotrachéales.[263] Cependant, il faut tenir compte du rapport bénéfice-risque de cette attente. L'avantage d'opérer un enfant plus âgé est confronté à l'inconvénient du retard d'acquisition du langage verbal.

4.1.3. Planification de l'intervention.

Le résultat positif de la chirurgie des sténoses laryngotrachéales repose sur le recueil détaillé des antécédents et de l'histoire médicale ainsi que sur l'évaluation préopératoire précise et méticuleuse (clinique et endoscopique). [104]

Les modalités de prise en charge devraient être discutées au sein d'une équipe multidisciplinaire des voies aériennes afin de parvenir à un consensus sur le meilleur moment et le meilleur type de chirurgie.

Les questions suivantes doivent être abordées :

- **Quel type de chirurgie faut-il effectuer ?**
 - Chirurgie par voie endoscopique
 - Chirurgie à ciel ouvert : LTR, PCTR, PCTR étendue
 - Greffe : pas de greffe, greffe antérieure, greffe postérieure, greffe antéropostérieure combinée.
- **Chirurgie en une seule étape ou en deux étapes ?**
 - Avec ou sans stenting
- **Besoin d'un séjour en soins intensifs pédiatriques ?**
 - Si oui, préciser la durée présumée.
- **Risques liés aux techniques chirurgicales, à ciel ouvert :**
 - LTR : Taux de récurrence significatif dans le cas des SSG grade III-IV
 - PCTR : Déhiscence anastomotique et lésion du nerfs récurrents laryngés
- **Résultats escomptés :** voies aériennes, voix, déglutition

➤ **État des comorbidités :**

- Reflux gastro-œsophagien
- Maladies neurologiques, cardiaques et pulmonaires
- État nutritionnel
- Infection des voies respiratoires

➤ **Le scénario chirurgical idéal**, pour le patient, serait-il **toléré** par celui-ci, si anomalies co-existantes.

Les parents doivent être totalement impliqués dans le processus décisionnel. Il est important de leur illustrer la problématique de l'enfant, ainsi que l'intervention chirurgicale, de façon pédagogique grâce aux maquettes et aux séquences vidéo.

La durée du séjour au sein de la réanimation pédiatrique, les complications, ainsi que le pronostic doivent être clairement abordés avant d'entreprendre une intervention chirurgicale pour les sténoses des voies respiratoires difficiles.

4.1.4. Préparation de l'intervention

Avec l'aide des spécialistes, tous les facteurs locaux et systémiques, mentionnées en contre-indications temporaires à la chirurgie, doivent être traités avant la date de la chirurgie.

Tandis que certains facteurs peuvent être traités médicalement (voies respiratoires infectées, RGO, œsophagite à éosinophiles), d'autres anomalies nécessitent un traitement chirurgical (anomalies cardio-vasculaires, anomalies maxillo-faciales, RGO sévère et intraitable)

Quelques facteurs nécessitent une période d'attente ou de rééducation (larynx réactif, sténose laryngotrachéales immatures, discordance pharyngolaryngée)

Les déficiences associées qui ne peuvent être corrigées doivent être considérées comme des contre-indications potentielles à la chirurgie (retard mental, anomalies syndromiques...)

Chez un enfant avec une trachéotomie de longue durée, la colonisation des voies aériennes par le *Staphylococcus aureus* ou *Pseudomonas aeruginosa* peut être présente.

Négliger cette composante pourrait causer une défaillance chirurgicale. Par conséquent, une culture bactériologique ne doit pas être négligée.

P. Monnier recommande une prophylaxie antibiotique préopératoire de 5 jours, basée sur les résultats des cultures bactériologiques. Celle-ci sera poursuivie en per- puis en post-opératoire pendant 15 jours.

Cette durée peut être prolongée jusqu'à 1 mois, dans les reconstructions complexes. [104]

P. Monnier recommande également un traitement anti-reflux, avec des inhibiteurs de la pompe à protons, à commencer 1 semaine avant la chirurgie. Ce schéma doit être poursuivi pendant 1 mois chez les patients douteux de RGO et pendant 6 à 12 mois chez les patients avec un RGO évident.

Dans les cas les plus graves, des anti-H2 doivent être prescrits au coucher pendant 03 mois, afin d'éliminer les reflux nocturnes.

Si l'œsophagite à éosinophile a été confirmée par la biopsie, la chirurgie doit être différée jusqu'à ce que l'enfant termine l'intégralité du traitement médical prescrit par le pédiatre gastro-entérologue. [104]

4.1.5. Préparation pré-induction

Chez certains patients atteints de dysfonctionnement neurocognitif, le besoin de prémédication pour apaiser l'anxiété ou le besoin d'une présence parentale peut être nécessaire afin de minimiser l'angoisse de séparation.

Il serait intéressant d'impliquer les jeunes enfants dans les activités comme souffler des bulles de savon, conduire une petite voiture jusqu'à la salle d'opération, regarder des vidéos comme aide à la distraction avant l'induction anesthésique

Toutes ces activités ont pour objectif ultime d'établir une relation de confiance avec le personnel médical et paramédical, de faciliter l'accès du patient à la salle opératoire et garantir une induction facile. [139]

4.2. Temps peropératoire.

La réussite des chirurgies ouvertes des voies aériennes est tributaire non seulement de la bonne technique chirurgicale mais aussi de la bonne exécution de la technique anesthésique.

Étant un territoire commun, les voies aériennes, doivent être gérées conjointement par le chirurgien et l'anesthésiste, ce qui nécessite une collaboration et une communication étroites et efficaces ainsi qu'une confiance mutuelle.

4.2.1. Induction et maintien de l'anesthésie

Une voie intraveineuse (IV) doit être placée afin de permettre une induction rapide, sûre et contrôlée. [140]

Si le patient est trachéotomisé, l'induction peut être effectuée en connectant le ventilateur d'anesthésie directement à la trachéotomie et en utilisant un agent anesthésique inhalé.

La vitesse d'induction sera inversement proportionnelle à l'importance des fuites présentes au niveau du larynx.

Une sonde endotrachéale à ballonnet est placée à travers la stomie et fixée à la paroi thoracique antérieure.

En absence de trachéotomie, une induction au masque permet de maintenir une respiration spontanée.

Si l'induction par inhalation est impossible, une induction par voie intraveineuse est indiquée, en utilisant du propofol et un opiacé à courte durée, comme le fentanyl.

Les voies respiratoires sont sécurisées par voie orale via une intubation endotrachéale à ballonnet.

L'utilisation d'une sonde endotrachéale à ballonnet est préconisée dans les chirurgies de voies aériennes où des saignements peropératoires sont anticipés. [139]

Dans presque tous les cas, l'utilisation d'un paralytique pendant l'induction doit être évitée afin de maintenir la respiration spontanée.

Il est essentiel de maintenir une oxygénation et une ventilation adéquate pendant la chirurgie des voies aériennes à ciel ouvert.

Ce stade de la chirurgie nécessite une communication très étroite et très efficace entre le chirurgien et l'anesthésiste. [140, 264, 265, 266]

Alors que les voies aériennes supérieures sont ouvertes, il existe une grosse fuite dans le circuit anesthésique. Afin de maintenir une oxygénation adéquate, il est souvent nécessaire d'administrer 100% d'oxygène et de se fier à la ventilation manuelle pendant ce temps.

Si des niveaux importants d'oxygène inspiré sont utilisés, l'utilisation de l'électrocoagulation devrait être évitée pour ne pas causer un incendie des voies respiratoires.

4.2.2. Particularités anesthésiques des PCTR

L'anesthésie chez un **enfant trachéotomisé** est réalisée à travers un tube endotrachéal à angle droit ou un tube Rüsch inséré à travers le trachéostome dans la trachée distale.

La chirurgie est généralement effectuée au-dessus du trachéostome, qui est maintenu en place jusqu'à la fin de la procédure. [138]

Lorsque la PCTR est programmée chez un enfant **non trachéotomisé** avec une SSG de Grade III modérément sévère, il peut être nécessaire différer la chirurgie jusqu'à ce que les symptômes de la dyspnée obstructive soient explicite. [138]

L'anesthésie, dans les PCTR en une seule étape est un véritable défi pour les anesthésistes.

Au cours de l'intervention, il sera indispensable à un moment de ventiler le patient à travers le moignon trachéal ouvert.

Trois principales techniques anesthésiques sont possibles :

- Ventilation à pression positive, via un tube endotrachéale stérile inséré par le chirurgien dans le moignon trachéal distal.
- Ventilation par jet haute fréquence, via un long cathéter inséré à travers le tube endotrachéale dans la trachée distale.
- Anesthésie temporaire, sous respiration spontanée, avec une trachée ouverte.

4.2.2.1. Anesthésie des PCTR en une seule étape enfant non trachéotomisé

La PCTR est réalisée chez un enfant non trachéotomisé avec une SSG de Grade III modérément sévère.

La méthode privilégiée de l'induction se pratique par ventilation au masque avec le sévoflurane. [270]

L'entretien de l'anesthésie est réalisé avec du propofol, du fentanyl et du vécuronium au besoin sous ventilation à pression positive du masque.

La sténose est ensuite doucement dilatée avec des bougies effilées pendant la période d'apnée. L'enfant est intubé avec le plus petit tube nasotrachéal qui fournit une ventilation adéquate. [138]

Comme la sous-glote sténosée est totalement réséquée, le traumatisme de celle-ci induit par la dilation est sans conséquences. [138]

La trachée cervicale est généralement normale chez les enfants non trachéotomisés présentant une sténose sous-glottique, l'incision trachéale circonférentielle est d'abord réalisée au niveau du bord inférieur de l'anneau cricoïde autour du tube endotrachéale. [138]

À ce stade l'une des trois techniques anesthésiques mentionnées ci-dessous peut être utilisée :

- a. **Ventilation à travers le moignon trachéal avec un tube endotrachéale stérile.**
- b. **Ventilation à jet haute fréquence**
- c. **Anesthésie par respiration spontanée avec une trachée ouverte**

a. Ventilation à travers le moignon trachéal avec un tube endotrachéale stérile

Après la libération de la trachée de son attachement laryngé, un deuxième de tube Rüsch flexible est temporairement utilisé pour ventiler le patient, à travers le moignon trachéal.

La pointe du tube nasotrachéal *Portex Blue Line* original, fermement fixée, est retirée dans le pharynx pour libérer le champ opératoire pour le chirurgien.

Les étapes suivantes sont identiques à celles réalisées chez les patients trachéotomisés.

b. Ventilation a jet haute fréquence

Après ouverture de la trachée proximale, le tube ET est retiré jusqu'à ce que la pointe apparaisse dans le champ opératoire.

La pointe du tube est ensuite fixée à l'aide d'un filetage au mercilène.

Un petit cathéter à jet d'échange pédiatrique Cook est ensuite passé à travers le tube ET et placé par le chirurgien au niveau de la trachée.

Une fois le cathéter en place, le tube ET est retiré du champ opératoire, dans le pharynx.

Le jet à haute fréquence est ensuite institué à l'aide d'un ventilateur Monsoon HF-J. [271]

Les paramètres pour les enfants sont définis comme suit: [138]

- Taux : 100-200/min
- Pression d'entraînement : 0,02 bar/kg
- T_i/T_o : 0,3

Au cours de cette procédure, la partie distale de la trachée doit être continuellement humidifiée, afin d'éviter la dessiccation muqueuse.

Les temps résection-anastomose doivent idéalement être réalisés dans un champs opératoire libre.

Une fois l'anastomose postérieure terminée, et quelques points latéraux mis en place. Le tube endotrachéale est retiré du pharynx et poussé vers le bas dans la trachée au-dessus du cathéter à jet.

La ventilation conventionnelle est ensuite rétablie jusqu'à la fin de l'intervention.

L'inconvénient majeur de cette technique c'est que la pression induite par la ventilation à jet haute fréquence éclabousse constamment le sang et les sécrétions du moignon trachéal distal.

c. Anesthésie par respiration spontanée avec une trachée ouverte

Après ouverture de la trachée, le champ opératoire est baigné par un flux d'oxygène constant fourni par la sonde endotrachéale qui est maintenue au niveau glottique à l'aide d'un fil de plomb en mercilène.

La technique est délicate et le chirurgien doit constamment humidifier et aspirer la trachée distale pour éviter l'inhalation du sang et des débris.

Une sonde endotrachéale stérile est insérée par intermittence par le chirurgien dans le moignon trachéal distal pour fournir une ventilation à pression positive visant à gérer l'atélectasie et à ré-oxygéner l'enfant si nécessaire.

Des crises de toux sont fréquemment signalées, ce qui peut interférer avec la procédure chirurgicale.

Après anastomose postérieure et latérale, la trachée distale est rincée avec du sérum physiologique et soigneusement aspirée avant que la sonde nasotrachéale ne soit tirée par le fil de mercilène au-delà de l'anastomose.

Les derniers points antérieurs sont placés lorsque le tube ET est solidement fixé au niveau du nez.

Cette technique combine les avantages d'une ventilation distale sûre, grâce à une sonde endotrachéale à ballonnet et ceux d'un champ opératoire libre chez un enfant sous respiration spontanée.

Parmi les trois techniques, P. Monnier privilégie l'intubation temporaire du moignon trachéal distal à l'aide d'une sonde endotrachéale à ballonnet normale.
[138]

4.2.2.2. Anesthésie des PCTR en une seule étape enfant trachéotomisé

Avant de commencer la chirurgie, deux ensembles de tubes de ventilation sont préparés :

- Le premier est posé sur le thorax pour la ventilation à travers le trachéostome,
- Le second est posé à l'extrémité de la tête du patient pour la ventilation à travers le tube nasotrachéal.

La dissection et la résection entières de la sténose sont réalisées idéalement dans un champ opératoire libre, tandis que le patient est ventilé par le trachéostome.

Avant de commencer l'anastomose thyrotrachéale, l'anesthésiste expose le larynx avec un laryngoscope d'intubation pour faire passer la sonde nasotrachéale à travers les cordes vocales sous contrôle visuel.

NB : la technique rétrograde de Seldinger avec un cathéter d'échange des voies respiratoires Cook passé du champ opératoire au pharynx n'est pas appropriée, car une intubation nasotrachéale est requise pendant la période post-opératoire.

Le chirurgien capture le tube nasotrachéal dans le champ opératoire en fixant l'extrémité du tube avec un fil de mercilène.

Le tube est ensuite retiré dans le pharynx afin de fournir un champ opératoire libre au chirurgien pour la résection de la sténose et la réalisation d'une anastomose sûre.

Les anastomoses postérieure et latérale sont réalisées alors que l'enfant est toujours ventilé à travers le moignon trachéal. À l'aide du fil de mercilène principal, le tube nasotrachéal est récupéré à travers le larynx et poussé doucement au-delà de l'anastomose postérieure dans la trachée distale. Le reste des sutures latérales et antérieures est placé autour du tube endotrachéale. **(Figure 103)**

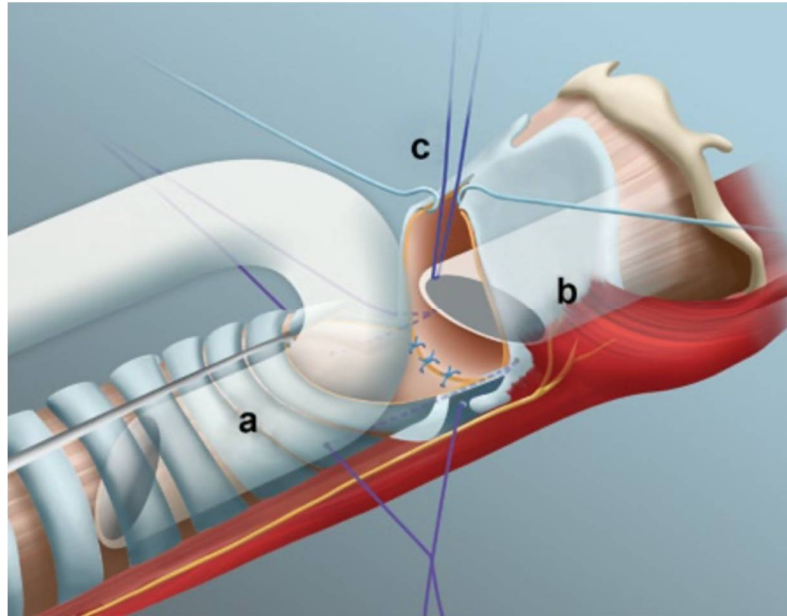


Figure 103 : Utilisation de deux jeux de tubes d'anesthésie pour la résection partielle de la cricotrachéale : [138]

L'enfant est d'abord ventilé par le trachéostome, puis par le moignon trachéal à l'aide d'un RAE ou d'un tube de Rüsch blindé flexible **(a)** après résection de la sténose sous-glottique.

Une fois l'anastomose postérieure terminée, la sonde nasotrachéale **(b)** est doucement tirée à travers les cordes vocales avec le fil de mercilène principal **(c)** et poussée dans les voies aériennes distales pour ventiler le patient. Les points thyrotrachéaux latéraux et antérieurs sont ensuite placés et attachés à l'extérieur.

4.3. Temps post-opératoire : sédation.

Chez les patients qui restent intubés après la chirurgie, le maintien d'une analgésie et d'une sédation adéquates est nécessaire pour assurer un transfert en douceur de la salle d'opération aux soins intensifs à la fin de la procédure. [264]. Ceci est mieux accompli avec perfusion de propofol ou de dexmédétomidine.

Au niveau de l'unité des soins intensifs, l'un des principaux objectifs du traitement est de maintenir une analgésie et une sédation adéquates afin de minimiser le risque d'extubation accidentelle ainsi que le mouvement de la sonde endotrachéale tout en évitant une sédation excessive.[267]

Un mouvement excessif du tube endotrachéal peut traumatiser l'anastomose et/ou les greffons frais, et irriter la muqueuse des voies respiratoires, ce qui entraînerait la formation de tissu de granulation.

Une sédation excessive, y compris l'utilisation des paralytiques, peut augmenter la morbidité du patient en augmentant le risque de sevrage, d'atélectasie, de faiblesse neuromusculaire et d'exacerbation de la maladie pulmonaire sous-jacente.

Bien que le protocole ne soit pas standardisé, il est admis que les résultats optimaux sont atteints lorsque la sédation est administrée à la quantité la plus faible tolérée pour garder un patient calme et confortable.[268]

Ceci est réalisé en utilisant une perfusion d'opiacés (fentanyl ou morphine), en combinaison avec une perfusion de midazolam.

L'alternative est l'utilisation des perfusions de kétamine ou de dexmédétomidine. Une combinaison des deux peut être utilisée séparément ou en complément pour maintenir une sédation adéquate.

Les paralytiques ne sont utilisés qu'en dernier recours dans le cas où l'enfant ne peut pas être suffisamment sous sédation.

Chez certains patients, l'utilisation d'un paralysant ou d'une sédation excessive peut nécessiter l'utilisation d'agents vasoactifs pour maintenir une tension artérielle adéquate.

À l'approche de la date d'extubation, la sédation doit être sevrée afin de maximiser la ventilation spontanée et optimiser les conditions d'extubation.

Le patient doit passer d'une ventilation à pression ou à volume contrôlé obligatoire à une ventilation assistée par pression et enfin à une respiration spontanée non soutenue. [269]

Si les paralytiques sont utilisés, leur perfusion doit être interrompue et le rémifentanyl ou le propofol peuvent les remplacer temporairement, tout en optimisant le patient pour l'extubation.

La présence des équipes d'anesthésie et d'oto-rhino-laryngologie est obligatoire pour l'extubation en USI.

Une fois extubé, une évaluation de la douleur est réalisée pour bien gérer la douleur post-opératoire.

Les patients ayant nécessité une sédation importante peuvent avoir besoin d'un sevrage prolongé de sédatifs et d'opioïdes.

4.3.1. Moyens

4.3.1.1. Benzodiazépines.

a. Midazolam. [277]

- Action plus rapide, demi-vie plus courte que lorazépam.
- Dose bolus standard : 0,05 à 0,1 mg/kg IV.
 - Début d'action de 1 à 2 min
 - Effet maximal à 5min
 - Demi-vie : 2h
- En perfusion : commencer à 0,05 mg/kg/h, titration jusqu'à 1mg/kg/h au besoin.
- Métabolisme hépatique par l'enzyme cytochrome P450 CYP3A en un métabolite actif ; Excrétion rénale.
- Les effets indésirables incluent l'hypoventilation, l'hypotension, la prolongation de la demi-vie, la tolérance et le sevrage.

b. Lorazépam. [277]

- Action intermédiaire avec début plus lent et durée d'action plus longue que le midazolam.

Demi-vie prolongée par rapport au midazolam

- Dose bolus : 0,025 à 0,05 mg/kg/h.
- Les métabolites du lorazépam sont inactifs.
- Effets indésirables : hypoventilation, hypotension, délire, toxicité propylène glycol (acidose métabolique, une hyper osmolarité, une toxicité cellulaire et une nécrose tubulaire aigue), tolérance, sevrage.

c. Diazépam. [278]

- Benzodiazépine à action prolongée
Rarement utilisé pour la sédation en USIP en raison de sa demi-vie prolongée.
- Dose bolus : 0,05 -0,1mg/kg.
- Métabolisme hépatique, en métabolites actifs, d'où la durée d'action prolongée.
- Effets indésirables : toxicité propylène glycol (acidose métabolique, une hyper osmolarité, une toxicité cellulaire et une nécrose tubulaire aigue.), thrombophlébite.

4.3.1.2. Propofol [141, 277, 279,280]

- Sédatif agissant sur les récepteurs GABA.
- Action anxiolytique et amnésiante
- Bolus : 0,5 à 2mg/kg
- Doses de perfusion pour sédation non procédurale :20-70 ug/kg/min
- Doses de perfusion pour sédation procédurale : 50-300 ug/kg/min.
 - **Les avantages** du propofol sont :Une courte durée d'action de 15 à 30 secondes, une facilité de titration ainsi qu'une récupération courte.
- **Les effets indésirables** du propofol :
 - L'hypotension due à une diminution de la résistance vasculaire systémique et une dépression myocardique directe.
 - Le syndrome de perfusion du propofol : perturbation métabolique rare mais mortelle.
 - o En raison du risque accru de syndrome de perfusion, le propofol n'est pas approuvé par la FDA pour la sédation chez la population pédiatrique.
 - o Les facteurs de risque de développer un syndrome de perfusion comprennent :
 - ✓ Une utilisation prolongée > 48h
 - ✓ Des débits de perfusion supérieurs à 4mg/kg/h
 - o Le Syndrome de perfusion se manifeste par une hyperkaliémie, une hyperlipidémie, une acidose métabolique, une rhabdomyolyse, des arythmies ainsi qu'une insuffisance cardiaque.

4.3.1.3. Opiïdes

a. Fentanyl. [277]

- Opiïde liposoluble avec un Début d'action rapide de 5 à 6 min
- Dose de bolus : 0,5-2 µg/kg
- Dose de perfusion : 0,5-2 µg/kg/h
- Le fentanyl n'entraîne pas de libération histamine ou d'hypotension cependant il peut provoquer une bradycardie.
- De fortes doses peuvent entraîner une rigidité de la paroi thoracique ainsi que des difficultés de ventilation.

b. Morphine. [277]

- Opiïde hydrophile avec un début d'action plus lent et un effet maximal environ 20 min après l'administration
- Dose bolus : 0,05-0,1 mg/kg.
- Doses de perfusion : 0,05 à 0,1 mg/kg/h
- En raison de la stimulation de la libération d'histamine, la morphine peut provoquer une vasodilatation, une hypotension, un prurit et des nausées.

c. Méthadone. [277]

- Opiïde lipophile. Antagoniste des micro-récepteurs et des récepteurs NMDA (acide N-méthyl-D-aspartique) analgésiques
- Équipotent à la morphine, avec un début d'action plus lent et une demi-vie plus longue d'environ 19h.
- Métabolisme subit un métabolisme hépatique par le cytochrome P450 CYP3A4. Il faut être prudent lors de son utilisation chez le nouveau-né.

4.3.1.4. Dexmédétomidine. [281]

- Agoniste α_2 agissant comme un sédatif et un analgésique par inhibition de l'activité noradrénergique.
- Dose de charge : 1 ug/kg
- Dose de perfusion : 0,2 – 1,5 ug/kg/h
- Les avantages :
 - Sédation naturelle en sommeil, sans dépression respiratoire
 - Diminution des besoins en opioïdes, en raison de ses propriétés analgésiques
- Effets indésirables : bradycardie, hypotension, sevrage.

4.3.1.5. Kétamines. [277]

- Antagoniste du NMDA, produisant une analgésie et un état de dissociation, sans dépression respiratoire.
- Il est souvent utilisé en conjonction avec des opioïdes pour diminuer le risque de tolérance.
- Dose bolus : 0,5-2mg/kg
- Dose de perfusion : 0,1-0,2mg/kg/h
- Effets secondaires :
 - Par ses effets sympathomimétiques, il provoque souvent une tachycardie, une hypertension et une broncho dilatation.
 - Les patients risquent des hallucinations. Celles-ci peuvent être évitées par un prétraitement aux benzodiazépines.
 - L'augmentation des sécrétions orales peut être jugulée par un traitement anticholinergique (glycopyrrolate).

4.3.1.6. Blocage neuromusculaire

Chez les patients ayant subi une reconstruction laryngotrachéale en une seule étape, le mouvement de la sonde endotrachéale peut engendrer une extubation accidentelle ou une perturbation des anastomoses chirurgicales fragiles.

Le blocage neuromusculaire peut être utilisé en conjonction avec des sédatifs afin d'empêcher le mouvement et de faciliter la ventilation mécanique chez les patients présentant une sédation ou une analgésie inadéquate.

Il a été démontré que la paralysie intermittente diminue le risque d'atélectasie et la durée d'intubation sans augmenter le risque d'auto-extubation. [282]

Après une utilisation à long terme d'agents de blocage neuromusculaire, les patients peuvent présenter une faiblesse prolongée même après l'arrêt des perfusions, en raison de l'accumulation de métabolites et d'une atrophie musculaire

Pour le blocage neuromusculaire à long terme, le rocuronium et le vécuronium sont les médicaments de choix. [277, 283]

❖ **Le rocuronium** est un non-dépolisateur, à action intermédiaire, avec un début d'action rapide.[277]

- Le blocage neuromusculaire maximal est souvent atteint en 2 à 3 minutes après une dose d'intubation de 0,6 à 1mg/kg.
- Les perfusions continues de rocuronium commencent à 10ug/kg/min et sont titrées.

- Le rocuronium est éliminé par une excrétion hépatobiliaire et a une durée d'action de 20 à 35 min. les métabolites étant inactifs, cela fait du rocuronium le choix idéal pour les perfusions en USIP

❖ **Le vécuronium** est un non-dépolisateur à action intermédiaire, avec un temps de début de 3 à 5 min et une durée d'action de 20 à 35 min. [277, 283]

- Doses bolus 0,08- 0,1 mg/kg.
- Débit de perfusion : 0,8-1,2 ug/kg/min
- Excrétion hépatique et rénale.

Son métabolite actif, le 3-desacetylvecuronium, possède 50 à 80% de la puissance du vécuronium.

4.4. Tolérance pharmacologique

La tolérance pharmacologique engendre une augmentation des besoins en médicaments pour produire le même effet sédatif ou analgésique.

Elle survient généralement après une durée de sédation > 72h.

L'arrêt brutal des benzodiazépines et des opioïdes peut entraîner un syndrome de sevrage, particulièrement chez les patients ayant subi une LTR en une seule étape et qui nécessite une intubation et une sédation prolongées.

Le syndrome de sevrage se présente sous forme d'agitation, d'hallucinations, de convulsions, de détresse respiratoire de tachycardie et d'hypertension. [283]

Le risque de sevrage est déterminé par la durée d'exposition aux sédatifs. L'outil d'évaluation du sevrage (WAT-1) est utilisé au niveau des USIP afin d'évaluer le risque de sevrage chez le patient. Ce score évalue 11 éléments sur une échelle de 12 points. [142, 285]

Un score WAT-1>3 a une sensibilité de 87% et une spécificité de 88% pour prédire le retrait. (**Tableau 19**)

L'évaluation du WAT-1 doit débuter dès le premier jour de sevrage pour les patients ayant reçu des opiacés +/- benzodiazépines par perfusion ou de façon régulière pour une période prolongée (ex. > 5 jours).

Il faut continuer l'évaluation deux fois par jour jusqu' à 72 heures après la dernière dose.

Afin de diminuer le risque de sevrage, un sevrage progressif des benzodiazépines et des opioïdes doit être mis en place en diminuant la dose journalière de 10 à 20%. [286]

DONNÉES TIRÉES DU DOSSIER DU PATIENT, DERNIÈRES 12 HEURES	
Selles liquides ou molles	Non = 0
	Oui = 1
Vomissements, haut-le cœur, étouffement	Non = 0
	Oui = 1
Température > 37°	Non = 0
	Oui = 1
OBSERVATION DE DEUX MINUTES AVANT STIMULATION	
État	SBS < 0 ou endormi, éveillé, calme = 0
	SBS > +1 ou Éveillé, en détresse = 1
Tremblements	Aucun, légers = 0
	Modérés, sévères = 1
Sueurs	Non = 0
	Oui = 1
Mouvements non coordonnés / répétitifs	Aucun, léger = 0
	Modéré, sévère = 1
Bâillements ou éternuement	Aucun ou 1 = 0
	> 2 = 1
OBSERVATION D'UNE MINUTE AVANT STIMULATION	
Sursaut au toucher	Aucun, léger = 0
	Modéré, sévère = 1
Tonus musculaire	Normal = 0
	Augmenté = 1
RECUPERATION APRES STIMULATION	
Délai avant le retour à l'état calme SBS < 0	< 2 min = 0
	2 – 5 min = 1
	> 5 min = 2
SCORE TOTAL (0-12)	

Tableau 19 : Outil d'évaluation du sevrage (WAT-1). [142]

SBS : state behaviour scale.

4.5. Sédation post-opératoire des chirurgies laryngotrachéales : LTR et PCTR

La durée de surveillance post-opératoire des LTR au niveau de l'unité des soins intensifs dépend de l'âge de l'enfant et du nombre d'étapes réalisée. [137]

- **Une radio thoracique** : réalisée systématiquement pour éliminer un pneumothorax ou une atélectasie.

Afin d'éviter l'atélectasie, un rinçage avec une solution saline à la fin de la chirurgie ainsi que l'aspiration des bouchons muqueux ou des caillots sanguins pouvant migrer du champ opératoire vers les voies respiratoires distales sont recommandées

- **Antibiotiques et IPP**. Ils sont initiés avant la chirurgie et sont poursuivis et ajustés au cours du suivi post-opératoire.
- **L'inspection quotidienne** du cou à la recherche d'emphysème sous-cutané, d'hématome ou de surinfection est effectuée pendant 10 jours.

4.5.1. Sédation des LTR et PCTR, étape unique

a. Stratégie de sédation des LTR

La prise en charge post-opératoire des patients après LTR en une seule étape est complexe en raison de l'intubation prolongée et des exigences de sédation. D'autres complications post-opératoires potentielles comprennent l'atélectasie, la pneumonie, les fuites anastomotiques, le retrait de sédation et la faiblesse neuromusculaire. [141]

La durée de l'intubation, le taux de réintubation et le taux de trachéotomie varient d'un centre à l'autre.

Dans une étude rétrospective de 190 patients ayant subi une LTR en une seule étape :[287]

- La durée moyenne de l'intubation était de 3 à 4 jours,
- 29% ont nécessité une réintubation,
- 52% des patients réintubés ont nécessité une trachéotomie (15 % de la cohorte totale).
- Le taux de décanulation globale était de 96% à 1% de recul.

Les causes de la réintubation comprenaient : un tissu de granulation, un œdème des voies respiratoires, une sténose laryngotrachéale récurrente, des sécrétions, une greffe prolabée, une auto-extubation, une mauvaise réserve pulmonaire et de l'anxiété.

Une bonne humidification et une instillation saline dans le tube ET sont essentielles afin d'éviter le colmatage du tube ET par les sécrétions séchées.

Le drain Penrose est retiré lorsque le pansement est sec, généralement après 48h. [137]

Les stratégies de sédation varient en fonction des centres hospitaliers. Elles peuvent aller d'une immobilisation complète à une sédation minimale ou nulle.

Les arguments contre la sédation post-opératoire comprennent :[141]

- L'augmentation de la durée du séjour dans l'unité de soins intensifs pédiatriques.
- L'augmentation de la durée d'hospitalisation.
- Le risque de retrait des benzodiazépines et des opioïdes.
- Les complications pulmonaires.

Dans une étude analysant 34 patients ayant subi une LTR en une seule étape, il n'y avait pas de différences significatives dans la décanulation accidentelle entre la sédation et la paralysie, la sédation uniquement et les groupes éveillés. [288]

➔ **PROTOCOLE DE SEDATION ET DE SEVRAGE** selon une étude réalisée sur 16 patients ayant subi une reconstruction laryngotrachéale :[289] (Figure 104)

- **Perfusion de morphine** et de lorazépam à 0,03 mg/kg/h. Bolus supplémentaires, si nécessaire
- **Perfusion de dexmédétomidine**, si perfusions de morphine et de lorazépam doivent être augmentées
- **Vécuronium** blocage neuromusculaire maintenu : 0,1 mg/kg/h
- Après arrêt du vécuronium, le patient est temporairement maintenu sous **perfusion de propofol** de ug/kg/min, jusqu'à ce que le blocage neuromusculaire résiduel disparaisse et soit interrompu avant l'extubation.
- **Dexmédétomidine** est poursuivie après extubation
- Si les patients ont été intubés pour plus de 5 jours, un sevrage de morphine et de lorazépam est mis en œuvre avec une diminution de 20% par jour.
- La méthadone, le diazépam ou la clonidine ont été ajoutés si besoin d'agents supplémentaires.

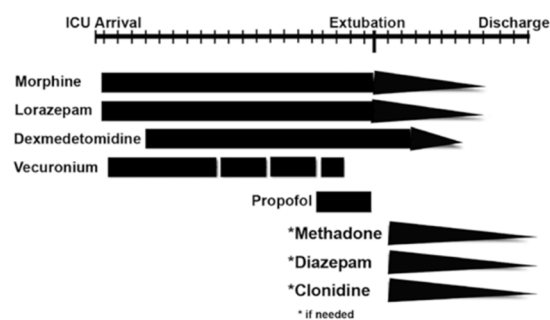


Figure 104 : Représentation schématique de la chronologie des agents sédatifs utilisés dans ce protocole. Au niveau de l'unité de soins intensifs ou de la salle opératoire.

b. Stratégie de sédation des PCTR. [138]

A l'admission dans l'USIP, les antécédents cliniques, tous les aspects des procédures chirurgicales et anesthésiques doivent être obtenus.

Étant donné que 40% des patients présentent des comorbidités, telles que des malformations cardiaques ou des anomalies congénitales syndromiques ou non-syndromiques. Une attention particulière doit être portée à ces conditions pour éviter des complications supplémentaires.

Des antécédents de voies aériennes réactives ou de dyspnée chronique doivent être recherché.

La durée de l'intubation et le besoin de sédation ainsi que la planification de l'examen laryngoscopique pré-extubation sont discutés avec le chirurgien.

Généralement, les patients sont intubés par voie nasotrachéale avec un tube Portex Blue Line très doux.

La voie nasotrachéale est privilégiée car elle est plus confortable pour les patients conscients, provoque moins de stimulation du réflexe nauséeux et est plus facilement sécurisée. De plus, l'utilisation de la voie nasotrachéale empêche les enfants de mordre la sonde, comme ils le font souvent avec la sonde endotrachéale pédiatrique, plus petite et moins rigide que celle utilisée chez l'adulte. [272]

Chez ces patients, la ventilation mécanique est généralement simple, car leur fonction pulmonaire n'est pas gravement altérée.

Les ventilateurs artificiels modernes surveillent facilement toute diminution de la compliance respiratoire ou augmentation de la résistance

Les courbes de débit et de pression sont enregistrés en continu. La surveillance en ligne du CO₂ de fin d'expiration (ET-CO₂) est une règle.

Une pression de ventilation positive augmente la rétention hydrique, nécessitant souvent de petites doses diurétiques afin de stabiliser l'équilibre hydrique.

Dans les cas plus complexes, une sonde endotrachéale plus petite que celle recommandée pour l'âge doit être insérée.

Une ventilation à pression contrôlée doit être utilisée, avec une fuite d'air acceptable de 50%. Cela garantit un contrôle précis de la première partie de la courbe de CO₂ expiratoire.

La gestion de l'analgésie et de la sédation des PCTR, avec ou sans blocage neuromusculaire, est complexe.

La prévention des mouvements de la tête et du cou ainsi que ceux de la sonde endotrachéale afin de minimiser le risque de déhiscence anastomotique constitue la justification de la sédation profonde et de l'analgésie avec paralysie musculaire continue.[273]

➔ CONDUITE PRATIQUE DE SEDATION DES PCTR, EN UNE SEULE ETAPE.

- Morphine : 20-30 ug/kg/h

- Midazolam 30 ug/kg/h

En perfusion continue pour l'analgésie et la sédation.

La posologie du midazolam a été diminuée au cours des dernières années, en raison de l'excitation paradoxale fréquente observée chez la population pédiatrique, après l'administration de ce médicament.[273]

Si besoin, le propofol peut être ajouté chez les grands enfants.

Si l'analgésie et la sédation sont nécessaires pendant plus d'une semaine, une tolérance se développe et une augmentation de la posologie est nécessaire, avec le risque de syndrome de sevrage.

Cela nécessite une diminution progressive des médicaments.

Dans les cas graves, des agonistes α_2 -adrénergiques peuvent être administrés avant le sevrage aux opioïdes pour prévenir la survenue d'un syndrome de sevrage.

Actuellement les médicaments paralysants musculaires sont administrés de façon intermittente, pendant 3 à 4 jours. [273]

Lors de l'utilisation prolongée des médicaments paralysants, une attention particulière doit être portée pour éviter les escarres. Les changements fréquents diminuent les atélectasies pulmonaires. Les pansements protecteurs et les matelas pneumatiques sont très utiles.

Chez les enfants trachéotomisés candidats à une chirurgie laryngotrachéale, une colonisation des voies respiratoires inférieures a été signalée dans 95% des cas. [274]

Les principaux germes responsables sont : *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus*, *Acinetobacter baumannii* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Les deux derniers germes cités ne sont pas sensibles à l'antibioprophylaxie périopératoire habituelle. Par conséquent, l'évaluation préopératoire de la colonisation trachéale est bénéfique pour le choix du meilleur antibiotique périopératoire.

Une nutrition optimale aux nourrissons et aux enfants nécessitant des soins intensifs est un défi important.

Une malnutrition préopératoire peut être observée chez les enfants trachéotomisés.

Les enfants admis à l'USIP suite une chirurgie laryngotrachéale peuvent être nourris par voie entérale le jour de l'admission, avec des augmentations progressives au cours des jours suivants afin d'atteindre 60% des AJR après 4 à 5 jours, et 80% au 10^e jour.

Des suppléments de calcium, de magnésium, d'oligo-éléments et de vitamines doivent être fournis.

Si le patient n'a pas d'antécédents de reflux gastro-œsophagien, une alimentation gastrique peut être administrée, à condition qu'elle soit bien tolérée. Sinon une alimentation Trans-pylorique est prescrite.

Des Inhibiteurs de la pompe à protons et des prokinétiques sont systématiquement administrés.

→ **GESTION INITIALE DES SOINS INTENSIFS APRES PCTR, EN UNE SEULE ETAPE.** [138]

Les enfants de plus de 10 ans sont extubés au bloc opératoire à la fin de la chirurgie. Alors que, les enfants plus jeunes sont transférés à l'USIP alors qu'ils sont toujours intubés.

Un grand soin doit être pris pour le maintien du cou en position fléchie en le soutenant par des oreillers pour éviter la tension sur l'anastomose.

La position de ramener le menton à la poitrine, par des sutures de maintien, n'est pas utilisée. Cependant une sédation adéquate présente un grand intérêt.

Les antibiotiques entamés avant a chirurgie, sur la base des résultats de culture et de sensibilité sont poursuivis pendant au moins 7 jours après l'intervention.

Les inhibiteurs de la pompe à protons, avec ou sans inhibiteurs de l'H2 au coucher, sont généralement prescrits pendant au moins 6 semaines, ou jusqu'à 6 mois à 1 an chez les enfants ayant un reflux établi.

Un grand soin doit être pris pour titrer l'agent sédatif vers le degré optimal de sédation jusqu'à ce que l'extubation de l'enfant puisse être effectuée en toute sécurité.

Des radiographies thoraciques sont prises tous les deux jours pour vérifier toute atélectasie ou bronchopneumonie précoce.

La physiothérapie thoracique vise à mobiliser les sécrétions des voies aériennes distales et les bouchons muqueux pour soulager l'atélectasie.

Si ces mesures s'avèrent inefficaces, un bronchoscope rigide à tube ouvert de petite taille est utilisé pour nettoyer les voies aériennes inférieures de manière atraumatique. Il faut noter que c'est un événement rare. [138]

La corticothérapie est initiée 1 jour avant la première endoscopie de contrôle réalisée à J5, le matin, sous anesthésie générale.

Le larynx est exposé à l'aide du laryngoscope d'anesthésie Macintosh, après quoi un sinuscope rigide adulte de 4mm (0°) est utilisé afin d'inspecter le larynx pour un œdème sus-glottique ou glottique.

Sous contrôle visuel, la sonde nasotrachéale de Portex est retirée dans le pharynx et un rapide coup d'œil à la sous-glote fournit des informations critiques sur la qualité de l'approximation muqueuse au niveau du site de l'anastomose. (**Figure 105**)

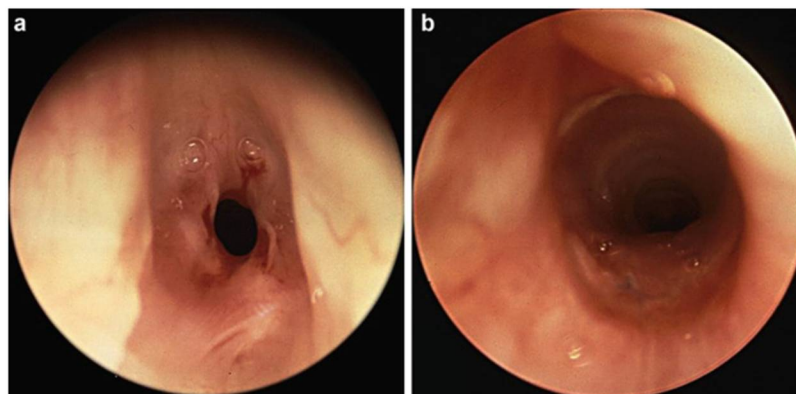


Figure 105 : Résultats de la résection cricotrachéale partielle en un temps au 7e jour postopératoire :

(a) Vue préopératoire : sténose sous-glottique mineure de grade III.

(b) Vue postopératoire : voie aérienne sous-glottique perméable au 7e jour postopératoire.

L'absence de dépôt fibrineux indique une anastomose thyrotrachéale de bonne qualité.

Le nourrisson ou l'enfant est réintubé avec une sonde nasotrachéale Portex souple, plus petite, recouverte d'une pommade à la gentamycine-corticostéroïdes (Diprogenta®). Quand l'œdème des cordes vocales est important et empêche une extubation provisoire.

À l'aide d'une seringue et d'une grosse aiguille, la même pommade est injectée autour du tube dans la région sus-glottique. Après, l'enfant est ramené à l'USIP et maintenu sous sédation pendant 2 jours, jusqu'à la prochaine tentative d'extubation.

L'absence de dépôts de fibrine reflète une excellente approximation muqueuse anastomotique

Le jour présumé du retrait, le matin, l'enfant est lentement sevré des sédatifs jusqu'à ce que la respiration spontanée soit rétablie.

Le tube endotrachéale ne doit être retiré que lorsque l'enfant est encore suffisamment sous sédation afin d'éviter la toux et l'agitation.

Un masque facial fournissant de l'oxygène et un aérosol d'adrénaline est maintenu, avec une surveillance attentive des niveaux de SpO₂.

Les corticostéroïdes systémiques à faible dose (2mg/Kg de prednisone immédiatement, puis 1mg/kg deux fois/ jour) sont poursuivis pendant quelques jours, puis arrêtés progressivement.[138]

En raison de la petite taille des voies respiratoires chez les nourrissons ou les jeunes enfants, un stridor inspiratoire est inévitable pendant la période post-opératoire. Un masque facial triangulaire entourant la région nasale est fermement fixé à la tête avec des bandes élastiques. **(Figure 106)**



Figure 106 : Masque facial pour ventilation à pression positive continue dans l'unité de soins intensifs pédiatriques.

- Le petit masque facial triangulaire est adapté au milieu du visage autour du nez et est maintenu par des bandes élastiques placées autour de la tête.
- Une pression positive continue des voies respiratoires est délivrée pour soulager le stridor inspiratoire.

L'Heliox, un mélange de He et d'O₂, peut être utilisé pour diminuer la viscosité du mélange de gaz inspiré. Il a été démontré qu'il réduit considérablement le stridor.

Bien que la période post extubation soit mouvementée chez les petits enfants, la respiration spontanée fournit des informations constantes sur la perméabilité des voies aériennes.

Une amélioration progressive de la respiration indique un processus de guérison normal au site anastomotique. Cependant si une période initiale de respiration normale est suivie d'une détérioration progressive avec le stridor, alors un contrôle endoscopique rapide de l'anastomose sous-glottique est justifié.

Un examen endoscopique est effectué avant l'extubation programmée, afin de s'assurer que l'enfant peut être extubé en toute sécurité. Chez les petits enfants et les cas compliqués, l'extubation peut être facilitée par l'administration de faibles doses d'analgésiques et de sédatifs diminuant ainsi l'anxiété et les pleurs. Les dosages de médicaments suivants sont utilisés : [138]

- 1 à 3 mg/kg/h de propofol
- 10 à 30 µg/kg/h de morphine
- 20 à 30 mg/kg d'hydrate de chloral ou 0,5-1,0 mg/kg de chlorpromazine trois fois par jour peuvent également être administrés si nécessaire.

Suite à d'importantes procédures chirurgicales laryngotrachéales, la plupart des patients présentent des signes d'obstruction partielle des voies aériennes supérieures à l'extubation, principalement en raison d'un gonflement œdémateux des cordes vocales après PCTR.

Il a été démontré que la prednisone (2mg/kg) administrée par voie intraveineuse, la veille de l'extubation ainsi que les aérosols d'adrénaline (50 à 100 mg/kg dans une solution saline de 5ml) diminuent l'œdème glotto-sous-glottique.

Chez une proportion importante de nourrissons et de jeunes enfants, l'obstruction des voies respiratoires persiste après le PCTR et des efforts inspiratoires accrus et persistants contribuent à une nouvelle augmentation de la résistance des voies aériennes et du travail respiratoire.

Pour atténuer ce cercle vicieux qui conduit inévitablement à une réintubation, deux techniques ont été recommandées : L'utilisation de ventilation non invasive du masque facial avec une pression positive continue ou bien l'inhalation d'héliox, un mélange d'hélium-oxygène délivré par masque facial.

Afin d'éviter une détérioration rapide après extubation chez les enfants ayant une chirurgie laryngotrachéale majeure, il est recommandé d'adopter les règles suivantes : [138]

- L'extubation doit avoir lieu le matin. L'anesthésiste et le chirurgien ORL doivent être disponibles.

Au préalable, les différents instruments doivent être préparés, y compris des différents masques faciaux pour initier une ventilation non invasive.

- L'extubation se fait principalement sous légère sédation pour éviter une agitation excessive. Une observation attentive de la respiration spontanée par le personnel médical et infirmier donne des indications précieuses sur le scénario à venir.

- Pour la plupart des patients, une ventilation non invasive est initiée dans les 10 premières minutes.

Le mode d'assistance à la pression est utilisé avec une pression positive et expiratoire. (PEP : 5-6 cm H₂O), P_{max} (12-14 cm H₂O) et une sensibilité maximale du déclencheur inspiratoire.

- Une attention infirmière étroite concernant le positionnement idéal (tête inclinable à 30°) et une protection cutanée avec un pansement colloïdal doivent être assurées.

Une surveillance continue adéquate (ECG, Oxymétrie, Fréquence respiratoire d'impédance) est également essentielle.

- La survenue d'une détresse respiratoire ou d'un stridor (généralement 15 à 30 min après l'extubation) nécessite une intervention.

- La physiothérapie thoracique, les aérosols d'adrénaline ou l'aérosolisation β 2-agoniste peuvent être bénéfiques.

- L'aérosolisation sous ventilation non invasive (VNI) nécessite une attention particulière. Seuls les nébuliseurs à micro-pompes à ultrasons et de nouvelle génération avec plaque vibrante n'interfèrent pas avec les réglages de la VNI.

- Dans la plupart des cas, 6 à 8 h après l'extubation, l'alimentation entérale est progressivement réintroduite, principalement en utilisant une petite sonde d'alimentation naso- ou oroduodénale.

Un deuxième petit tube gastrique est inséré afin de vider l'air gastrique, à l'aide d'une pompe d'aspiration intermittente.

Dans les cas les plus graves, des périodes prolongées de VNI sont nécessaires en raison de trachéomalacie, d'un œdème muqueux prolongé, d'une infection virale ou bactérienne intercurrente ou d'autres problèmes résiduels. [275]

Certains patients ont besoin d'une réintubation à cause d'une détérioration continue.

L'évaluation endoscopique au cours du processus de réintubation est cruciale afin de mieux comprendre les raisons qui contribuent à l'échec de l'extubation.

Un risque majeur de la VNI est d'attendre trop longtemps, alors que la détérioration est en cours. La réintubation d'urgence chez un enfant épuisé et désaturé doit être évitée à tout prix.

Une attaque de panique peut être observée chez les patients présentant une canulation prolongée qui n'ont jamais respiré par les voies respiratoires supérieures. La présence continue des parents, ainsi que l'administration des médicaments neuroleptiques légers, sont d'une grande utilité pour prévenir la réintubation ou la trachéotomie.

→ **SOINS POST-OPERATOIRES CONTINUS POUR PCTR, EN UNE SEULE ETAPE.** [138]

Dès que l'enfant extubé respire confortablement et que les sécrétions trachéales sont minimales, l'alimentation est réintroduite.

Des liquides épais ou des régimes solides mous sont administrés sous étroite surveillance afin de détecter toute inhalation.

En cas de convalescence sans incidents, la mobilisation ou la déambulation commence au 10^e jour post-opératoire.

La physiothérapie thoracique est poursuivie si nécessaire tout au long de l'hospitalisation.

La voie veineuse centrale doit être maintenue en place jusqu'à la dernière endoscopie de contrôle effectuée à la troisième semaine post-opératoire.

Une nasofibroscopie par ventilation au masque facial est nécessaire pour évaluer la mobilité post-opératoire des cordes vocales.

Une laryngotrachéoscopie directe avec un optique 4mm, 0° est utilisée pour inspecter soigneusement la glotte et la sous-glotté afin de détecter toute anomalie. Le cas échéant, le tissu de granulation est retiré doucement à l'aide d'une pince à biopsie.

À ce stade, la dilatation est évitée. Dans la plupart des cas, la première dilatation endoscopique est réalisée au cours de la sixième semaine post-opératoire, si cela est jugé nécessaire.

→ **SOINS DE SUIVI DES PCTR, EN UNE SEULE ETAPE.** [138]

Idéalement, le suivi des patients après PCTR commence à partir de six semaines, avec d'autres visites prévues à 3 mois et à 1 an après la sortie de l'hôpital.

À chaque occasion, une endoscopie de contrôle est réalisée sous anesthésie générale. Elle consiste en une nasofibroscopie laryngée et une laryngotrachéoscopie directe, afin d'évaluer à la fois la dynamique laryngée et la taille de la sous-glottis.

À la 6^e semaine postopératoire, une dilatation douce avec des bougies effilées peut être tentée. Bien qu'une véritable dilatation endoscopique pour l'optimisation du résultat final ne soit envisagée qu'à 3 mois seulement, après maturation de l'anastomose cicatricielle.

Des résultats sous-optimaux nécessitent une résection/ incisions au Laser CO₂, ainsi qu'une dilatation douce avec application topique supplémentaire de Mitomycine C.

Ces mesures sont généralement efficaces pour restaurer une voie aérienne sous glottique assez normale. (**Figure 107**)

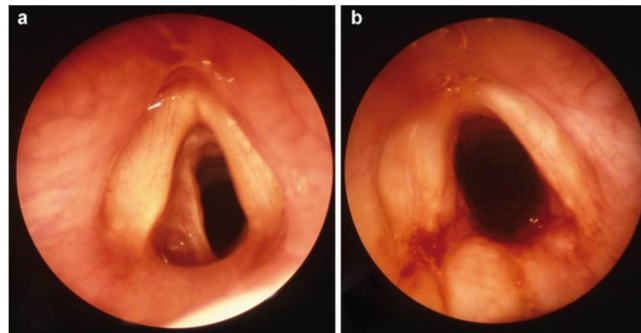


Figure 107 : Résection au laser CO₂ d'une sténose sous-glottique gauche 3 mois après une résection cricotrachéale partielle en un seul temps.

(a) Tissu cicatriciel significatif au niveau anastomotique sous la corde vocale gauche.

(b) État après résection endoscopique à l'aide du laser CO₂

Les bougies effilées fournissent une mesure précise du calibre sous-glottique obtenu pour l'âge de l'enfant.

Le suivi à long terme des PCTR réalisées devant des SLT sévères ont démontré que les résultats obtenus à 3 mois sont maintenus à long terme, comme en témoigne la croissance laryngée normale. [276]

Aucun des patients chez qui une voie respiratoire sous-glottique satisfaisante avait été atteinte au troisième mois post-opératoire n'a nécessité une reprise chirurgicale plus tard.

4.5.2. Sédation des LTR et PCTR, en deux étapes.

a. Stratégie de sédation des LTR

Quand l'extrémité caudale de la greffe de cartilage costal antérieur se heurte contre le bord supérieur du trachéostome, elle augmente majoritairement le risque de surinfection, en raison de la proximité de la canule de trachéostomie.

Par conséquent, Un placement du trachéostome à distance de la sous-glotte reconstruite favorise la cicatrisation des plaies, contrairement au trachéostome conventionnellement placé au niveau des deuxième a troisièmes anneaux trachéaux, avec un contact avec le site reconstruit. [137]

b. Stratégie de sédation des PCTR

➔ GESTION INITIALE DES SOINS INTENSIFS APRES PCTR EN DEUX ETAPES.

La prise en charge post-opératoire immédiate est plus simple car l'enfant est ventilé à travers la canule de trachéotomie.

Après une surveillance nocturne au sein de l'USIP une radiographie pulmonaire est prise pour exclure une atélectasie post-opératoire qui nécessiterait un nettoyage bronchoscopique rapide des voies respiratoires distales.

La prise en charge médicale est similaire à celle décrite pour a PCTR en une seule étape, à l'exception du niveau de sédation.

L'enfant est surveillé pendant une courte durée au niveau de USIP avant d'être transférée en salle.

Les parents, étant souvent familiarisés avec les soins de la trachéotomie, peuvent participer efficacement à la routine post-opératoire.

Une déhiscence anastomotique peut se produire sans donner lieu à un symptôme, en particulier lors d'une reconstruction des voies aériennes stentées. C'est pour cette raison qu'une endoscopie de contrôle doit être réalisée le 10^e jour post-opératoire sans exception.

➔ **SOINS POST-OPERATOIRES CONTINUS POUR PCTR EN DEUX ETAPES**

L'alimentation doit être réintroduite pendant les premiers jours postopératoires.

La Stent laryngé assure une protection efficace des voies respiratoires sous-glottiques, même si l'enfant a tendance à inhaler.

Les médicaments et la physiothérapie thoracique se poursuivent comme décrit pour PCTR en une seule étape.

Au 10^e jour post-opératoire, l'endoscopie de contrôle est réalisée sous anesthésie générale.

Dans le cadre d'une voie aérienne non Stentée, l'inspection du site anastomotique est la seule garantie qu'aucune déhiscence partielle ne s'est produite, à moins que le pansement du cou ne soit taché de sécrétions muqueuses.

Dans les PCTR étendues avec endoprothèse post-opératoire utilisant un stent laryngé de Monnier, une déhiscence anastomotique lente et progressive peut se produire sans donner lieu à des signes cliniques.

Le cou peut sembler complètement normal et l'ancien pansement peut rester sec, car la formation du tissu de granulation a progressivement scellé la fuite autour du Stent.

Par conséquent, Seule l'endoscopie sous anesthésie générale peut clairement exclure une séparation anastomotique.

Dans la région sus-glottique, la prothèse est maintenue en place, car son extrémité supérieure plus grosse ne peut pas migrer vers les cordes vocales.

Si l'inspection rétrograde à travers le trachéostome avec un endoscope à 70° ou 90° révèle une migration crânienne de l'extrémité distale de stent, alors la possibilité d'une séparation anastomotique doit être envisagée. **(Figure 108)** Dans ce cas, une chirurgie de révision immédiate est obligatoire.

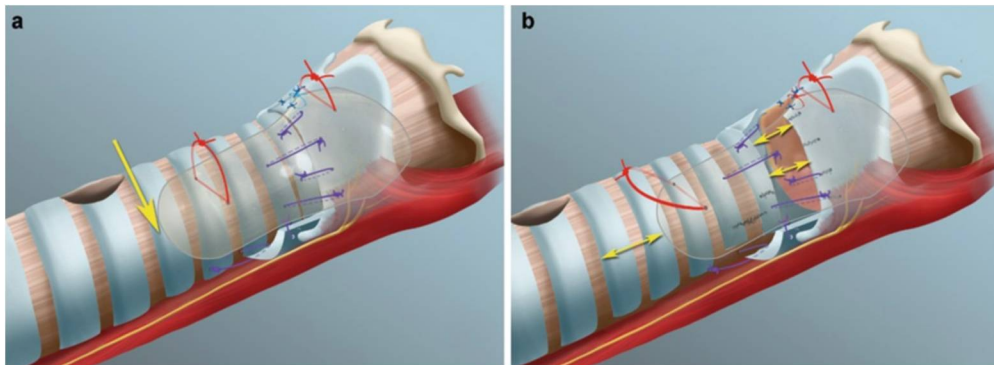


Figure 108 : Schéma de la séparation thyrotrachéale cliniquement inaperçue après résection cricotrachéale partielle étendue avec stent laryngotrachéal.

(a) Statut postopératoire initial : Le LT-Mold est correctement placé avec son extrémité distale correspondant au bord supérieur du trachéostome (flèche jaune).

(b) Statut postopératoire après déhiscence anastomotique : La tête de la prothèse se trouve correctement dans le larynx supra glottique, mais l'extrémité distale a migré crânialement suite à une déhiscence anastomotique (flèches jaunes).

Le cou étant tout à fait normal, la visualisation ne peut se faire que par une endoscopie sous-glottique rétrograde utilisant un sinuscope à 70 ° à travers le trachéostome.

➔ SOINS DE SUIVI POUR PCTR DOUBLE ETAPE.

Lorsque le contrôle endoscopique du 10^e jour est satisfaisant, sans suspicion de déhiscence anastomotique naissante, le patient peut quitter l'hôpital et le suivi se fait en consultation externe.

L'enfant doit s'abstenir de ses activités normales pendant 2 semaines, jusqu'à ce que le site anastomotique soit complètement guéri.

Selon la complexité de la reconstruction glotto-sous-glottique, le Stent laryngé est maintenu en place pendant 6 semaines, ou jusqu'à 3 ou 6 mois.

Une endoscopie sous Anesthésie générale est prévue pour retirer la prothèse.

Des consultations ambulatoires sont recommandées pour exclure une migration précoce du stent entre les procédures.

Pendant l'endoscopie de contrôle, le larynx est suspendu avec un laryngoscope Lindholm placé dans les vallécules. Cela expose complètement l'entrée du larynx.

Avec des micro-ciseaux incurvés, le capuchon recouvrant l'extrémité crâniale du Stent est retiré et les fils de fixation en prolène sont coupés à l'intérieur de la prothèse. (**Figure 109**)

Le Stent laryngé est retiré grâce à une pince Alligator, et les fils retirés grâce à une micro-pince

Habituellement, les fils sont retirés avec les nœuds. Si cela s'avère impossible, les fils sont simplement coupés aussi près que possible de la muqueuse endolaryngée, afin de prévenir les réactions des corps étrangers.

L'excès de tissu de granulation est retiré à l'aide d'une pince à biopsie et la Mitomycine C est appliquée par voie topique pendant 2 min à une concentration de 2mg/ml.

Si une sténose transglottique initiale de grade IV induit une formation excessive du tissu de granulation, il est préférable de réinsérer un Stent LT par voie endoscopique durant une période de 4 semaines après l'application topique de la Mitomycine C.

Lors de la prochaine endoscopie de contrôle le Stent est retiré si les voies respiratoires glotto-sous-glottiques sont complètement cicatrisées.

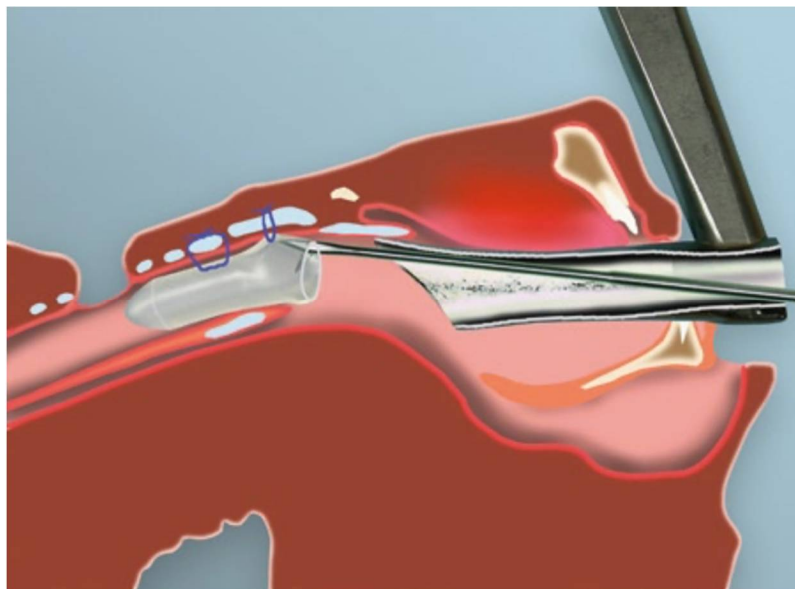


Figure 109 : Ablation endoscopique du Stent laryngotrachéal.

- Le larynx est exposé avec un laryngoscope Lindholm, et la tête de la prothèse est décrochée avec des microciseaux courbes.
- Les fils de fixation du prolène sont coupés à l'intérieur de la prothèse. Celle-ci est retirée avec une pince crocodile.

Les fils de prolène sont tirés avec une pince à cupule

5. Complications post-opératoires

5.1. LTR

En règle générale, les complications précoces sont liées à des complications pulmonaires ou du site opératoire.

Au cours de la première semaine, le cou doit être inspecté deux fois par jour. [137]

Ces signes comprennent une inflammation du cou et une sensibilité de l'érythème en raison d'une surinfection tardive du greffon, ou une migration du Stent en cas de chirurgie à deux stades.

Le pneumothorax, l'atélectasie et la bronchopneumonie doivent être recherchés régulièrement.

Après la sortie de l'hôpital, il est recommandé aux parents de rechercher des signes de complications locales.

De nombreux cas d'échec après une LTR ont été décrits dans la littérature. Le taux d'échecs de greffe après LTR est estimé à 2%. [137,290,291,292,293,294]

La plupart survient après une chirurgie pour une SSG de grade III ou IV isolés ou une sténose glotto-sous-glottique. [295]

Une révision chirurgicale est nécessaire dans jusqu'à 70% des SSG de grade IV, principalement traités par LTR. [295]

5.2. PCTR

Les hématomes du cou et les infections des plaies sont extrêmement rares dans la période post-opératoire,

Des complications pulmonaires telles qu'une atélectasie lobaire ou une bronchopneumonie peuvent être observées.

Normalement, il y'a une bonne réponse aux traitements médicaux et à la physiothérapie pulmonaire.

Une intervention bronchoscopique pour déloger un bouchon muqueux est rarement nécessaire.

Un bronchospasme des épisodes de respiration sifflante peut nécessiter une administration de bronchodilatateurs pendant plusieurs semaines ou mois.

Parmi les complications, on distingue : la déhiscence anastomotique, les lésions des nerfs laryngés récurrents et les sténoses récurrentes retardées.

Dans la PCTR en deux étapes, les problèmes liés à la trachéotomie (Ex. sténose, malacie localisée) peuvent nécessiter une intervention chirurgicale supplémentaire pour la fermeture du trachéostome. [138]

5.2.1. Déhiscence anastomotique

La déhiscence constitue la cause la plus fréquente d'échec chirurgical. Cette complication survient généralement après le dixième jour post-opératoire, d'où la nécessité d'un suivi attentif et rapproché après la première semaine post-opératoire. [138]

Une approximation muqueuse parfaite, sans dépôt fibrineux au niveau anastomotique est peu susceptible d'évoluer vers une séparation anastomotique dans les jours suivants l'opération. Tandis qu'un dépôt fibrineux peut induire une séparation anastomotique naissante.

Lorsque les voies respiratoires sont chroniquement contaminées par le SARM ou *Pseudomonas aeruginosa*, le risque de resténose est accru.

Il est à noter que la déhiscence anastomotique ne se produit jamais brusquement.

Les signes de déhiscence sont toujours présents bien que discrets chez certains patients.

Après une période post-opératoire initiale sans incidents, un léger stridor bi-phasique devrait alerter le médecin. Cette respiration résulte des mouvements de va-et-vient des sécrétions trachéales au niveau anastomotique partiellement déhiscent.

Le cou peut rester normal mais la suspicion de déhiscence anastomotique est renforcée par des tâches muqueuses sur le pansement autour du drain Penrose.

Une évaluation endoscopique immédiate des voies aériennes sous-glottique suivie d'une reprise chirurgicale doit être effectuée si cela s'avère nécessaire.

Les résultats de l'endoscopie peuvent ne pas refléter la gravité de la déhiscence anastomotique dans tous les cas. (**Fig. 110**)

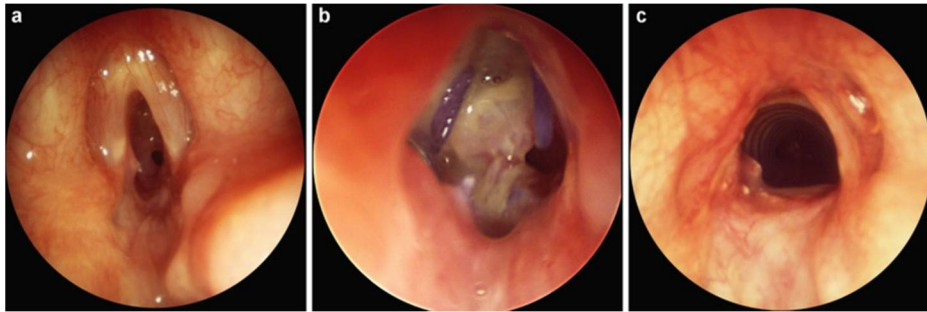


Figure 110 : Déhiscence anastomotique 3 semaines après résection cricotrachéale partielle en un temps pour sténose sous-glottique de grade III:

(a) Vue préopératoire : sténose sous-glottique de grade III.

(b) Déhiscence anastomotique 3 semaines après une résection cricotrachéale partielle en un seul temps due à une infection par le virus respiratoire syncytial avec toux sévère.

(c) Résultat final 3 semaines après la chirurgie de révision : perméabilité des voies respiratoires glotto-sous-glottiques, mais avec des cordes vocales amincies

La chirurgie de révision consiste à rafraîchir le moignon trachéal en réséquant un ou deux anneaux trachéaux supplémentaires.

Une procédure de libération laryngée supplémentaire et une grande mobilisation de la partie intrathoracique de la trachée peuvent être nécessaires.

Si la partie inférieure du cartilage thyroïdien est altérée par la déhiscence anastomotique, de nouveaux points anastomotiques doivent être cousus autour du bord thyroïdien supérieur. (**Figure 111**)

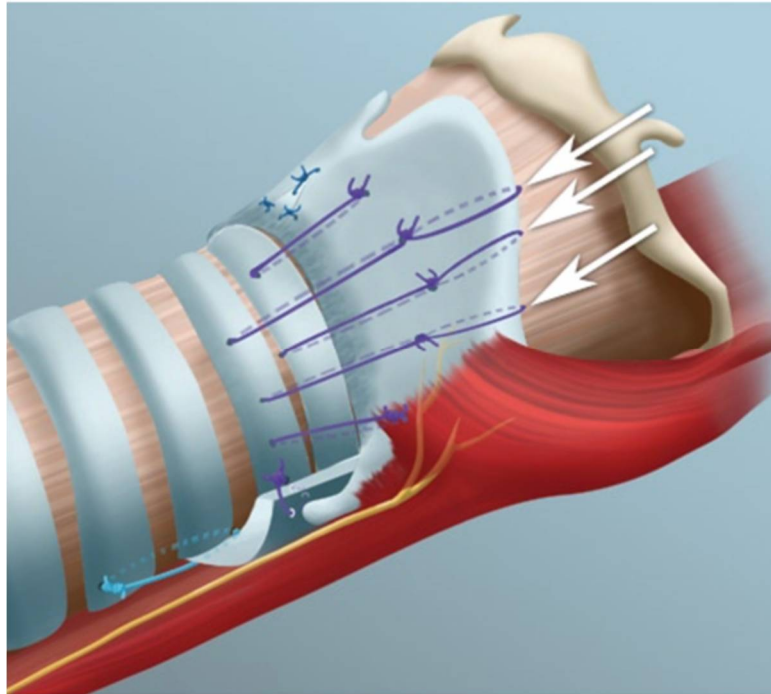


Figure 111 : Chirurgie de révision pour déhiscence anastomotique après résection cricotrachéale partielle.

Le côté trachéal est rafraîchi par résection supplémentaire d'un ou deux anneaux trachéaux. Une mobilisation trachéale et une procédure de libération laryngée complète sont effectuées.

Du côté du larynx, qui ne peut pas être réséqué, les points anastomotiques doivent être enveloppés autour du bord supérieur du cartilage thyroïdien (flèches blanches)

Lorsque la situation ne permet pas la réalisation d'une nouvelle anastomose thyrotrachéale, sans tension excessive une trachéotomie doit être placée en distal de l'anastomose thyrotrachéale.

Un stent laryngotrachéal est introduit au niveau de la région déhiscente et fixé au larynx afin de calibrer les voies respiratoires.

L'anastomose est ensuite renforcée en avant avec une large bande de périoste tibial suturée à différents niveaux du cartilage thyroïdien et de la trachée suprastomale, à l'aide de la colle de fibrine supplémentaire appliquée pour sceller l'anastomose sous le périoste. (**Figure 112**)

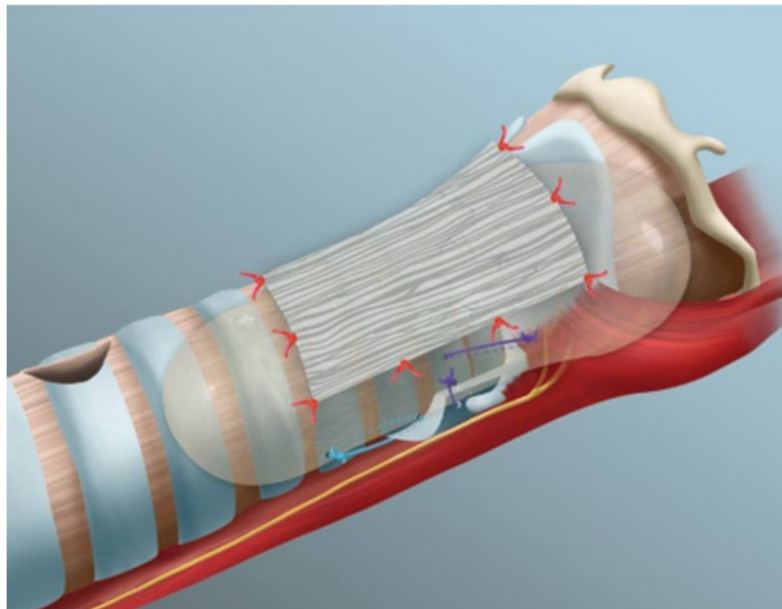


Figure 112 : Renforcement de l'anastomose thyrotrachéale lors de la chirurgie de révision pour déhiscence anastomotique après résection cricotrachéale partielle.

Un patch de périoste tibial est en outre placé sur l'anastomose thyrotrachéale, collé à la trachée à l'aide de Tisseel®, et fixé à différents niveaux du cartilage thyroïdien et trachée (fils rouges). Les voies respiratoires sont calibrées par un moule LT et une trachéotomie distale est placée dans le bas du cou.

5.2.2. Lésion du nerf laryngé récurrent

Dans les PCTR en un seul temps, une lésion unilatérale du nerf récurrent laryngé compliquera la récupération post-opératoire.

Si l'extubation n'est pas tolérée malgré une voie respiratoire sous-glottique dégagée, une trachéotomie distale s'impose.

Exceptionnellement, une lésion bilatérale du nerf récurrent laryngé se produisait, une trachéotomie temporaire devra être créée, avant d'envisager un traitement définitif.

5.2.3. Sténose récidivante tardive

La sténose récurrente résulte généralement d'une déhiscence anastomotique partielle lente et progressive se produisant sur une période de 3 à 6 semaines.

Comme dans le cas d'une sténose acquise post-intubation, l'enfant connaît une dyspnée progressive avec stridor biphasique, nécessitant une évaluation endoscopique ainsi que des mesures thérapeutiques. (Laser CO2 et/ou dilatation) ou chirurgie ouverte de révision si la sténose récurrente est sévère ou étendue dans l'axe cranio-caudal.

5.2.4. Sténose liée à la trachéotomie après PCTR en deux temps.

Un tissu de granulation ou une déformation du cadre trachéal avec malacie localisée au niveau de l'ancien site de la trachéostomie sont les deux principales causes de sténose.

Le traitement de ces deux affections consiste en une résection et une anastomose du segment trachéal atteint ou une trachéoplastie avec greffe du cartilage costal antérieur.

***Techniques chirurgicales
des sténoses laryngées de l'enfant
et chirurgie expérimentale***

I. Introduction

Malgré la grande affluence vers les techniques endoscopiques dans la prise en charge des pathologies des voies aériennes, la chirurgie laryngotrachéale à ciel ouvert demeure un pilier dans l'approche thérapeutique de cette pathologie. [122]

Cependant, l'évolution de la chirurgie des voies aériennes vers les procédures endoscopiques a considérablement diminué l'exposition des résidents à la chirurgie laryngotrachéale ouverte. [296]

La simulation est devenue un outil émergent dans la formation des résidents en oto-rhino-laryngologie, de façon générale et en microchirurgie de façon spécifique. Elle permet non seulement de fournir une expérience procédurale adéquate pour les chirurgies à ciel ouvert, mais surtout de faciliter l'acquisition et le transfert des compétences chirurgicales en utilisant une variété d'outils de formation.

Les coupes anatomiques ex vivo d'animaux euthanasiés ont été utilisées efficacement dans la formation procédurale. Leur utilisation a été largement validée pour la simulation d'une large gamme de procédures oto-rhino-laryngologiques. [297,298]

Diverses procédures endoscopiques et ouvertes sont actuellement utilisées pour traiter les sténoses laryngotrachéales symptomatiques.

Les LTR et les PCTR sont les deux techniques phares de cette prise en charge.

Celles-ci seront traitées dans ce chapitre.

Le recours à la chirurgie expérimentale dans ce travail relève de la recherche scientifique, dans la mesure où, à ce jour, aucune intervention de chirurgie laryngotrachéale n'a été publiée au Maroc.

II. Chirurgie laryngée à visée expérimentale et pédagogique

laboratoire de chirurgie expérimentale et de microchirurgie

faculté de médecine et de pharmacie de rabat

1. Choix du modèle animal

Étant donné la complexité de la chirurgie pédiatrique des voies aériennes, la simulation permet de développer une technique avant d'entreprendre des procédures en milieu opératoire. La formation par simulation a été largement acceptée comme un outil de formation efficace en chirurgie oto-rhino-laryngologique.

Les simulateurs d'impression 3D [299], et de réalité virtuelle [300] ont été utilisés pour créer des modèles de simulation des voies respiratoires, mais le réalisme ainsi que l'expérience tissulaire faisaient défaut. Les modèles animaliers sont par conséquent la seule alternative viable d'haute-fidélité. [301] Un modèle idéal pour la simulation chirurgicale devrait être facilement disponible, peu coûteux, présenter un faible risque de transmission des maladies et surtout refléter avec précision l'anatomie humaine normale. [122] Les modèles ovins et porcins fournissent des modèles réalistes pour la formation en chirurgie laryngotrachéale ouverte. Ils ressemblent étroitement à l'anatomie laryngotrachéale humaine adulte en taille et en consistance. Ils sont peu coûteux, facilement disponibles et sûrs. [122]

Une étude comparative entre les modèles ovins, porcins et lapins [302] La fréquence d'utilisation dans la littérature, le degré de similitude avec l'anatomie laryngée pédiatrique, le degré de vraisemblance à la chirurgie LTR et la disponibilité commerciale étaient les principaux critères d'inclusion. [124]

(Figure 113). L'anatomie laryngée et la qualité des tissus étaient suffisamment comparables à la population pédiatrique pour permettre d'effectuer une chirurgie ouverte dans les trois modèles.

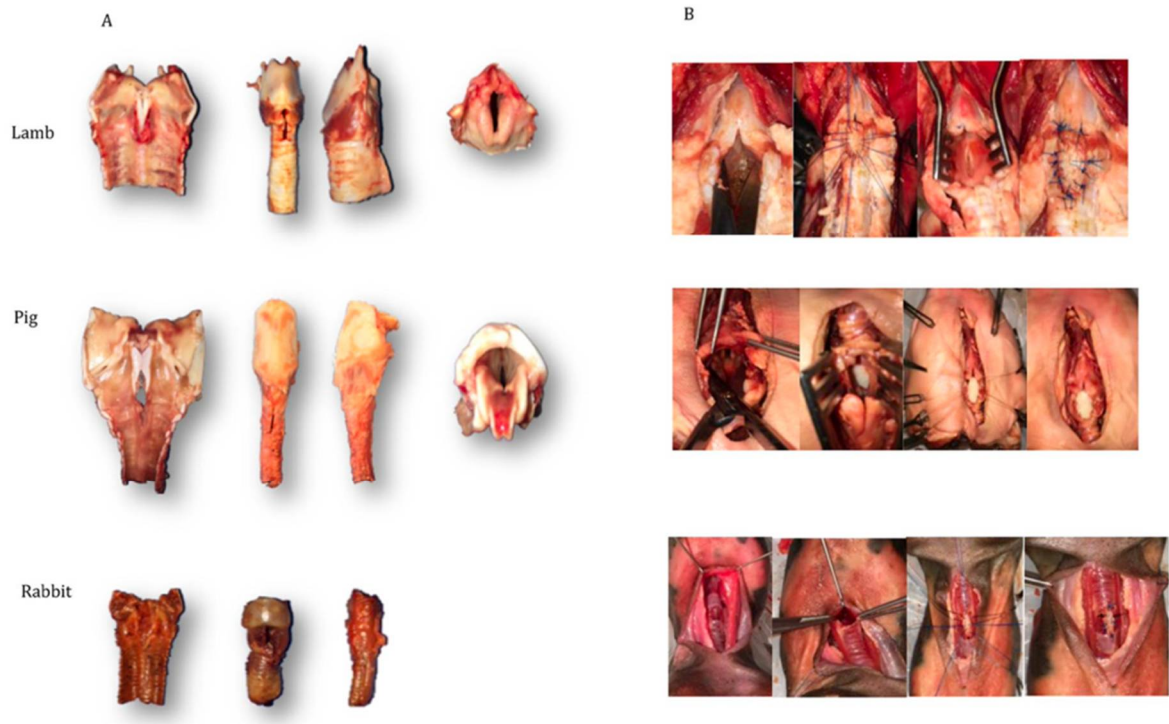


Figure 113 : Anatomie laryngée et vraisemblance de l'agneau (Lamb), du porc (Pig) et du lapin (Rabbit) aux techniques des chirurgies laryngotrachéales pédiatriques, à ciel ouvert.

(A) Anatomie laryngée, y compris les vues en coupe transversale et glottique.

Le larynx a été divisé verticalement pour exposer les différentes étapes de l'anatomie interne **(B)** de la procédure chirurgicale effectuée dans chaque modèle

Performances individuelles de chaque modèle : [124]

❖ Modèle Bovin :

- Le cadre cartilagineux de l'agneau est solide et les principaux repères sont identifiables.

- Présence de cordes vocales plus courtes, des cartilages aryténoïdes proéminents et une membrane cricothyroïdienne étroite.
- Le modèle a été jugé réaliste, utile et polyvalent permettant la réalisation de toutes les étapes chirurgicales.

❖ **Modèle Porcin :[300,304]**

- Le larynx porcin est doté d'une forte composition cartilagineuse et ressemble fortement à celui d'un enfant de 5 à 10 ans. Cette tranche d'âge correspond à celle des patients candidats à la chirurgie ouverte des voies aériennes.
- Les aryténoïdes sont plus volumineux avec un processus vocal plus long.
- La sous-glote porcine est large avec une inclinaison antérieure. Elle représente le segment le plus large des voies respiratoires porcines.
- Les participants à cette étude comparative estiment que le porc est un modèle satisfaisant pour la simulation des chirurgies laryngées pédiatriques à ciel ouvert.

❖ **Modèle Lapin :**

- Les lapins avaient des larynx plus petits, dont la taille correspond fortement à celle d'un nouveau-né, avec des plans tissulaires bien conservés et une charpente cartilagineuse plus faible.
- Le segment antérieur du cartilage cricoïde est mince avec une large membrane cricothyroïdienne.
- Dans l'ensemble, ce modèle n'a pas été approuvé par cette étude afin de réussir une simulation chirurgicale laryngée ouverte.

Application à la formation en oto-rhino-laryngologie :

Au bout de cette étude, deux modèles ont été fortement approuvés afin de mener à bien ce processus de simulation : le modèle bovin et le modèle porcin.

NB : toutes les photos ont été prises au cours de notre chirurgie expérimentale. Tous les schémas proviennent des articles [135, 136]

CARACTERISTIQUES DU MODELE ANIMAL CHOISI POUR NOTRE TRAVAIL :

- **Race :** Bouc.
- **Poids :** 18 Kg.
- **Statut vaccinal :** à jour.
- **Coût :** 900 Dh.

2. Instrumentation



- 3 Farabeufs
- 3 pinces halstead
- 1 pince halstead tête courbe
- 1 porte aiguille
- 1 crochet
- 1 paire de ciseaux droits
- 1 paire de ciseaux metzenbaum courbe
- 1 pince Adson à griffes
- 1 pince Adson sans griffes
- 2 fixe-champs
- 1 cupule
- Une pince bipolaire

3. Trachéotomie

Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale sur le bouc.

- Réaliser une anesthésie locale avec une infiltration : Lidocaïne 0.5% avec épinephrine 1/100000.
- Réaliser une incision antérieure à 1cm au-dessus de la fourchette sternale.



- Ouvrir la ligne blanche entre les deux veines jugulaires antérieures. Repérer et rétracter vers le haut l'isthme thyroïdien.

- Repérer la trachée.



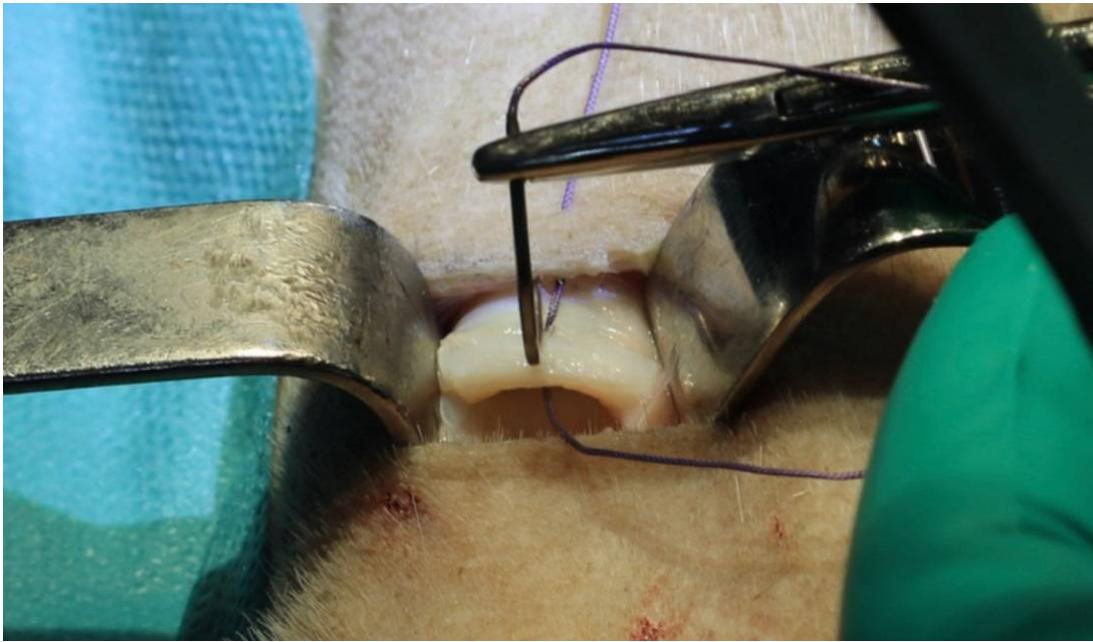
- Avec une lame 11, inciser horizontalement entre deux anneaux trachéaux (troisième et quatrième).



- Inciser verticalement et latéralement de part et d'autre en dessinant un « U » vers le bas.



- Mettre un fil rappel. Il fixe le volet cartilagineux à la peau.



- Mettre en place une sonde Montandon.



4. Exposition laryngotrachéale : Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale sur le bouc. [295, 294]

- Position en décubitus dorsal avec un billot sous les épaules.

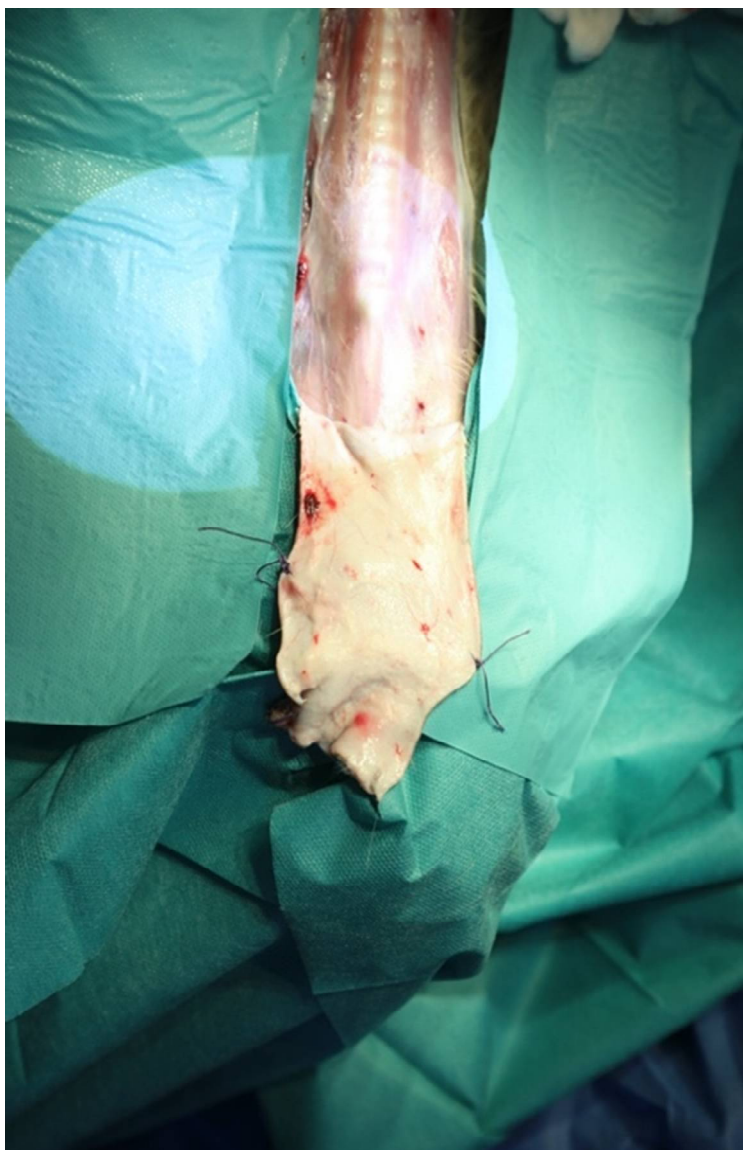


- Insérer une sonde Montandon dans le trachéostome
- Stériliser et exposer séparément les régions cervicale et thoracique.
- Marquer la partie proéminente du cartilage thyroïde, du cartilage cricoïde et de la fourchette sternale.
- Réaliser une anesthésie locale avec une infiltration : Lidocaïne 0.5% avec épinephrine 1/100000.

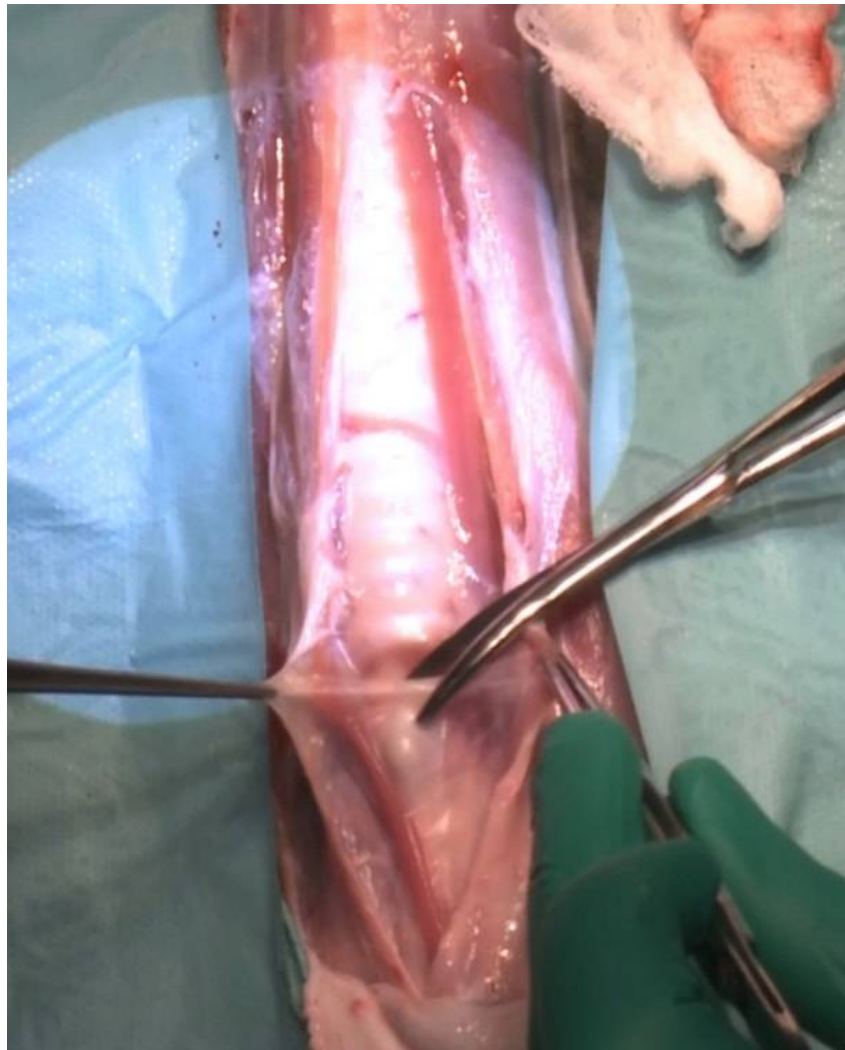
- Réaliser une incision en « U » de Paul-andré.



- Relever le lambeau musculo-cutané du cou et le fixer au champ opératoire pour maintenir l'exposition.



- Séparer les muscles sous-hyoïdiens de la sangle au niveau de la ligne médiane de l'encoche sternale à l'os hyoïde.



- Préserver les muscles crico-thyroïdiens ainsi que les muscles thyro-hyoïdiens. Les muscles crico-thyroïdiens se projettent sur les articulations cricothyroïdiennes et protègent les nerfs laryngés récurrents.

Chez le nourrisson, le cartilage thyroïde se situe derrière l'os hyoïde. Il doit être libéré et déplacé dans le champ opératoire.

5. Reconstruction laryngotrachéale antéro-postérieure (LTR) :

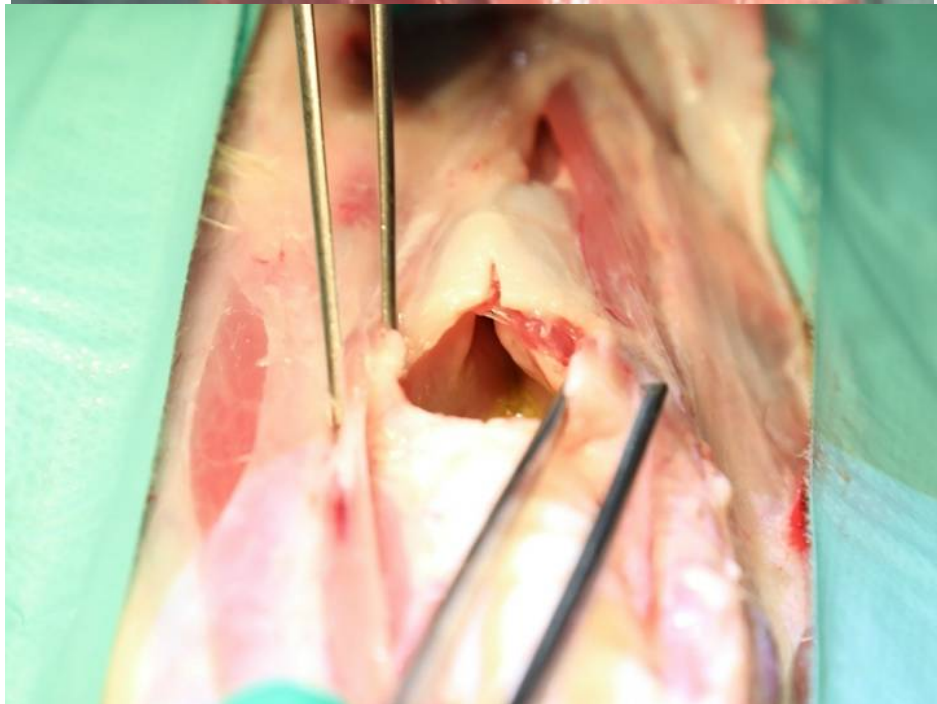
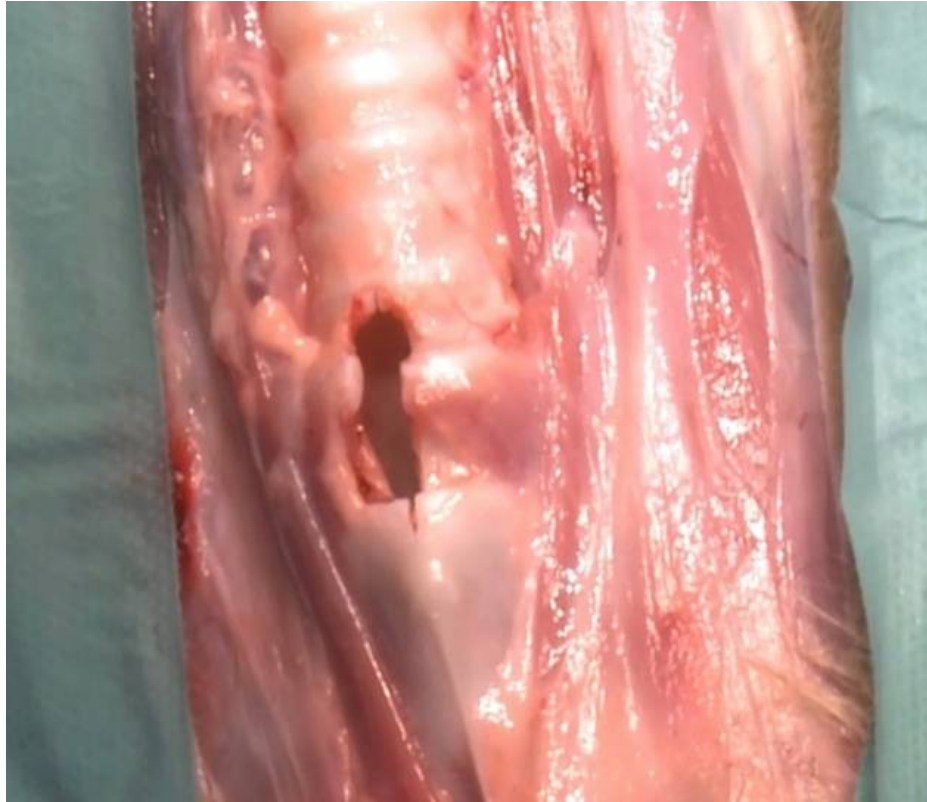
Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale.

5.1. LTR en deux étapes

5.1.1. Cricotomie verticale.

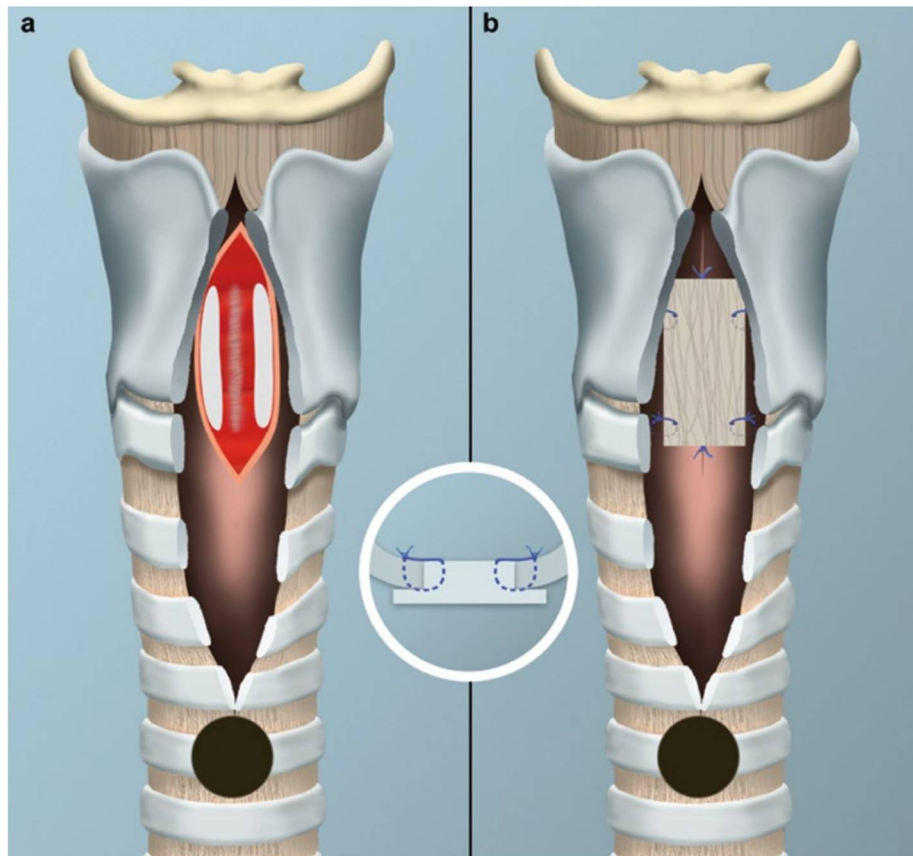
5.1.1.1. Cricotomie verticale antérieure. [135, 295, 294]

- La longueur de la fissure laryngée antérieure dépend du type de la sténose
- **Sténose sous-glottique isolée** : l'incision inclut le tiers inférieur du cartilage thyroïde, la membrane cricothyroïdienne, le cricoïde antérieur ainsi que les deux à trois anneaux trachéaux supérieurs.
L'incision se fait médialement, de bas en haut



- **Sténose glotto-sous-glottique** : l'incision s'étend sur toute la hauteur laryngée depuis l'échancrure thyroïdienne jusqu'au troisième anneau trachéal.

L'incision se fait de haut en bas à travers le pied de l'épiglotte. Elle fournit une exposition optimale de la plaque cricoïde et suffisamment d'espace pour effectuer la greffe postérieure.

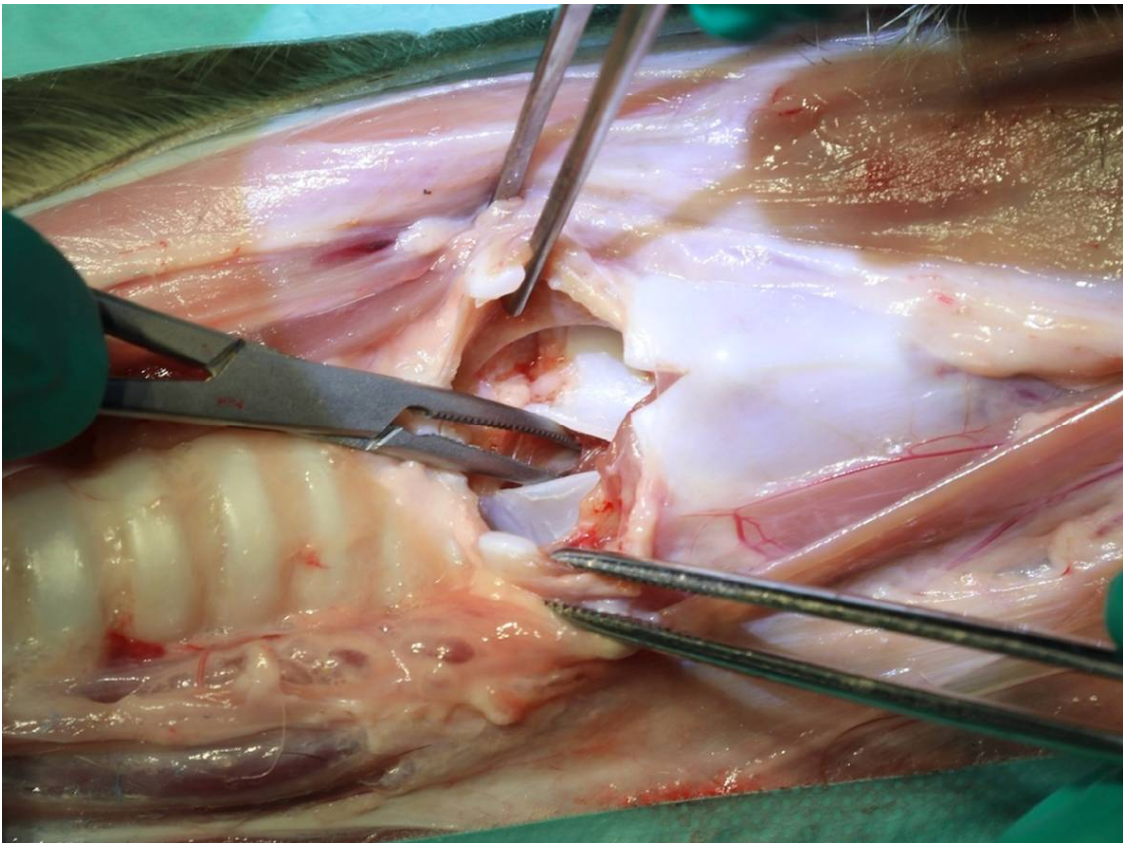


- Il est recommandé de réaliser une endoscopie peropératoire pour visualiser la commissure antérieure au cours de la laryngofissure [135]

5.1.1.2. Cricotomie verticale postérieure. [135, 295, 294]

La cricotomie verticale postérieure doit être strictement médiane :

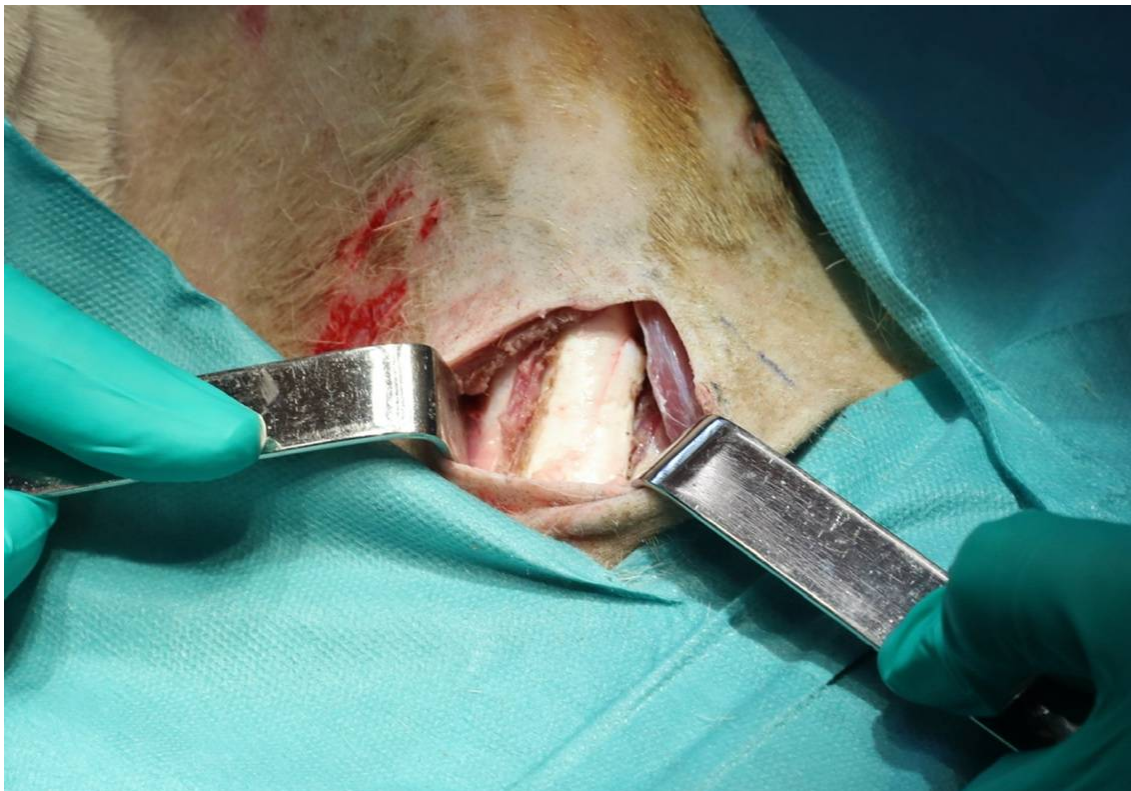
- Inciser à travers le raphé des muscles cricoaryténoïdiens postérieurs, sans endommager la muqueuse retro-cricoïde.
 - Vers le haut : l'incision s'étend dans la région interaryténoïde. Elle sectionne le muscle interaryténoïdien sans pénétrer dans le pharynx.
 - Vers le bas : L'incision se prolonge 5-10 mm dans la paroi trachéale membraneuse.



5.1.2. Cartilage Costal : prélèvement et sculpture. [135, 295, 294]

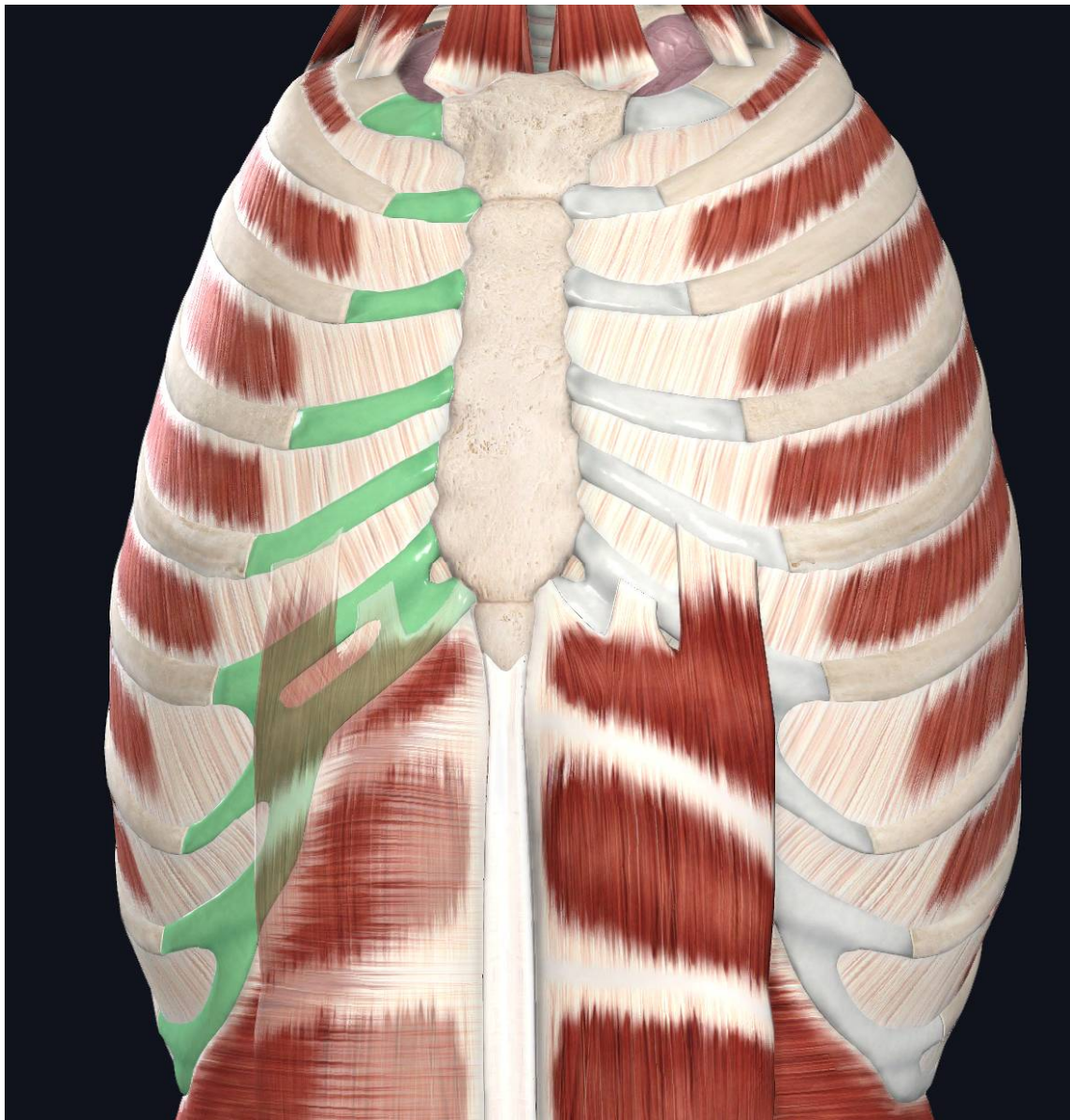
5.1.2.1. Prélèvement

- Réaliser une incision horizontale de 2-3 cm dans le pli cutané en dessous de la glande mammaire au niveau de la septième, huitième ou neuvième côte.
L'incision va de la jonction entre le cartilage et l'os latéralement jusqu'à la jonction entre le cartilage et le sternum médialement.
- Exposer la paroi thoracique en disséquant le tissu adipeux sous-cutané.
- Inciser le muscle droit de l'abdomen.

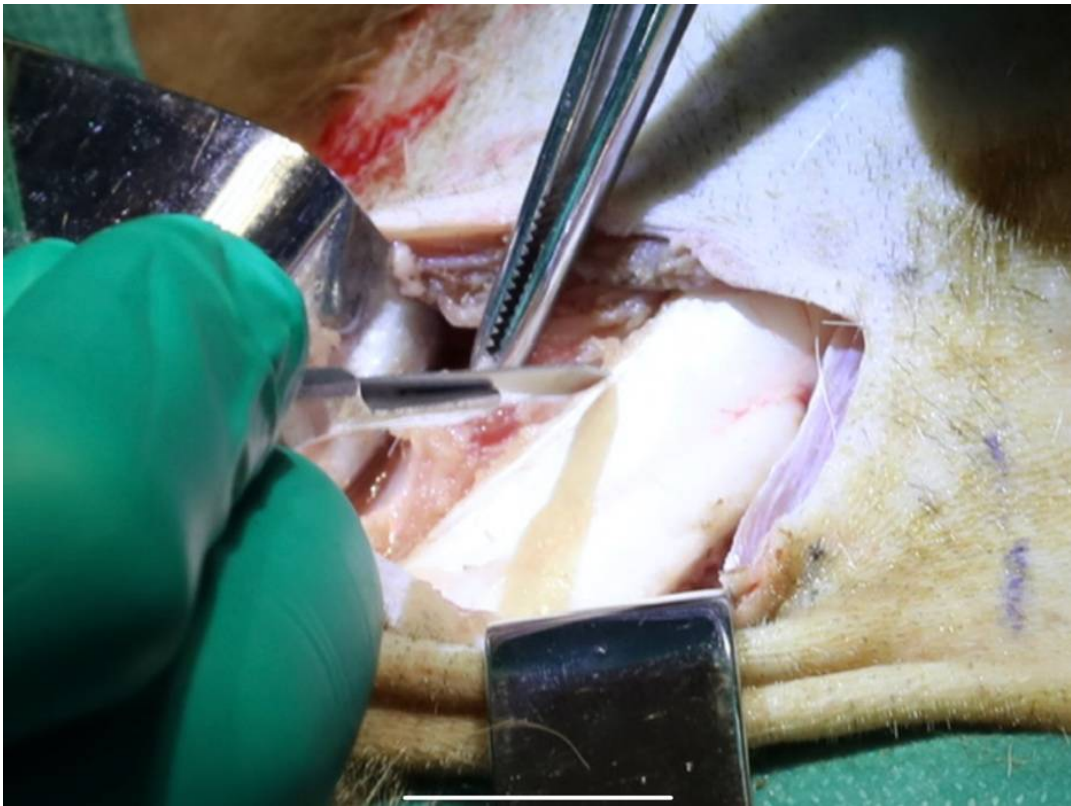


L'aspect plat ou légèrement concave du cartilage au niveau de son insertion sternale facilite au chirurgien la palpation ainsi que le choix du meilleur site de prélèvement.

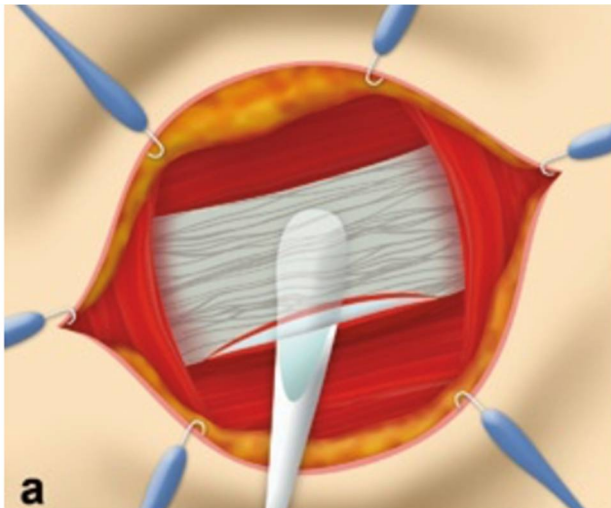
La fusion des cartilages costaux à ce niveau permet de sélectionner une longueur cartilagineuse appropriée.



- Sectionner les muscles intercostaux tout en préservant la qualité du cartilage.



- Décoller le cartilage costal en sous péricondral.



- Disséquer le cartilage en sous-préichondral, sur la surface thoracique profonde (**Photo 1**) et sectionner le cartilage aux deux extrémités (supérieure et inférieure). (**Photo 2**)

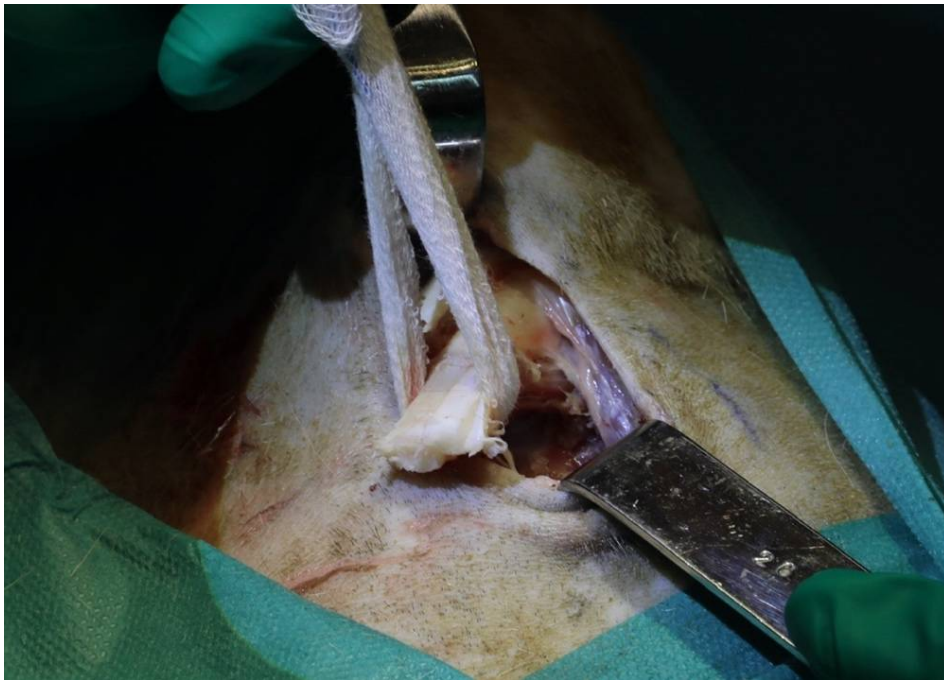
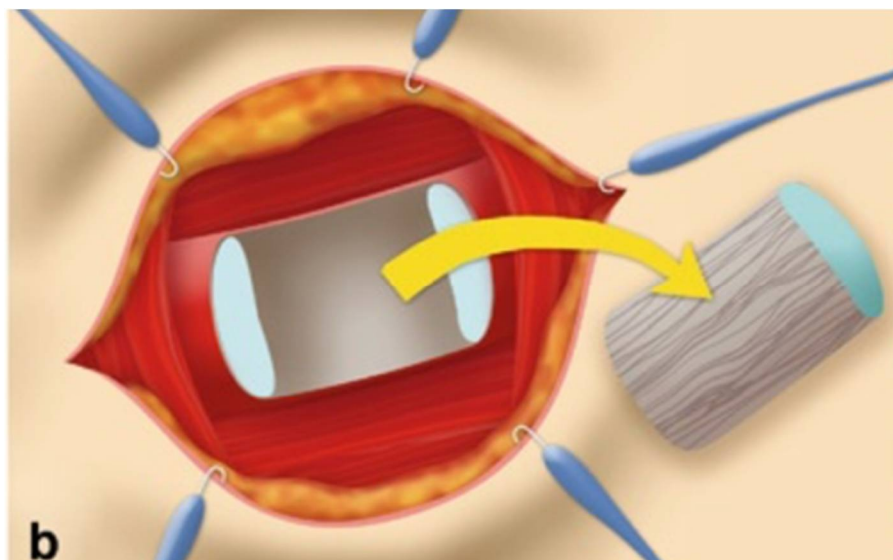


Photo 1



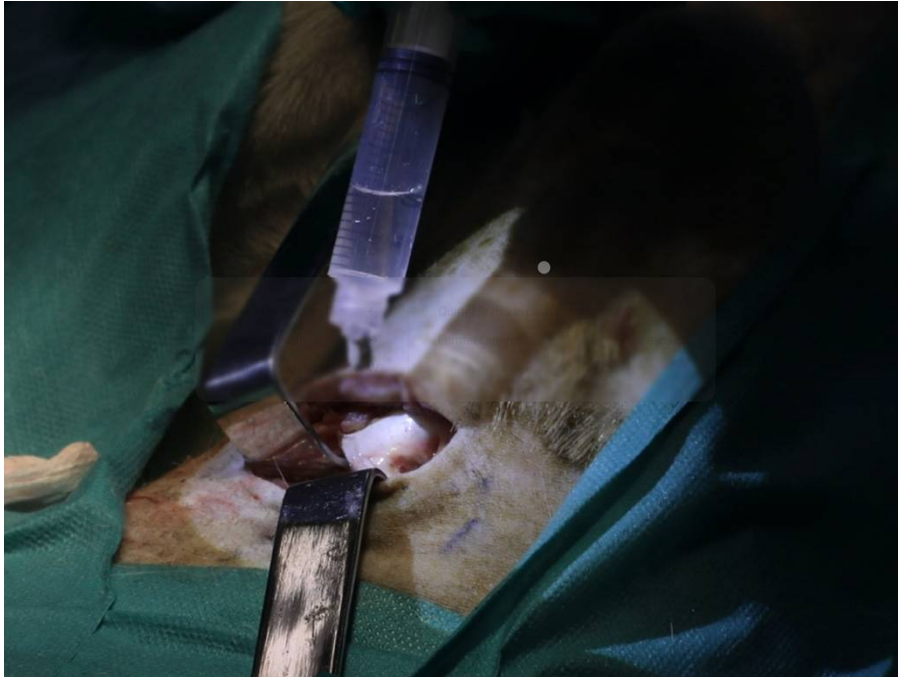
Photo 2

Habituellement, le greffon costal est long de 3 à 4 cm. Si nécessaire, le chirurgien peut prélever un deuxième cartilage costal au-dessus ou en dessous du site initial. Une dissection minutieuse réalisée dans le bon plan permet de maintenir un champ opératoire exsangue.



- Verser une solution saline stérile dans la plaie pour vérifier l'étanchéité de la plèvre.

Si un pneumothorax iatrogène se produit, le chirurgien peut soit évacuer l'air par une aspiration manuelle ou bien s'abstenir dans le cas d'un pneumothorax minime. Dans les deux cas, une surveillance rapprochée est de mise.



- Insérer un drain de Monovac dans la plaie
- Fermer en trois couches avec du fil résorbable.

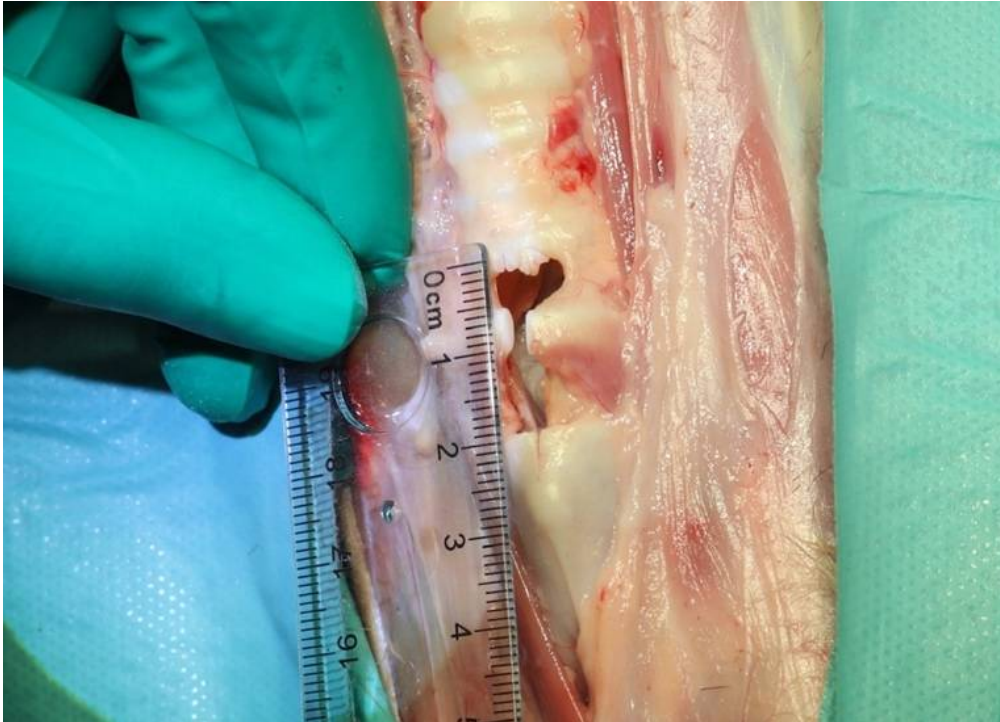
Dans notre étude expérimentale, nous avons opté pour le cartilage costal.

5.1.2.2. Sculpture cartilagineuse.

5.1.2.2.1. Sculpture du cartilage antérieur. + autres

- Mesurer la hauteur de fissure de la sous-glotte jusqu'à l'extrémité inférieure de la fissure.

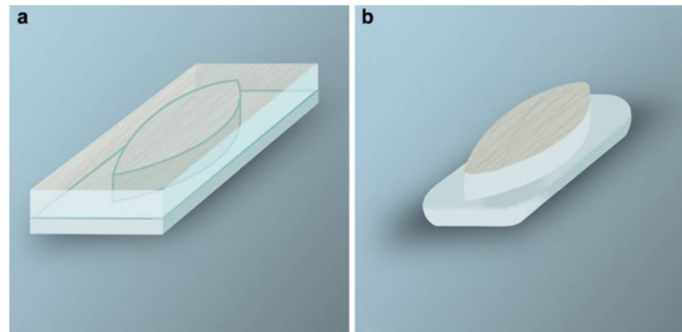
Prendre cette mesure alors qu'un stent correctement dimensionné élargit les voies aériennes.



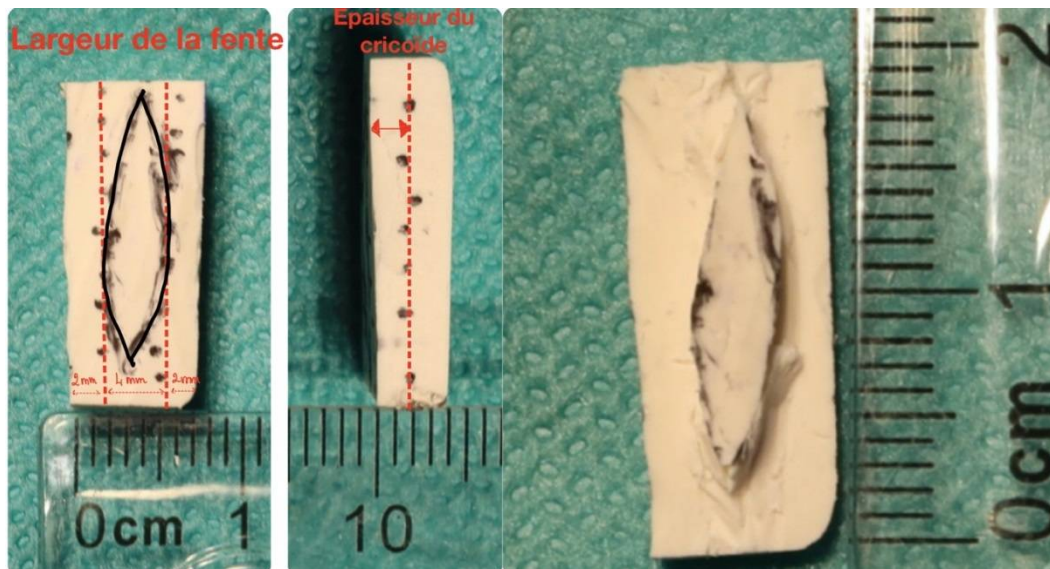
- Du côté péricondral, sculpter le cartilage costal en forme de losange, en laissant une marge tout autour.

L'épaisseur de la partie en forme de losange doit correspondre à celle de l'anneau trachéal sélectionné.

Une large marge empêche le prolapsus de la greffe dans les voies respiratoires après le retrait du stent.



Selon notre expérience :

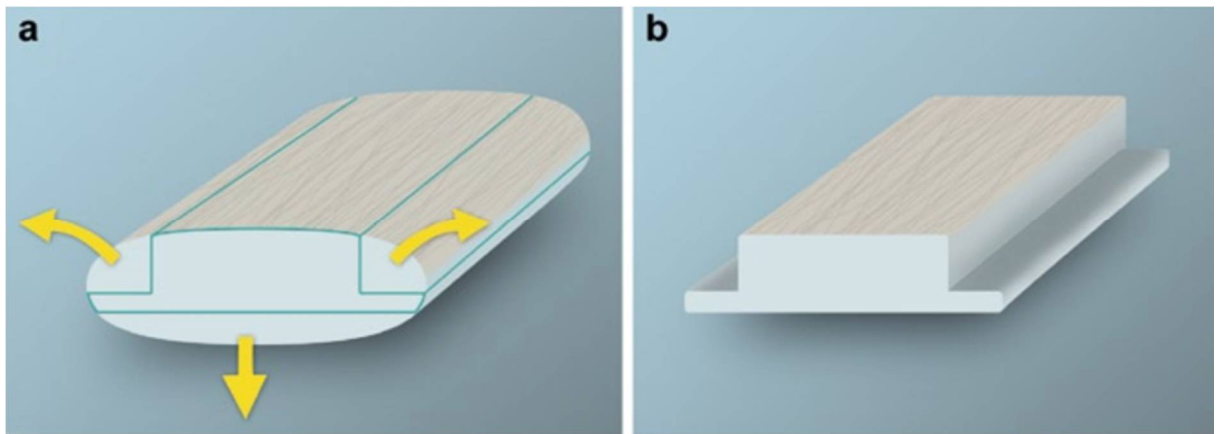


5.1.2.2.2. Sculpture du cartilage postérieur. [135, 295, 294]

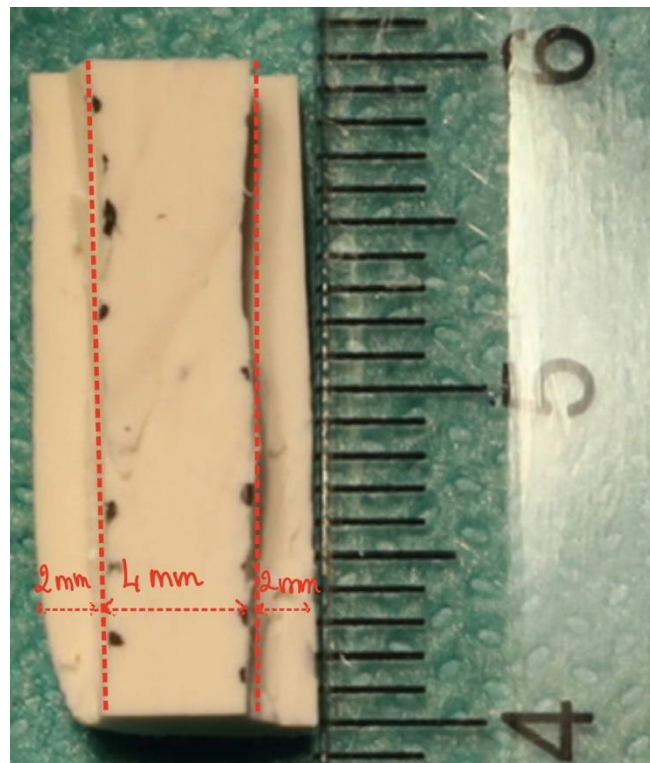
- Mesurer la distance de la fissure cricoïdienne postérieure ainsi que l'épaisseur du chaton cricoïdien.
- Du côté périchondral, sculpter le cartilage costal en forme de rectangle, en laissant une marge tout autour.
L'épaisseur de la partie rectangulaire doit correspondre à celle du chaton cricoïdien.
- Une large marge empêche le prolapsus de la greffe dans les voies respiratoires après le retrait du stent.
- Selon Cotton [135], la longueur de la greffe doit correspondre à 1mm pour chaque âge, tout en étant comprise entre 4mm (distance inter-aryténoïde chez le nouveau-né) et 10mm.
- Exemple (1 an => 4 mm ; 9 ans=> 9 mm ; 12 ans=> 10 mm)

Remarque : une sténose sous glottique isolée associée à une distance inter-aryténoïde normale (Cf : Tableau 3) nécessite de sculpter l'extrémité supérieure du greffon de manière conique. Ceci évite l'extension excessive de la distance inter-aryténoïde ainsi qu'une mauvaise qualité vocale post-opératoire.

Dans notre expérience, nous réséquons le périchondre et sculptons les deux extrémités de façon conique.



Selon notre expérience :

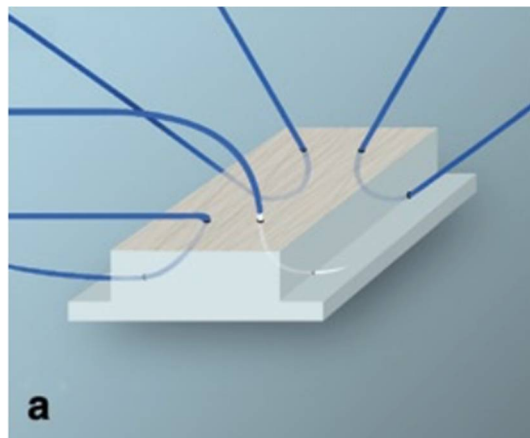


5.1.3. Reconstruction postérieure : Mise en place du greffon [135, 295, 294]

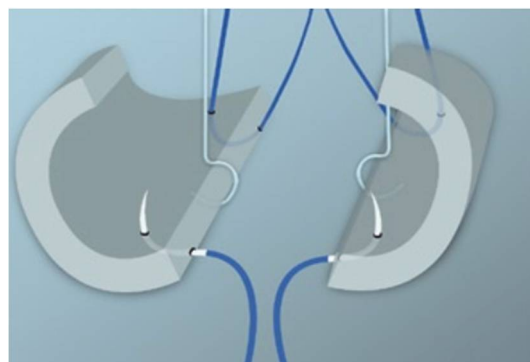
- Utiliser un fil 5-0 ou 6-0 Vicryl.
- Insérer l'aiguille à travers le périchondre et émerger là au niveau de l'angle des rebords latéraux.

Quatre points de suture suffisent à la stabilisation de la greffe.

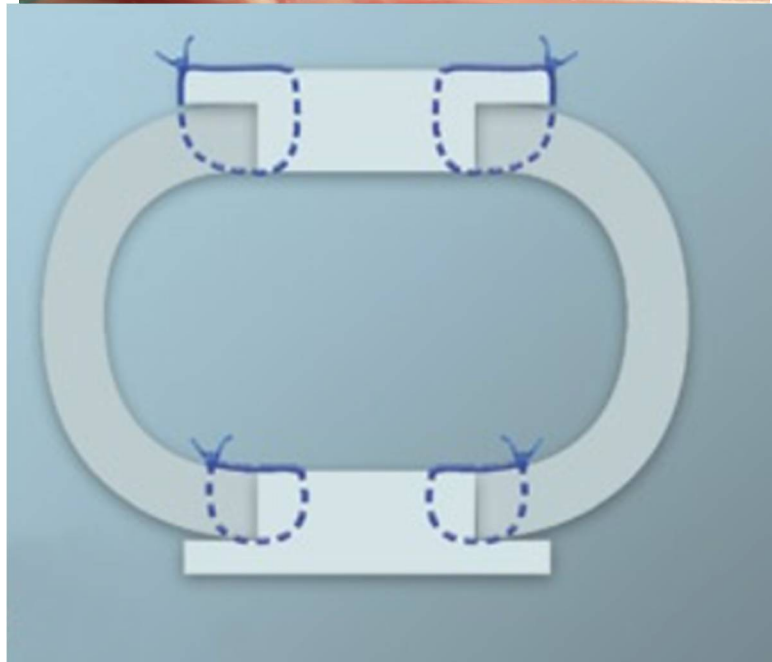
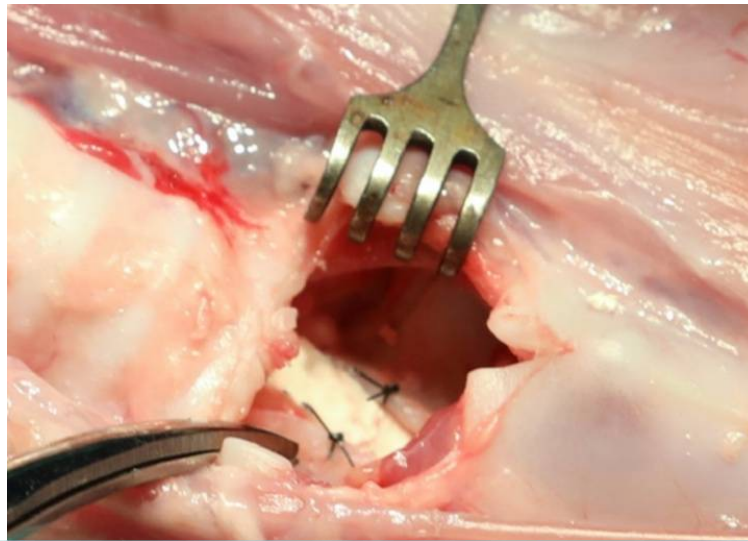
Éviter les perforations multiples du greffon. Celles-ci peuvent causer une rupture ou une nécrose cartilagineuse.



- Soulever le bord inférieur du chaton cricoïdien avec un crochet.
- Insérer l'aiguille à partir de la face postérieure du chaton cricoïdien pour insérer le greffon.



- Les quatre points de suture se placent de la même manière avec des nœuds dans la lumière laryngée.



- Il est possible d'appliquer la colle fibrine-thrombine « Tisseel ® » ou « Tissucol® » sur le périchondre pour favoriser la réépithélialisation de la zone reconstruite.

5.1.4. Endoprothèse (Stent) : Sélection et Fixation. [135, 295, 294]

- Sélection de l'endoprothèse.

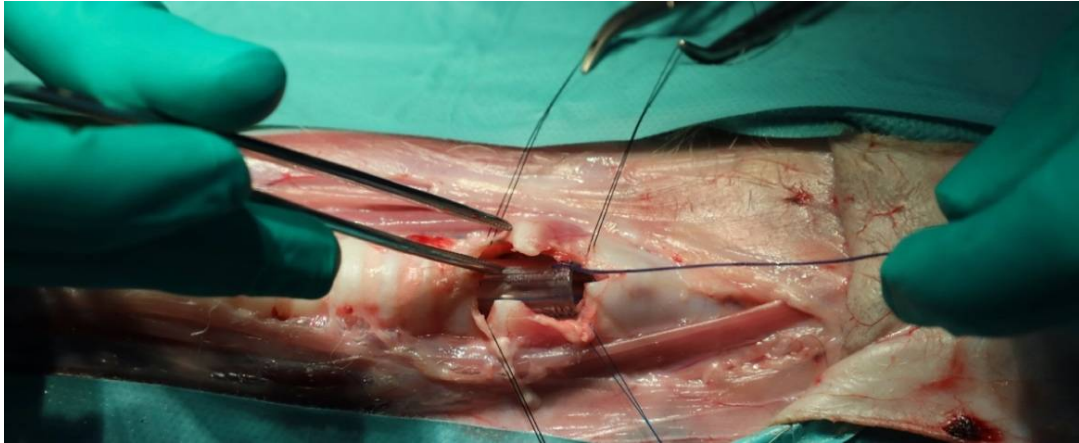
- ❖ Si une procédure en une seule étape est prévue :
 - Intuber le patient avec Tube nasotrachéale de taille appropriée.
 - Retirer la canule de trachéotomie
 - Fermer le trachéostome avec des sutures dans l'axe cranio-caudal.
- ❖ Si une procédure en deux étapes est prévue :
 - Choisir le stent de taille et de longueur appropriées à l'aide de jauges métalliques.



•**Fixation de l'endoprothèse.**

Selon notre expérience :

- Placer un stent dans la lumière laryngée.
- Placer un fil 2-0, Vicryl, résorbable dans sa partie supérieure.



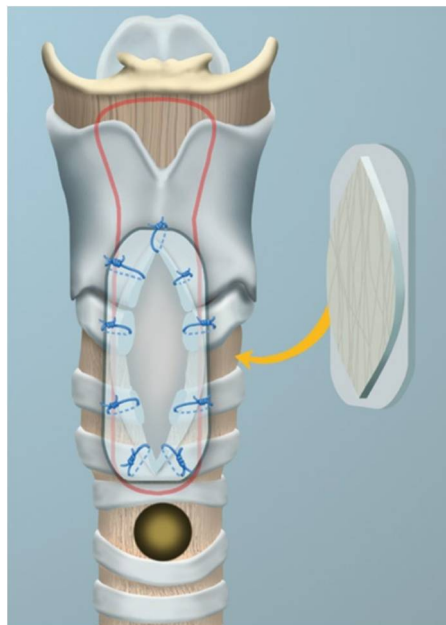
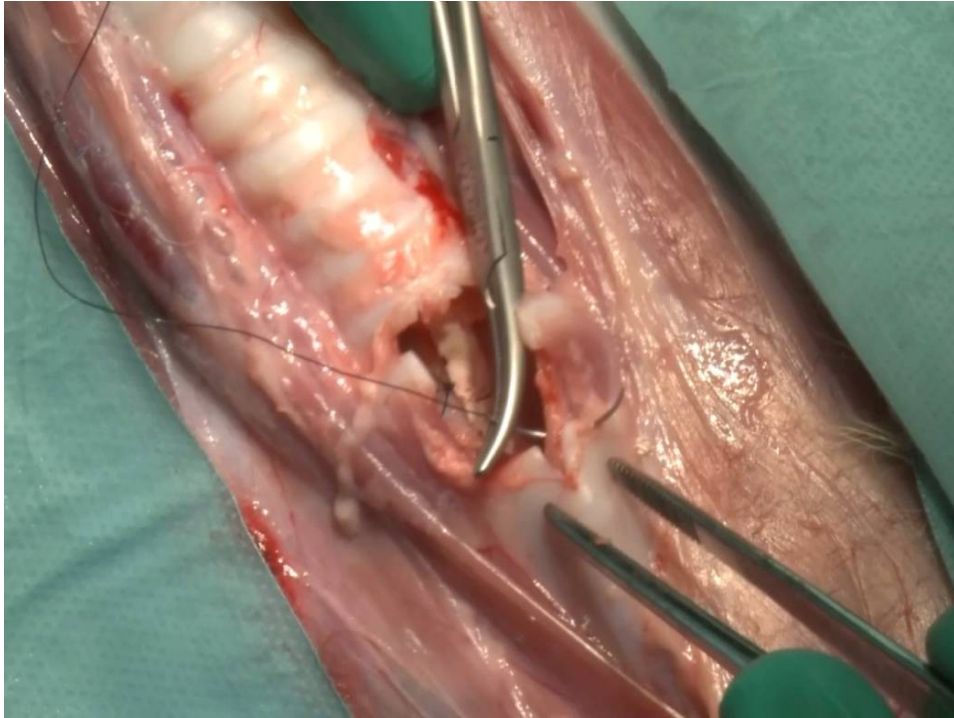
- Traverser la laryngofissure, les plans musculaires antérieurs, la sous-peau ainsi que la peau.

- Fixer le fil à la partie antérieure du cou. Ce fil évitera la migration du dispositif dans les voies aériennes. Il sera sectionné avant le retrait du stent par les voies naturelles.

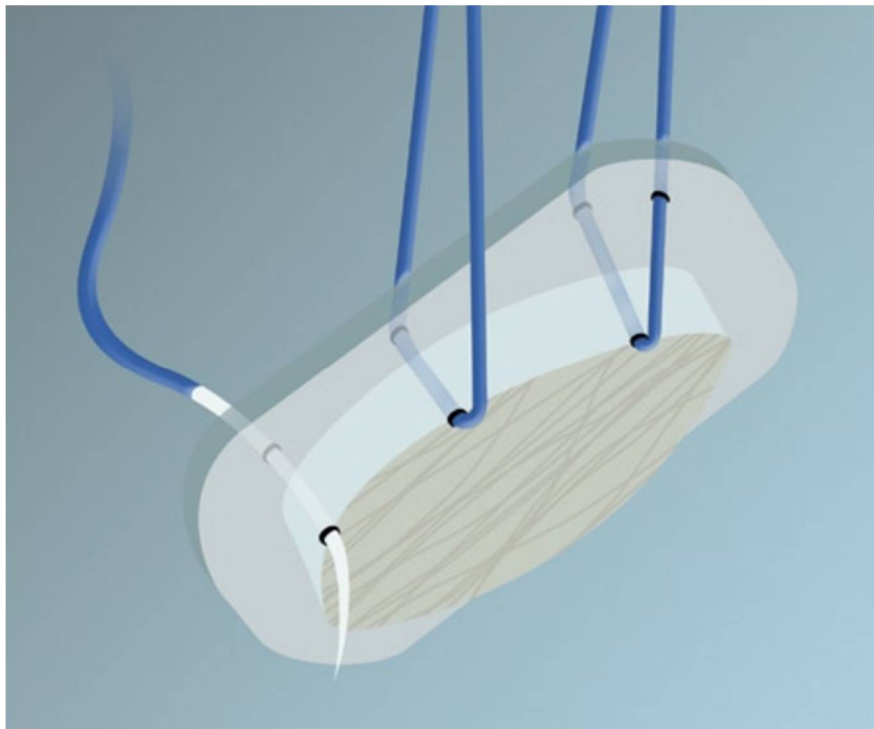
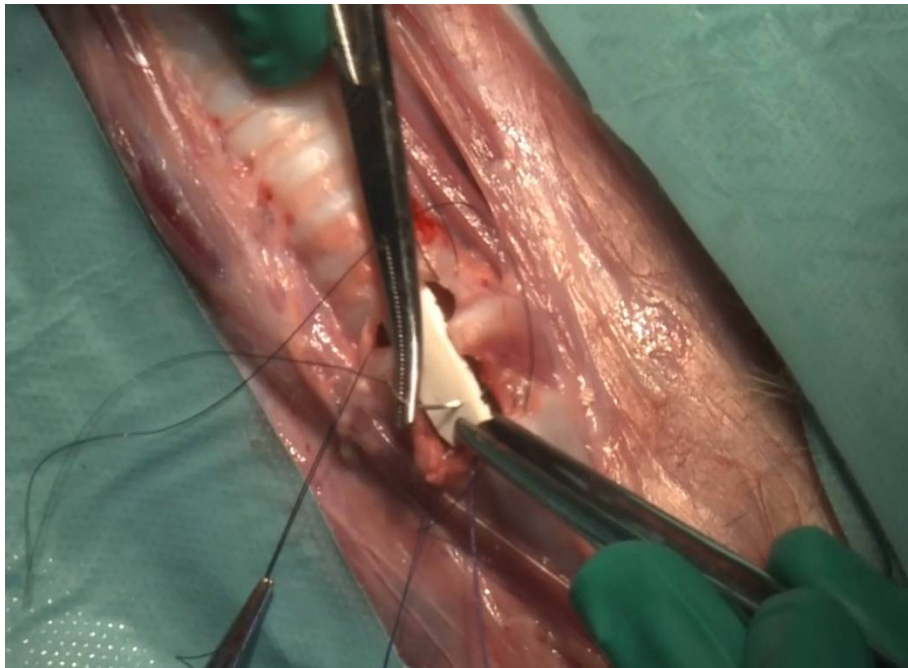


5.1.5. Reconstruction antérieure : Mise en place de la greffe. [135, 295, 294]

- Au niveau de la laryngofissure : Insérer l'aiguille obliquement à partir de l'intérieur vers l'extérieur. Mettre en place 3 fils de chaque côté.



- Au niveau du cartilage : Insérer l'aiguille de l'extérieur vers l'intérieur en traversant la marge latérale. Utiliser un fil Vicryl 4-0.



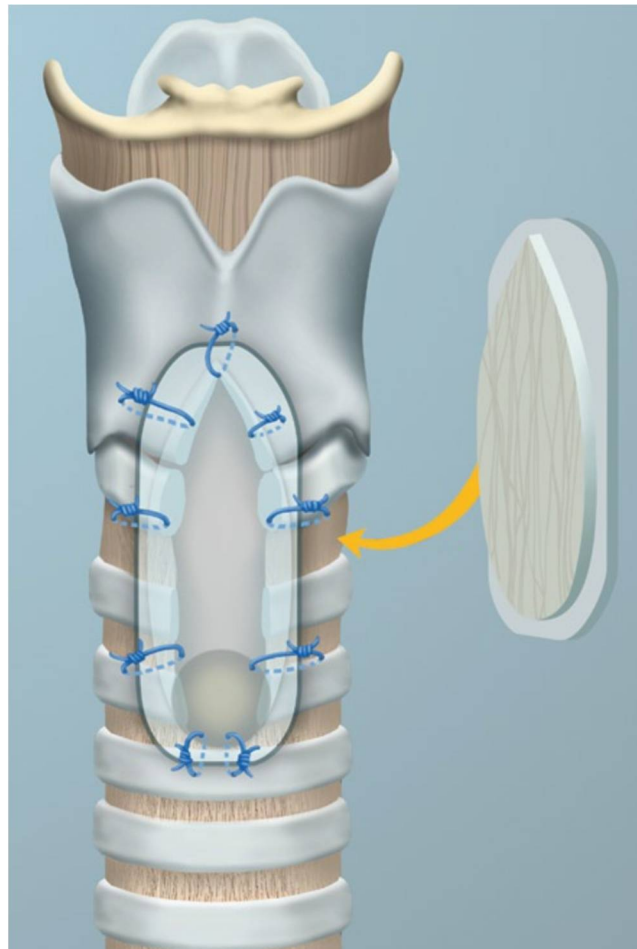
5.2. LTR en une étape. [135, 295, 294]

La reconstruction laryngotrachéale en une étape se différencie de celle en deux étapes par l'inclusion du trachéostome dans le processus de reconstruction. Pour ce faire, deux modifications chirurgicales sont nécessaires :

1. Le greffon antérieur est plus long. Il est sculpté de façon triangulaire en haut et circulaire en bas. Les marges latérales sont plus longues pour éviter le prolapsus du greffon dans la lumière laryngée.

La greffe est suturée comme décrit précédemment.

2. Un tube endotrachéal de taille adéquate doit être inséré dans les voies aériennes avant le retrait de la ventilation par trachéotomie.

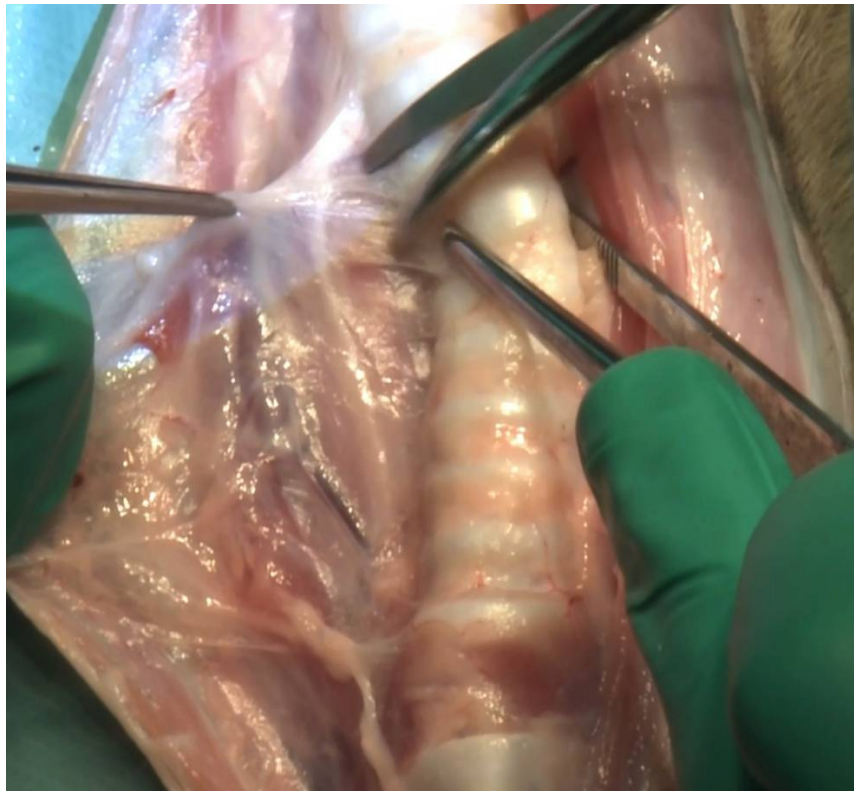


6. Résection cricotrachéale partielle (PCTR). [136, 295, 294]

6.1. PCTR simple : Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale.

6.1.1. Temps d'exposition : Particularités de l'exposition et de la dissection laryngotrachéales.

- La dissection de la trachée se fait antérieurement et légèrement latéralement, sans identifier les nerfs laryngés récurrents. Il est indispensable de rester en contact étroit avec le périchondre externe des anneaux trachéaux.



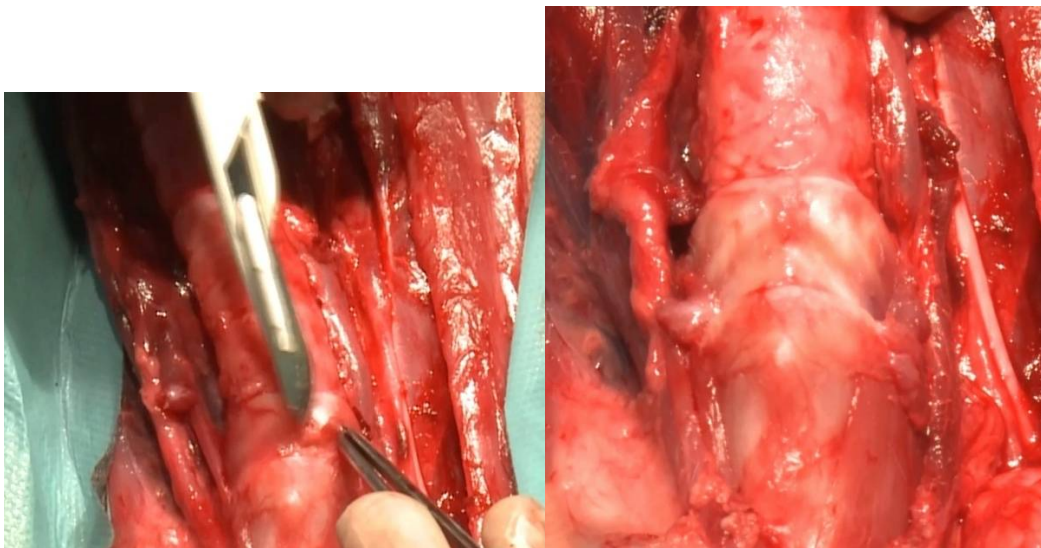
- L'apport vasculaire trachéo-oesophagien doit être soigneusement préservé, particulièrement dans le cas d'une mobilisation extensive de la trachée intrathoracique.

6.1.2. Temps de résection de la sténose sous-glottique

- Réaliser une thyrotomie médiale sous le niveau des cordes vocales.
- Inciser le long des bords inférieurs des deux lames thyroïdiennes jusqu'au niveau des petites cornes. Celles-ci protègent les nerfs récurrents.
- Séparer verticalement et disjoindre complètement l'anneau du chaton cricoïdien.
- Poursuivre l'incision vers le bas jusqu'à dépasser le trachéostome d'un anneau chez les enfants trachéotomisés.
- Préserver les nerfs récurrents en travaillant étroitement à la trachée.
- Réséquer la muqueuse sténotique au niveau du chaton cricoïdien dans un plan sous-périchondral. Utiliser une lame ou un décolleur.

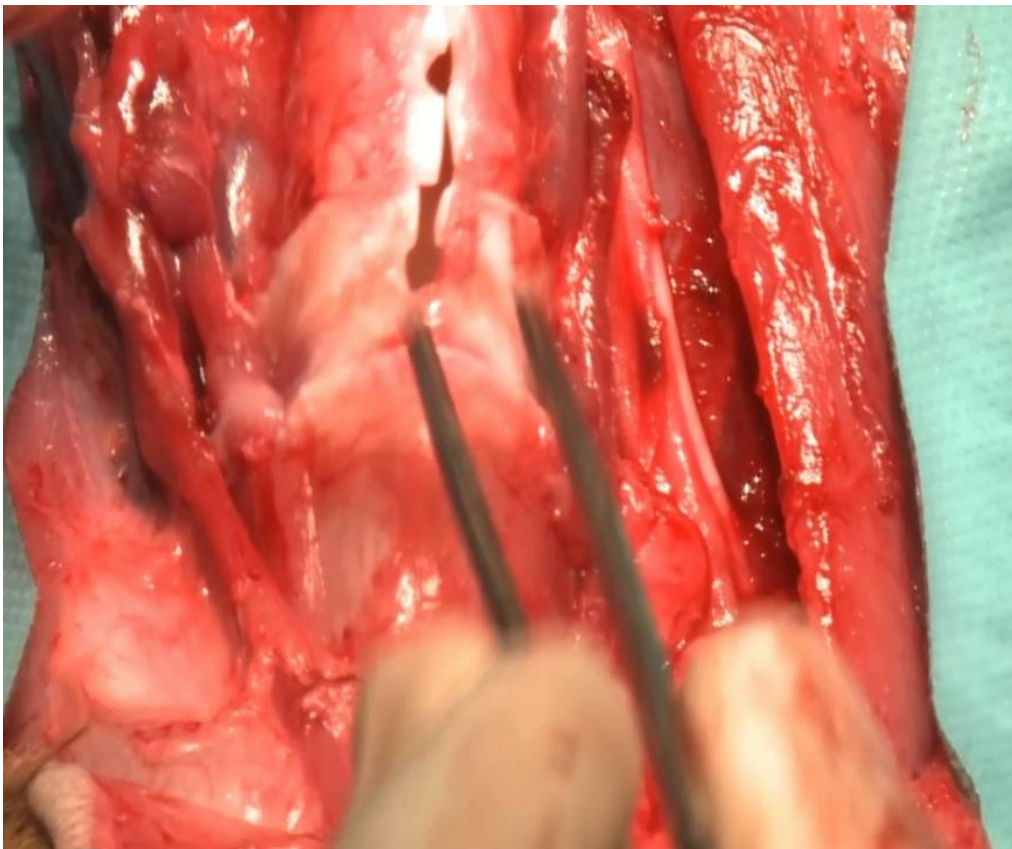
Selon notre expérience :

- Disséquer les muscles crico-thyroïdiens aussi près que possible du cartilage de façon à distinguer l'anneau cricoïdien du chaton.
Les muscles restent appendus au chaton cricoïdien.

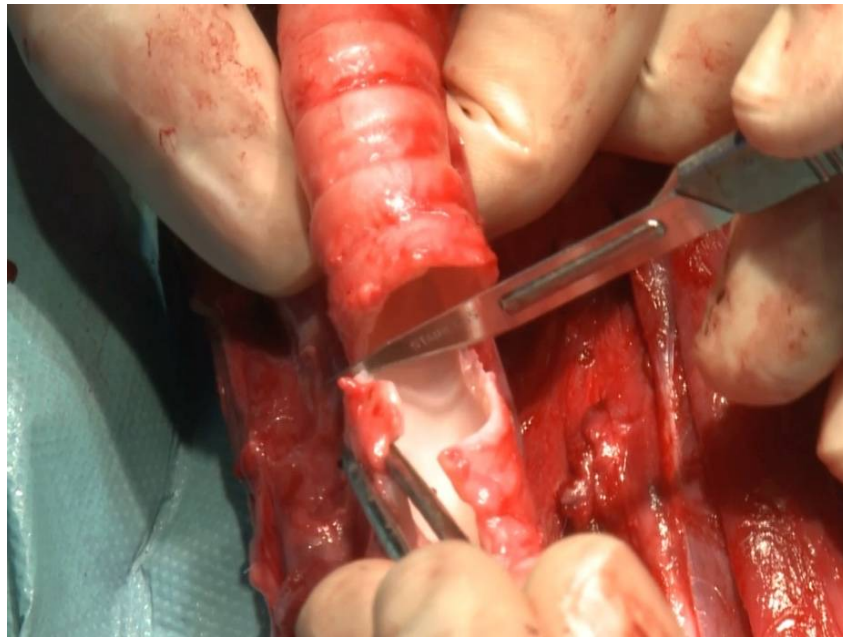


- Réaliser une cricotomie antérieure verticale. Nous pouvons étendre cette laryngofissure sur le cartilage thyroïde à sa partie basse par une thyrotomie verticale médiane jusqu'au niveau des cordes vocales.
- Réaliser une trachéotomie verticale du premier au deuxième anneau trachéal.

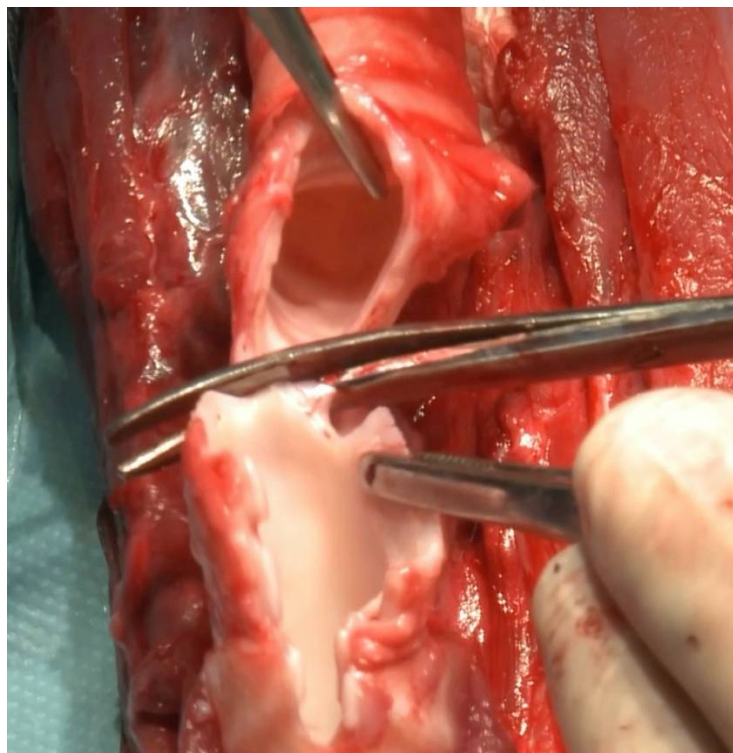
Dans le cas des PCTR en une étape, l'incision descend un anneau en dessous de trachéostome.



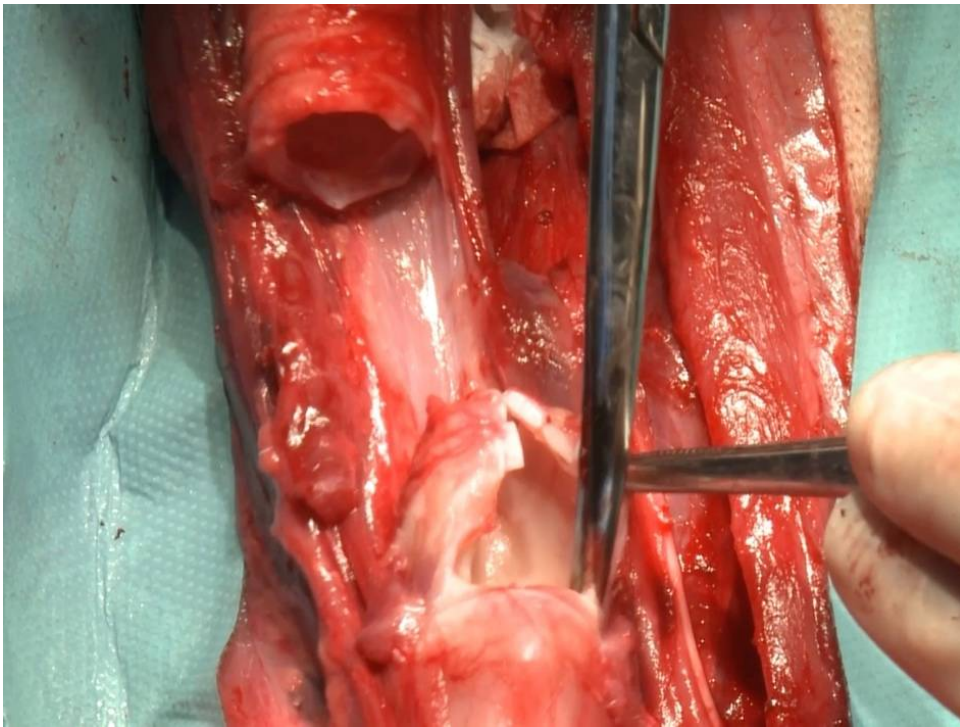
- Réaliser une trachéotomie horizontale à la partie inférieure de la laryngofissure.



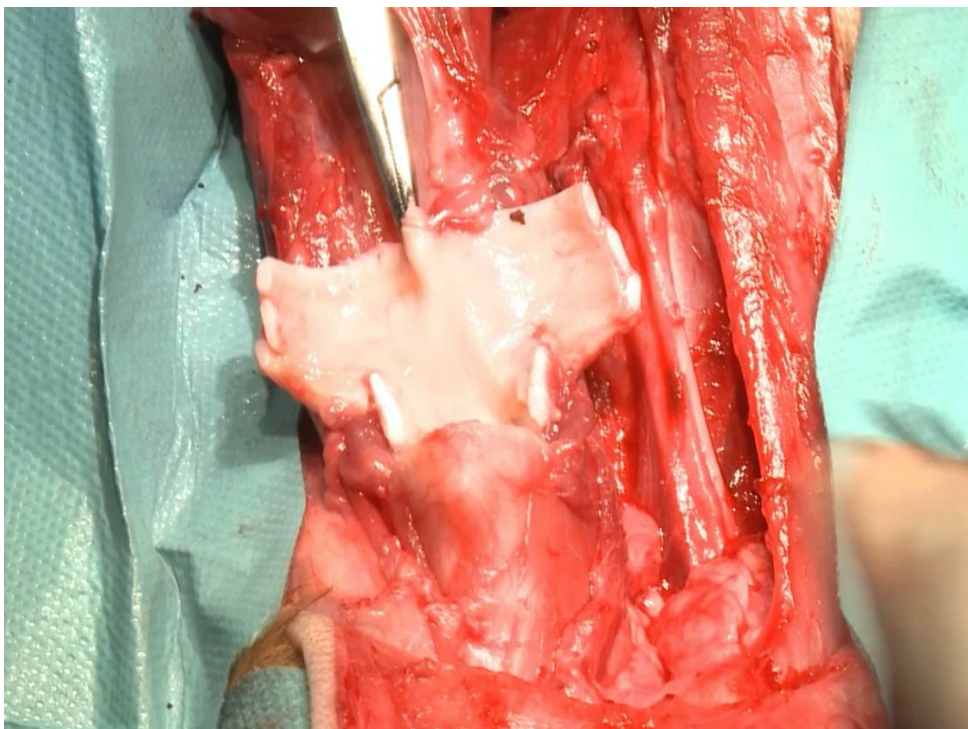
- Séparer la trachée du larynx en préservant l'œsophage.



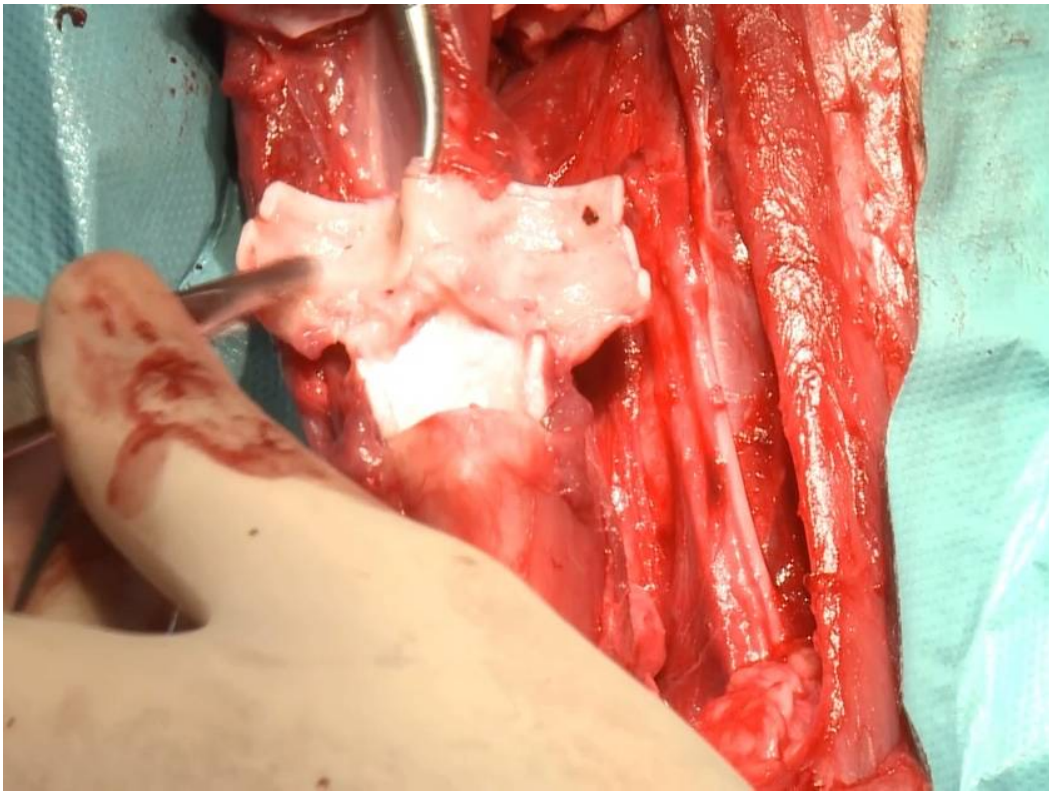
- Réaliser une incision horizontale le long du bord inférieur du cartilage thyroïde d'une petite corne à l'autre.



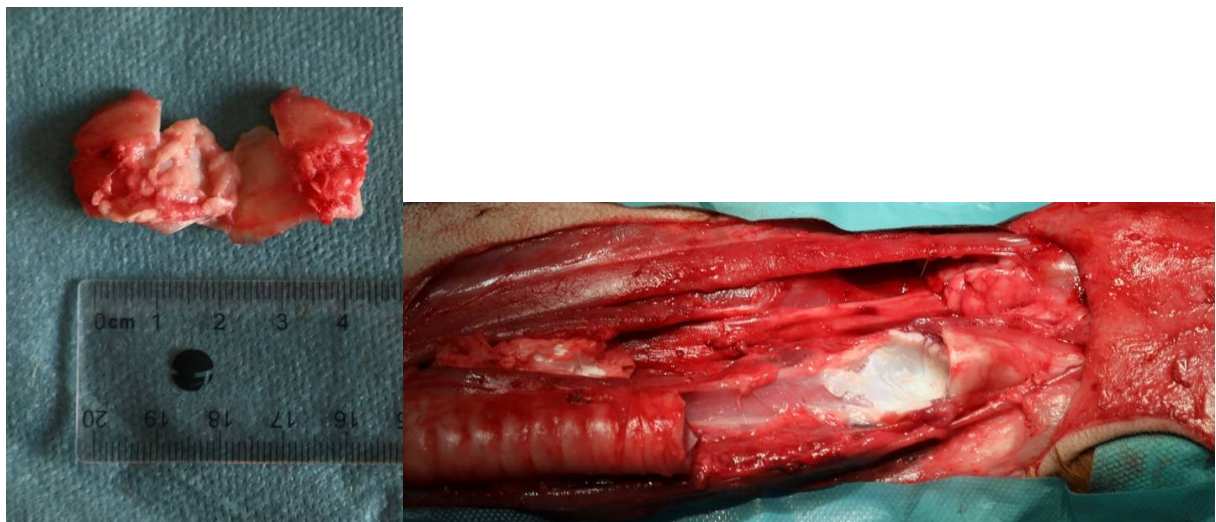
- Séparer verticalement l'anneau cricoïdien du chaton cricoïdien, de part et d'autre.



- Réséquer la sténose au niveau du chaton cricoïdien dans un plan sous-périchondral.

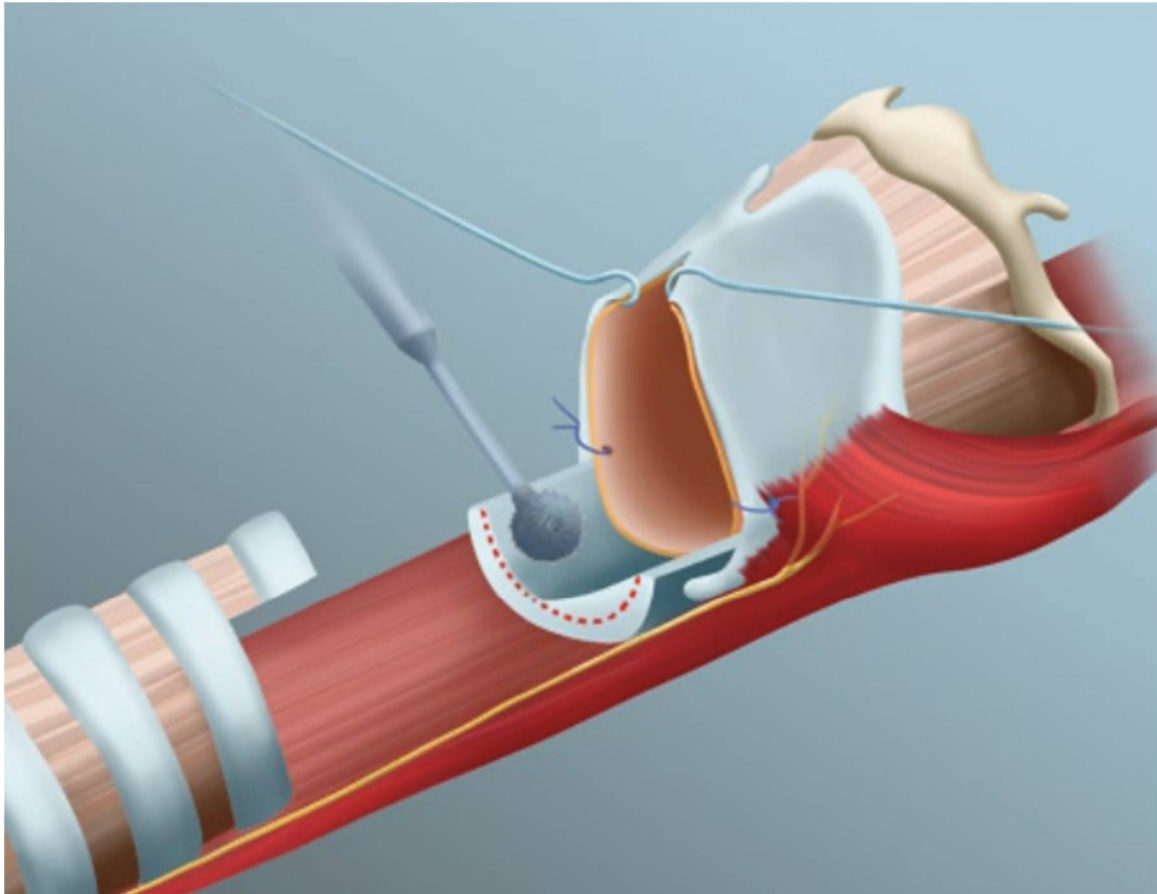


- Exérèse en monobloc de l'anneau cricoïdien ainsi que les deux anneaux trachéaux.



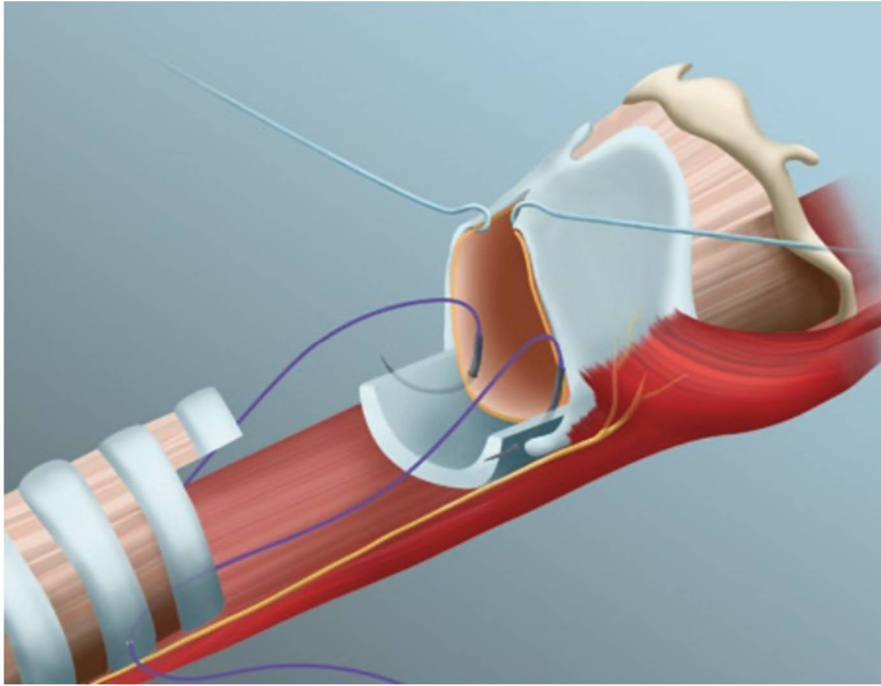
6.1.3. Temps de remodelage de l'espace sous-glottique. [136]

Le diamètre du moignon trachéal est supérieur à celui de la résection sous-glottique. Toute tentative de diminution de ce calibre est proscrite. Un élargissement de la lumière sous-glottique sera réalisé grâce au fraisage du chaton cricoïdien postérieurement et latéralement.

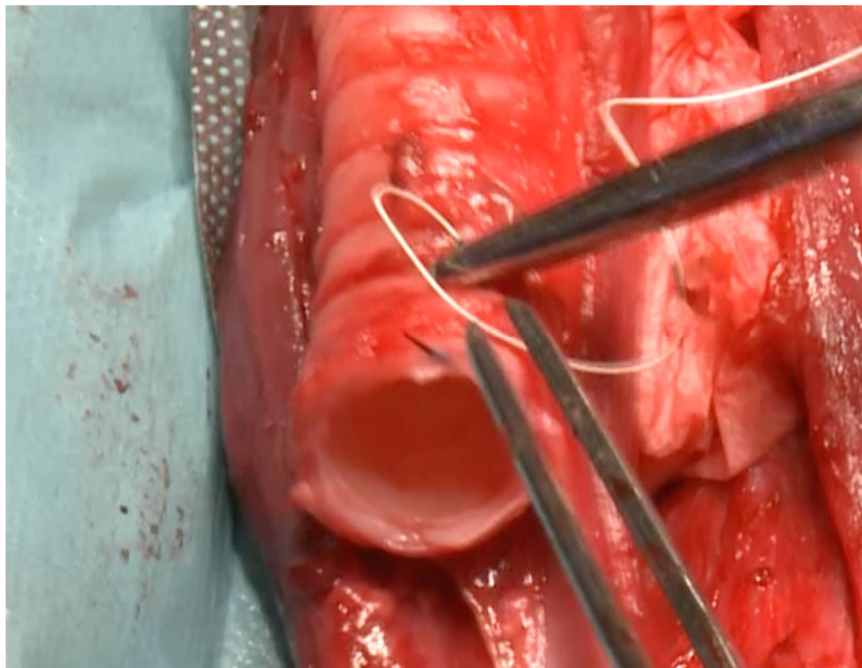


6.1.4. Temps d'anastomose [136, 295, 294]

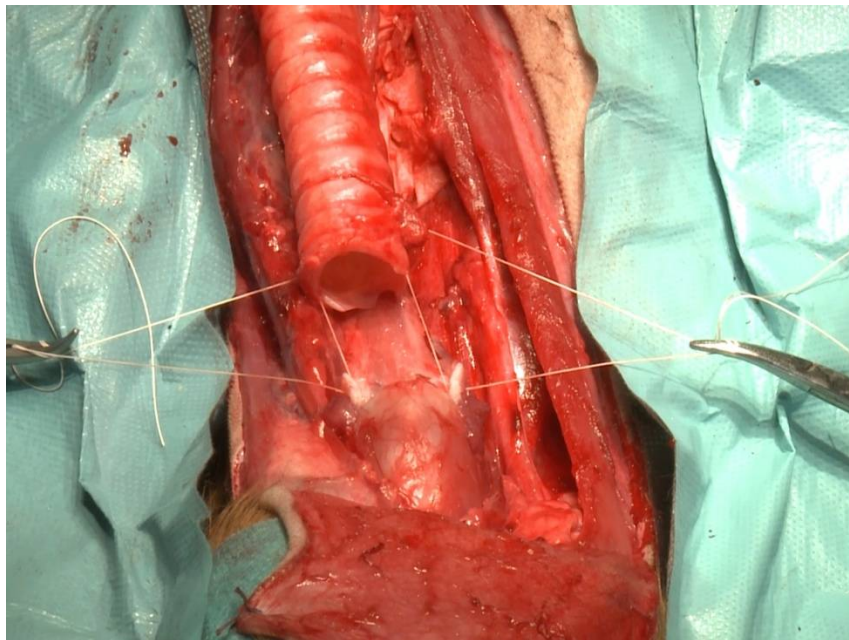
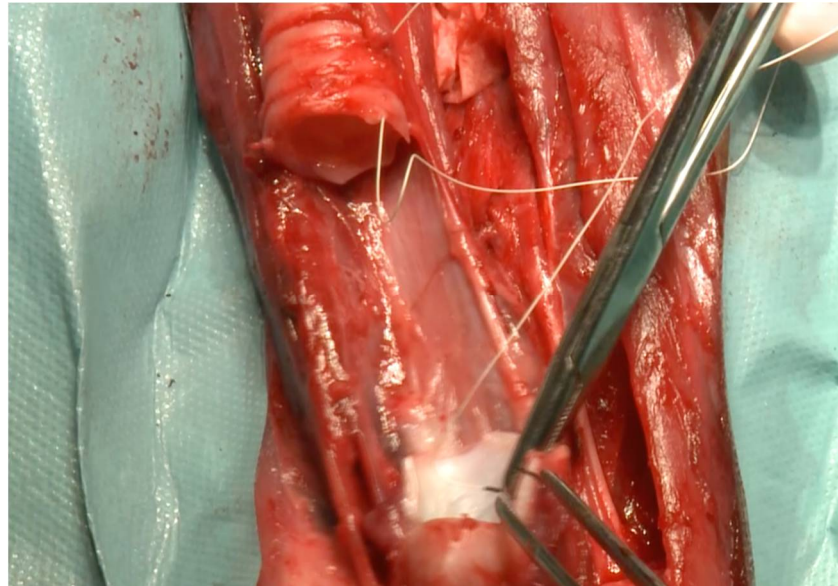
- **Anastomose latérale** : Entamer deux sutures postéro-latérales pour relâcher la tension sur l'anastomose postérieure. Elles joignent la trachée au cricoïde. Utiliser du fil 3-0, 4-0 ou 5-0 Vicryl.



- **Au niveau de la trachée :** le point pénètre dans la face latérale du deuxième anneau trachéal normal. Il émerge au niveau du plan sous-muqueux au niveau de la lumière trachéale. Il est non transfixiant.



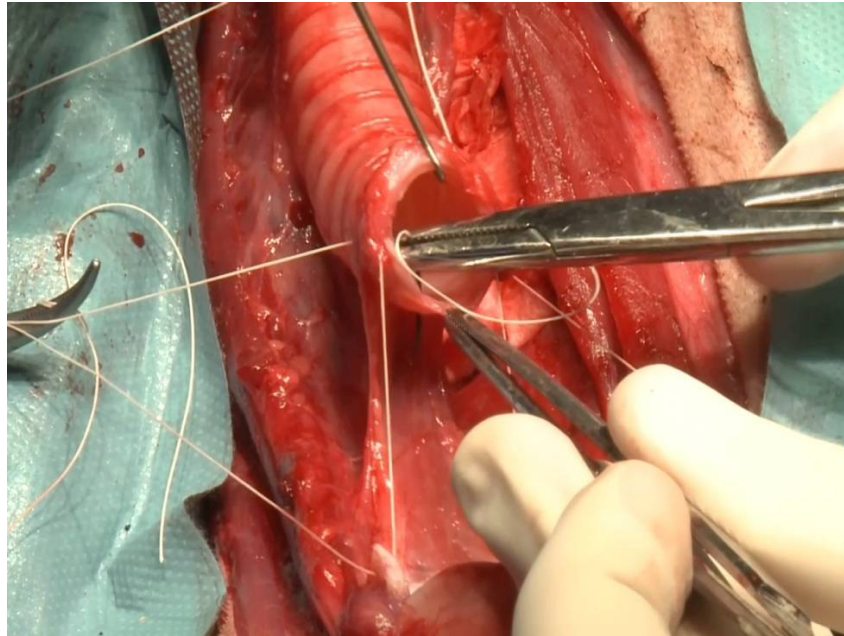
- **Au niveau du larynx :** le point passe à travers la muqueuse sous-glottique latérale puis à travers la plaque cricoïde latéralement. Il émerge dans le plan sous-périchondral de la surface externe de la plaque cricoïde. Ainsi, les nerfs laryngés récurrents sont préservés. Il est transfixiant.



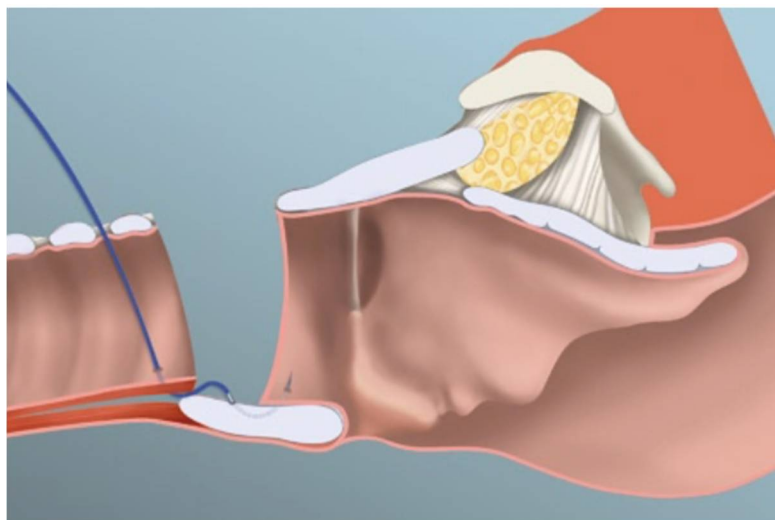
- **Anastomose postérieure :**

Utiliser du fil 5-0 ou 6-0 Vicryl.

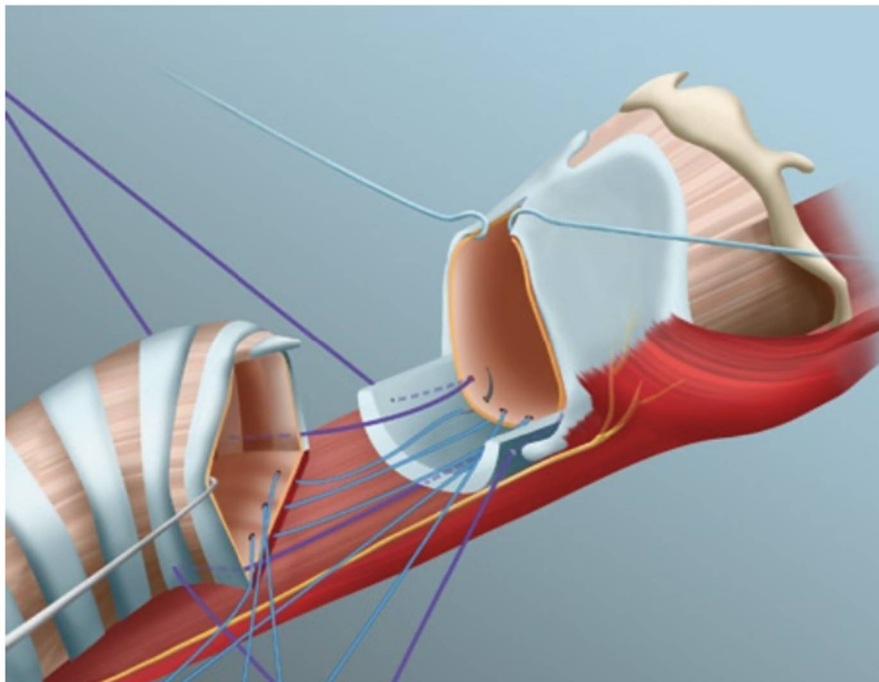
- **Au niveau de la trachée :** l'aiguille transfixe le cartilage trachéal de l'intérieur vers l'extérieur.



- **Au niveau du larynx :** le point se place à mi- épaisseur cartilagineuse. Il est non transfixiant. [\[136, 295, 294\]](#)



- Placer trois points supplémentaires de part et d'autre du point postérieur initial médian.



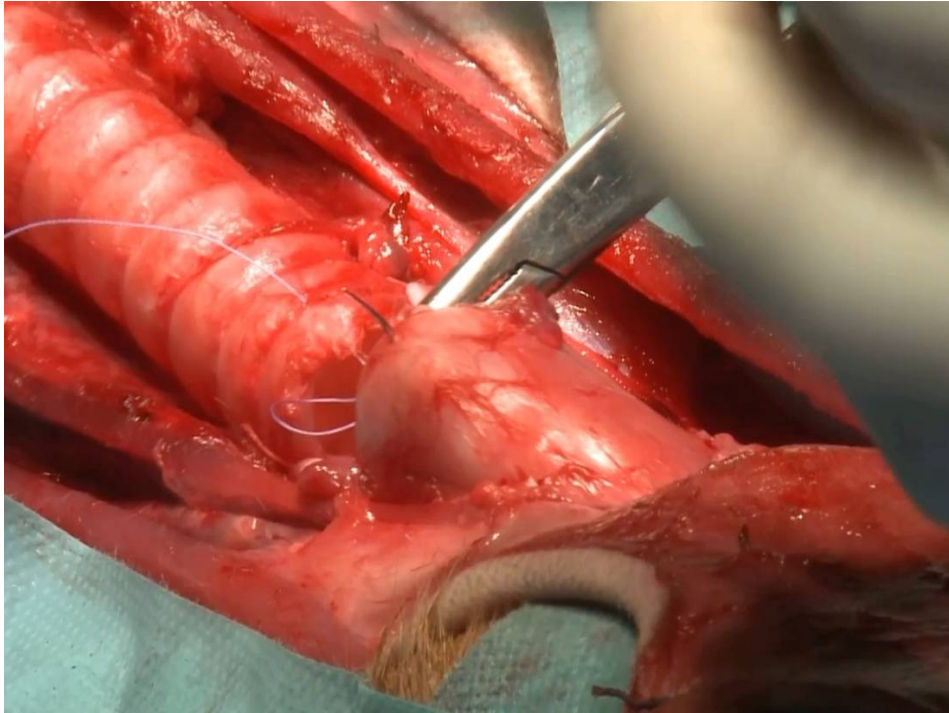
- Retirer le billot.
- Rapprocher la trachée en serrant l'anastomose latérale.
- Serrer les nœuds de l'anastomose postérieure à l'intérieur de la lumière laryngée.
- Renforcer l'anastomose en utilisant la colle fibrine-thrombine « Tisseel ® » ou « Tissucol® ».
- Rincer la trachée distale avec une solution salée pour éliminer les bouchons muqueux ainsi que les caillots sanguins.
- **Mise en place du stent**, si PCTR en deux étapes.

- **Anastomose antérieure :**

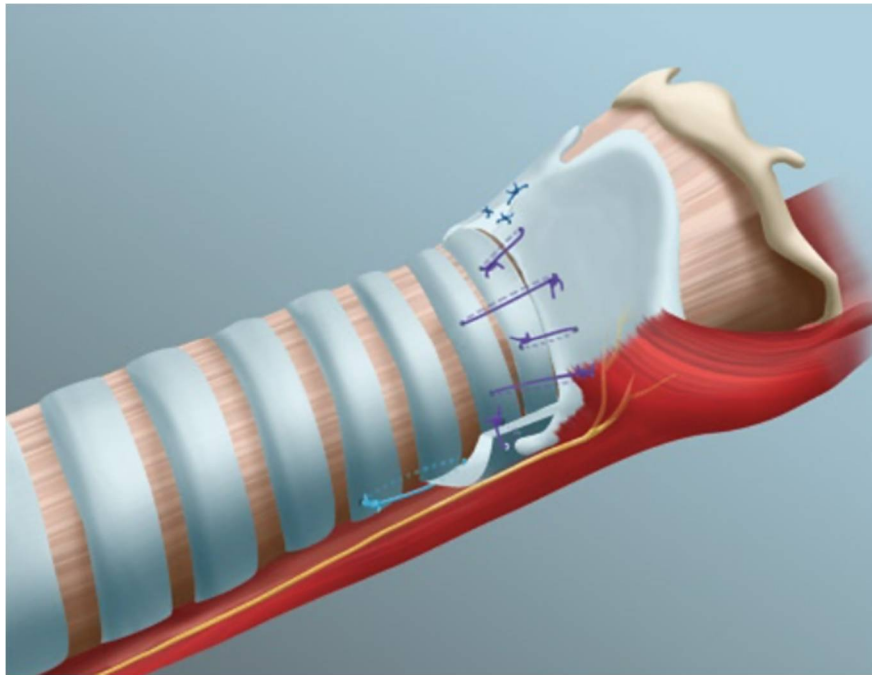
Utiliser du fil 3-0, 4-0 ou 5-0 Vicryl pour les anastomoses antérieures.

Entamer les sutures antérieures qui relient les deux premiers anneaux trachéaux au cartilage thyroïde.

Le point est sous-muqueux au niveau de la trachée et transfixiant au niveau du larynx.



- Suturer le troisième ou quatrième anneau trachéal au bord inférieur du cricoïde pour libérer la tension au niveau de l'anastomose.



- Faire un test d'étanchéité alors que le patient est ventilé en pression positive pour détecter toute fuite d'air.
- Appliquer la colle fibrine-thrombine.

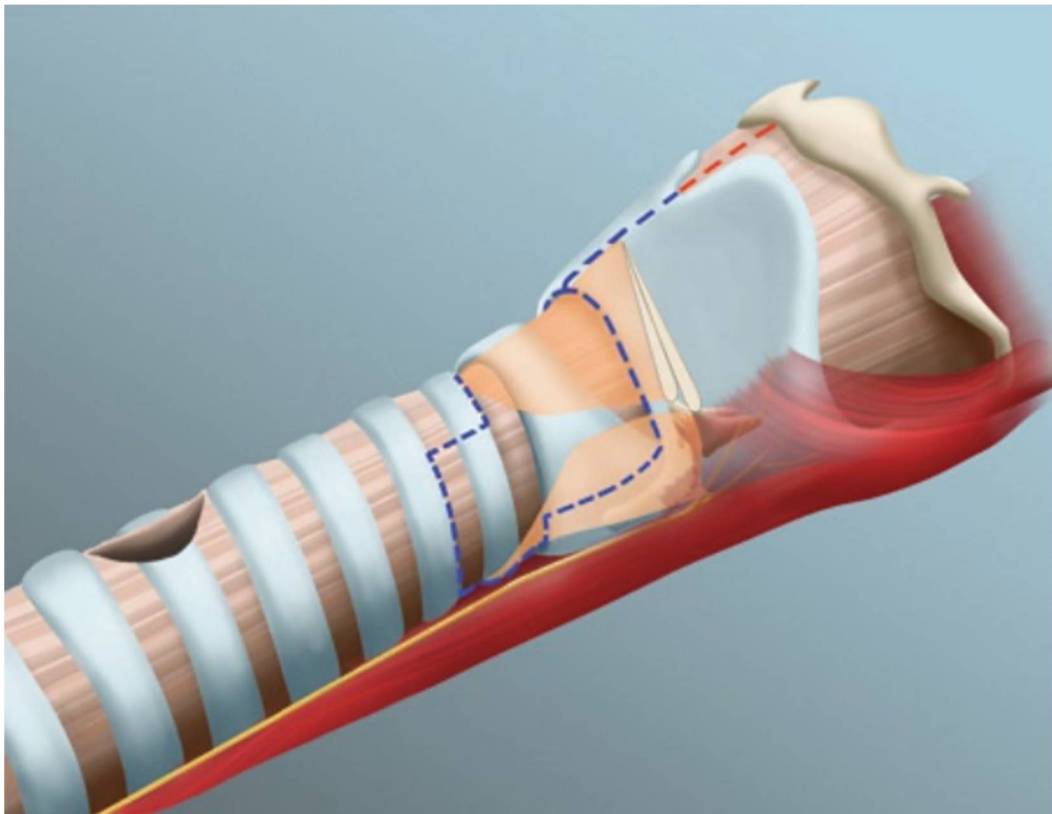
6.2. PCTR étendue. [136, 295, 294]

La PCTR étendue est recommandée dans le cas des sténoses laryngotrachéales complexes avec une atteinte glottique. Cette technique se réalise en deux étapes.

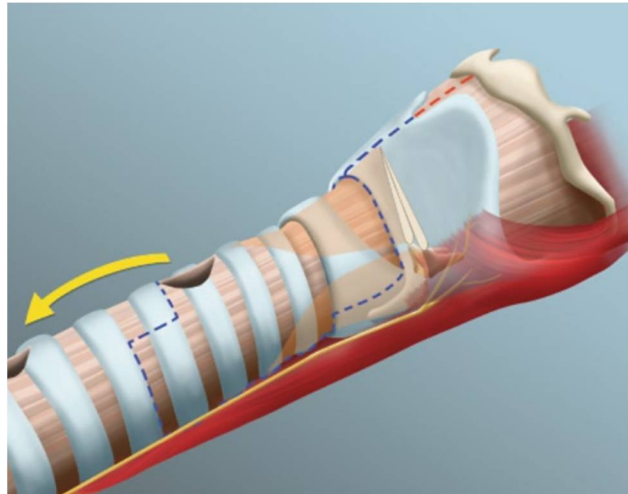
Les étapes chirurgicales initiales sont identiques à celles de la PCTR classique.

- **Si le trachéostome est loin de la sous-glotte :** la résection cricotrachéale inclut l'arc antérieur du cricoïde et une partie du premier anneau trachéal.

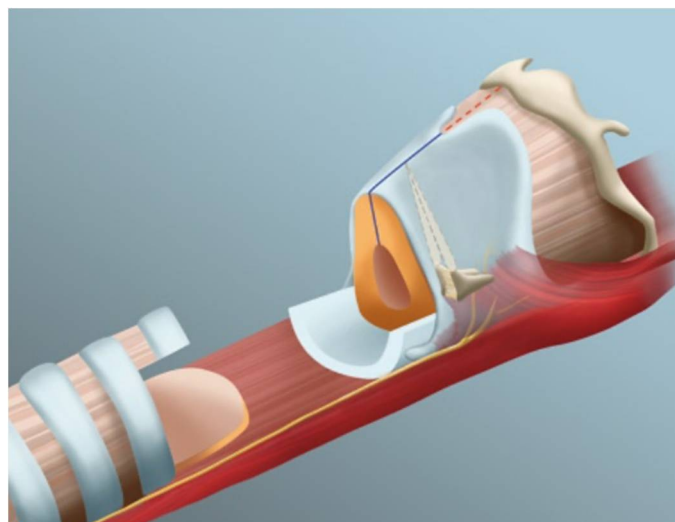
Conserver le trachéostome initial.



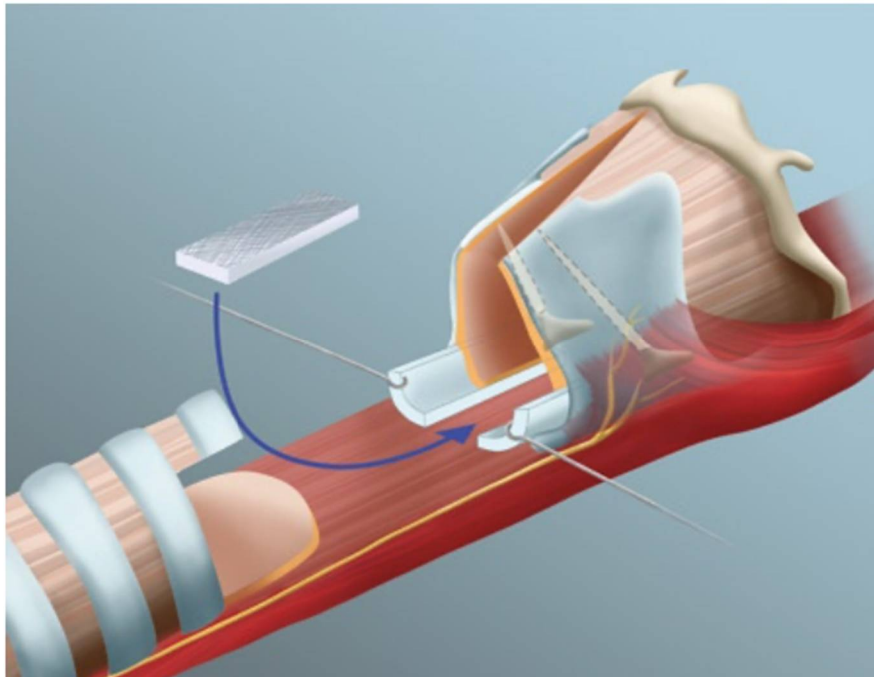
- **Si le trachéostome est proche de la sous-glotte :** Reséquer le trachéostome initial avec le segment anastomotique et placer une nouvelle trachéotomie quatre anneaux trachéaux sous l'ancien trachéostome. Cette étape sera réalisée à la fin de l'anastomose postérieure.



- Séparer les cordes vocales fusionnées sous contrôle visuel en Ouvrant sus la ligne médiane les voies aériennes à travers l'épiglotte dans la région susglottique et en préservant la commissure laryngée antérieure.

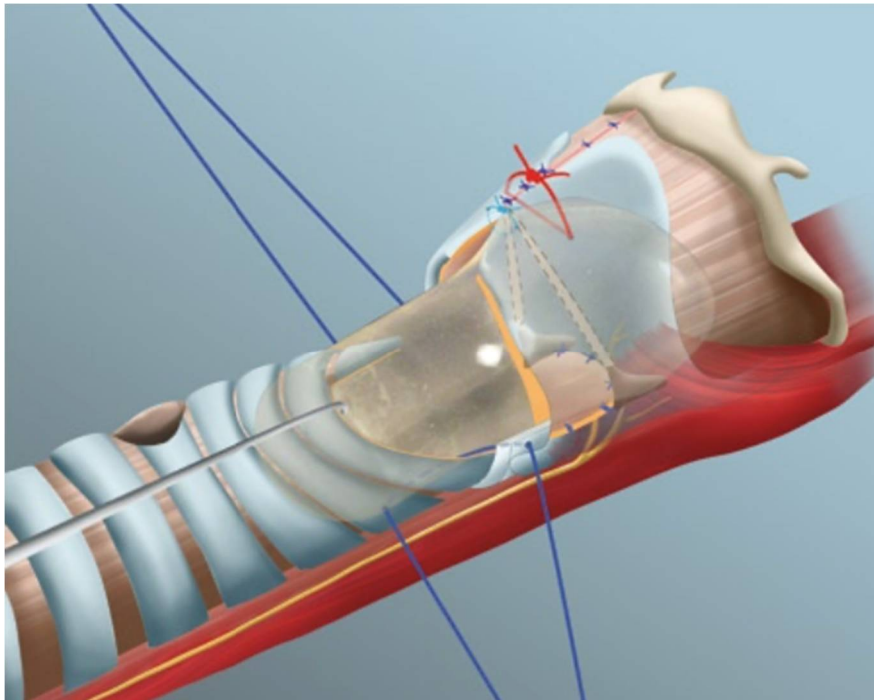


- Faire une cricotomie verticale, médiane et postérieure.
Éviter de sectionner la muqueuse pharyngée.
- Sectionner le muscle interaryténoïde s'il est intégré dans le tissu cicatriciel.
- Écarter les lames cricoïdes pour positionner correctement le greffon cartilagineux costal.



- Suturer le greffon postérieur comme décrit dans la technique LTR.
- Entamer l'anastomose latérale comme décrit dans la technique PCTR simple.
- Choisir et fixer le stent adéquat comme décrit dans la technique LTR.

- Suturer la fissure sus-glottique avec des points séparés pour éviter le prolapsus secondaire de l'épiglotte après le retrait du stent.



- Renforcer la fixation du stent en suturant ses parois latérales à celles de la trachée. Utiliser 3-0 Prolène. Ce fil est peu serré pour maintenir l'apport vasculaire au moignon trachéal.
- Anastomoses latérale et antérieure comme décrit dans PCTR simple.
- Utiliser la colle fibrine-thrombine « Tisseel ® » ou « Tissucol® ».

6.3. Processus décisionnel dans la salle opératoire.

En dépit d'une planification minutieuse, certaines questions peuvent se poser pendant la chirurgie :

- Quelle étendue de résection permet une anastomose cricotrachéale sécurisée ?
- Quelle est la conduite à tenir face à un segment trachéal malacique ?

6.3.1. Étendue de la résection cricotrachéale.

La localisation exacte du trachéostome ainsi que la qualité des anneaux trachéaux ne peuvent être appréciés qu'en peropératoire.

Souvent, le trachéostome se situe au niveau du troisième ou du quatrième anneau trachéal.

Comme la PCTR en une étape inclut le trachéostome, il serait judicieux de réaliser des trachéostomies en haut, immédiatement en dessous du cricoïde ou en bas au niveau du septième ou huitième anneau trachéal.

La libération de la trachée distale permet d'apprécier le degré de mobilisation trachéale permettant d'éviter une tension anastomotique.

Ce temps opératoire doit toujours être réalisé avant la cricotomie verticale antérieure.

Selon Monnier [136], jusqu'à huit anneaux trachéaux peuvent être reséqués avec une procédure de libération laryngée complète préalable.

6.3.2. Gestion des segments trachéaux malaciques.

Chez la population pédiatrique, souvent la malacie trachéale est secondaire au trachéostome. La résection-anastomose du segment malacique demeure le meilleur traitement.

Si cette procédure est impossible, la trachéoplastie avec greffe du cartilage costal est la seule option restante.

7. Fermeture du cou.

- Mobiliser les lobes thyroïdiens et suturer l'isthme thyroïdien sur la greffe antérieure (LTR) ou sur l'anastomose antérieure (PCTR) pour maintenir un apport vasculaire correcte.
- Placer un drain de Redon dans le lit trachéal sans entrer en contact avec la greffe antérieure.
- Suturer les muscles sous-hyoïdiens sur la ligne médiane.
- Avec du fil 5-0 ou 6-0 Prolène, Fermer la peau en deux couches en points séparés.
- Maintenir le cou en position fléchie. Certains auteurs préconisent des sutures menton-poitrine. [136]

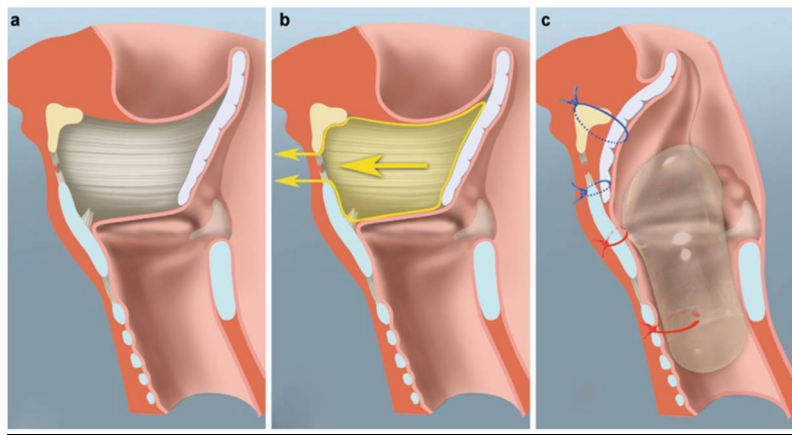
8. Prise en charge de la sténose sus glottique et glotto-sous-glottique. [136]

Une sténose sus-glottique peut être secondaire à un traumatisme contendant ou à des échecs de reconstruction laryngotrachéale. Elle s'associe souvent à une sténose glotto-sous-glottique.

Cette complication se traite pendant une LTR ou PCTR comme suit :

- Exposer la membrane thyrohyoïdienne à travers une large laryngofissure antérieure.
- Reséquer le tissu cicatriciel thyro-hyo-épiglottique au niveau de sa partie médiane pour préserver les nerfs laryngés supérieurs.
- Réaliser une épiglottopexie par des sutures transfixiantes.

Les bords latéraux de l'épiglotte se fixent en haut à l'os hyoïde et en bas au bord supérieur du cartilage thyroïde.



- La mise en place d'un stent permet de faciliter le processus de réépithélialisation et le maintien de la sus-glotté, la glotte ainsi que la sous-glotté en place, au-dessus du trachéostome.

***Les conséquences de la trachéotomie
et de l'hospitalisation sur
le développement de l'enfant***

La maladie et la contrainte d'hospitalisation retentissent sur le développement de l'enfant. Quand l'hospitalisation se prolonge, l'enfant manifeste une perte de vitalité et une grande souffrance morale, dont il résulte très souvent un trouble de l'évolution globale.

I. Les conséquences psychomotrices

L'hospitalisation de l'enfant constitue d'emblée une limitation de sa motricité. Souvent alité, le jeune patient développe de mauvaises postures, des contractures musculaires douloureuses, une anomalie du tonus ou une raideur articulaire.

On retrouve chez certains patients un retard du développement psychomoteur. Les interventions d'un kinésithérapeute et d'un psychomotricien sont nécessaires.

1. Un schéma corporel erroné

L'enfant trachéotomisé construit une fausse représentation de son corps. Il découvre cet orifice, le trachéostome, comme le nouveau prolongement de son corps. Pour respirer, le nez et la bouche sont désinvestis et remplacés par ce nouvel "organe".

Désormais, la trachéotomie fait partie de lui, elle est intégrée à son schéma corporel. De ce fait, il est parfois difficile de faire comprendre à l'enfant qu'il n'en a plus besoin et il se développe un sentiment d'anxiété au sujet de la décanulation.

2. Une modification de l'image corporelle

2.1. L'atteinte corporelle :

Le corps de l'enfant trachéotomisé est attaqué par la maladie, qui l'a déformé, endommagé et l'a rendu douloureux. L'enfant construit une image abîmée de son corps. Lieu de douleurs et de dysfonctionnements. Le corps est celui sur lequel l'enfant ne peut pas compter et s'appuyer, celui qui lui fait défaut.

2.2. Le morcellement et la dépossession du corps :

L'enfant construit une représentation morcelée de son corps. Agressé par les traitements et les examens que la maladie impose, il se sent totalement dépossédé de son corps qu'il vit comme un objet morcelé, manipulé et dirigé de l'extérieur par les soignants, les médecins et ses parents. Ces modifications de l'image corporelle entraînent une grande souffrance psychique.

L'hospitalisation bouleverse le développement psychomoteur et l'image corporelle de l'enfant. Le corps de l'enfant est lieu de douleur, de traitement et la trachéotomie implique un nouveau schéma corporel. En réaction, l'enfant construit souvent une image corporelle négative. Pour y remédier et redonner confiance à l'enfant, il est important que l'orthophoniste, comme l'ensemble des soignants, travaille au réinvestissement positif du corps.

II. Les conséquences psychoaffectives

Le retentissement psychologique pour l'enfant est double:

- **Un retentissement direct** : la maladie se répercute sur l'équilibre psychologique de l'enfant.
- **Un retentissement indirect** : elle heurte violemment la famille, dont l'enfant dépend affectivement et socialement

1. Le retentissement direct

1.1. Une séparation avec l'entourage familial :

L'hospitalisation implique une séparation de l'enfant et de sa famille. Même si de nombreux aménagements sont mis en place par l'hôpital (temps de visite allongés, séjour dans la chambre de l'enfant), les parents ne peuvent pas rester 24h/24h avec leur enfant.

Parfois, le lieu d'hospitalisation est loin du domicile; certains parents ne peuvent interrompre leur activité professionnelle et d'autres doivent s'occuper de la fratrie. Même si l'on explique au jeune patient les raisons de cette séparation, l'enfant ne conçoit ni la notion de maladie, ni l'obligation d'hospitalisation. Pour lui, cette séparation injustifiée est traumatisante.

1.2. Un environnement hospitalier effrayant :

Au moment de l'hospitalisation, « le monde change ». Ce nouvel environnement contraste avec le foyer de l'enfant.

Toutes ces machines, tuyaux, alarmes et odeurs inhabituelles créent une atmosphère effrayante. Il est déstabilisant pour l'enfant d'être touché, ausculté et regardé par toutes ces personnes. Ses repères psycho-affectifs sont bouleversés par la séparation avec sa famille et par ces nouveaux adultes qui gravitent autour de lui. D'après TERMOTE, "l'enfant subit cet environnement envahissant, il est pris entre son besoin de relation et la crainte de ce qu'elle amène, notamment les soins parfois douloureux." De ce fait, l'enfant développe souvent un sentiment d'ambivalence envers les soignants.

1.3. Les contraintes de la maladie chronique :

Comme nous l'avons précisé, la trachéotomie pédiatrique s'inscrit dans un contexte pathologique grave. L'enfant atteint d'une maladie chronique subit diverses contraintes au quotidien, qui s'inscrivent durablement dans sa vie (Les actes thérapeutiques, les effets secondaires de médicaments, les séparations, la limitation des activités physiques, les douleurs et les changements corporels dus à la maladie) . A long terme, la maladie chronique entrave la construction identitaire et psychique de l'enfant.

1.4. L'incapacité à communiquer :

Au réveil de l'opération, l'enfant ayant subi une trachéotomie, est confronté à l'atteinte vocale. Trop jeune pour s'exprimer par écrit, il est démuné de tout moyen de communication. Il arrive que l'enfant ne soit plus acteur dans les échanges.

Face à ces épreuves douloureuses, l'enfant développe différentes réactions comportementales: peur, culpabilité, régression, sentiment d'abandon, anxiété, agressivité et dépression. Ceci explique l'importance d'un suivi psychologique et la nécessité d'offrir rapidement un moyen de s'exprimer.

2. Le retentissement indirect

2.1. Les conséquences sur la relation parent-enfant :

"La maladie, quelles que soient sa durée et sa gravité, marque la vie psychologique et sociale de l'individu. C'est une épreuve, une crise, qui modifie une situation relationnelle préalablement établie."

Tout enfant en développement a besoin d'interaction avec son environnement pour construire son identité et sa pensée.

Dans le cadre de la maladie et de l'hospitalisation de leur enfant, l'attitude des parents est perturbée. Ils peuvent manifester différents sentiments à l'égard de leur enfant et de sa condition :

- **Dépression:**

Celle-ci s'illustre soit par un éloignement du parent (par crainte d'affronter la maladie de son enfant), soit par une présence excessive.

- **Culpabilité:**

Les parents ont le sentiment d'avoir une part de responsabilité, que la maladie soit génétique ou non.

Ces différents sentiments influent sur la relation parent-enfant préalablement établie.

2.2. Conséquences sur le plan corporel :

Les échanges corporels sont limités et amoindris en raison des contraintes liées aux soins. Souvent, quand le pronostic vital est engagé, certains parents craignent de toucher leur enfant.

2.3. Conséquences sur le plan des interactions :

Les échanges parents/enfant sont altérés au niveau qualitatif et quantitatif. Dans le contexte de maladie chronique de leur enfant, les parents sont très préoccupés. Ils sont parfois peu disponibles pour échanger sereinement avec leur enfant. Par souci de protection, certains écartent l'enfant des discussions, par crainte qu'il n'entende certaines informations au sujet de sa maladie.

Pour pallier les difficultés communicationnelles, il est nécessaire de proposer un moyen de communication alternative. De surcroît, pour éviter l'apparition d'une communication exclusive parents/enfant, il est nécessaire de proposer un code de communication accessible à tous, pour favoriser la socialisation relationnelle de l'enfant et son autonomie.

III. Les conséquences vocales

En présence d'une trachéotomie, le flux aérien est dévié et ceci empêche le mécanisme de vibration des cordes vocales.

Chez l'adulte, ces troubles sont très étudiés et documentés, en revanche, les troubles vocaux suite à la trachéotomie pédiatrique sont peu évoqués dans la littérature. Pourtant, ils demeurent une conséquence traumatisante de l'opération. Suite à la trachéotomie, deux tableaux d'atteinte vocale se distinguent:

1. Une altération de la phonation :

L'enfant présente une dysphonie. Elle se traduit le plus souvent, mais non obligatoirement, par une altération d'un ou plusieurs des paramètres acoustiques de la voix et par ordre de fréquence, du timbre, de l'intensité et de la hauteur tonale.

Chez l'enfant trachéotomisé, la dysphonie s'explique par plusieurs phénomènes:

- **une réduction du flux aérien laryngé** : La quantité d'air remontant vers les cordes vocales est diminuée.
- **une faiblesse musculaire laryngée** : Elle s'explique par le manque de stimulation.
- **un comportement respiratoire déviant** : L'enfant peut présenter une mauvaise coordination pneumo-phonique. Également, en présence d'une ventilation mécanique imposant des cycles respiratoires, les possibilités de phonation sont restreintes.

Dans ces situations, la voix de l'enfant est éraillée, étranglée, souvent fluette et faible en intensité. Ses capacités vocales sont variables et insuffisantes pour communiquer aisément.

2. Une interruption de la phonation

L'enfant présente une aphonie. Chez l'enfant trachéotomisé, le phénomène d'aphonie est observé dans deux situations:

- **En situation d'obstruction totale des voies aériennes supérieures:**

Quand l'enfant présente de grandes malformations ou une sténose trachéale sévère,

- **En présence d'une canule à ballonnet:** Celui-ci étanchéifie le conduit trachéal mais empêche la remontée d'air vers les cordes vocales et leur vibration.

Pour l'enfant comme l'adulte, la trachéotomie représente un enjeu vocal. Cependant, la trachéotomie pédiatrique survient à un âge précoce, où l'enfant construit ses compétences communicationnelles, sa pensée et son langage. Chez l'enfant, l'enjeu est multiple: la trachéotomie altère la phonation mais par répercussion, elle entrave le développement de la communication et du langage.

IV. Les conséquences communicationnelles

1. Une atteinte de la communication

Sur le plan de la communication, l'atteinte est double:

1.1. Altération du moyen de communication :

Suite à la trachéotomie, l'enfant présente une dysphonie ou une aphonie, transitoire ou prolongée. Gêné de cette atteinte fonctionnelle, ses initiatives de communication diminuent. Du fait de son jeune âge, l'enfant ne peut s'exprimer par écrit. Il perd donc son unique moyen de communication verbale.

1.2. Altération du contexte de communication :

Nous savons que la communication du jeune enfant se développe grâce aux stimulations et aux sollicitations de ses parents. Or, à l'hôpital, cet apprentissage doit se poursuivre, dans un environnement peu stimulant et peu propice aux échanges.

- **une rupture avec les parents:** Brusquement, l'enfant est séparé de ses parents, acteurs essentiels dans le développement de la communication.
- **un isolement de l'enfant:** L'environnement hospitalier favorise l'isolement de l'enfant. Les échanges diminuent en quantité et en qualité. Souvent, la maladie est au centre des conversations et l'enfant est mis à distance des échanges.
- **une place restreinte pour sa parole:** Lors des échanges, il arrive que les parents se transforment en interprètes et laissent peu d'occasion à leur enfant de s'adresser directement aux tiers.

Le risque majeur est que celui-ci se mure dans le silence et qu'il prenne une place passive dans les interactions. Cette situation est très néfaste pour la socialisation et l'autonomie relationnelle de l'enfant.

1.3. Les moyens de communication compensatoires

Il existe trois moyens de compenser l'atteinte vocale

- **La communication non-verbale:**

Chez l'enfant trachéotomisé la phonation étant altérée. Pour pallier cette atteinte vocale, la communication non-verbale peut prendre le relais.

Effectivement, suite à la trachéotomie, les parents déclarent que leur enfant "dévore des yeux", accentue ses mimiques et utilise la mimogestualité pour exprimer ses émotions et ses désirs.

Cependant, les soignants évoquent de nombreuses situations d'incompréhension, suscitant de la frustration et de la colère. Pour l'entourage plus global de l'enfant, la communication non-verbale est une aide très limitée.

- **La lecture labiale:**

La lecture labiale se définit comme "la perception visuelle du langage oral à l'aide de la reconnaissance des mouvements articulatoires du locuteur."

Pour un enfant sourd, la lecture labiale va permettre de décoder le message oralisé par un interlocuteur, malgré l'atteinte auditive.

Suite à la trachéotomie, la plupart des enfants gardent une articulation silencieuse. Malgré l'atteinte vocale, l'enfant maintient les mouvements labiaux de la parole. La lecture labiale, dans cette situation, va être très utile pour les

parents afin de décoder les propos de leur enfant. Elle leur permet de « voir la parole » de leur enfant, malgré le trouble phonatoire de celui-ci.

« Alors, les parents et les soignants apprennent à lire sur les lèvres, mais l'exercice est périlleux et pour éviter toute erreur d'interprétation, il ne faut pas hésiter à faire répéter plusieurs fois la même phrase ».

Malheureusement, malgré ces indices labiaux, les proches ne comprennent pas toujours l'enfant. Effectivement, certains sons de la parole présentent la même articulation. Les sons nécessitant le même schéma articulatoire, appelés sosies labiaux, demeurent difficiles à distinguer et constituent un obstacle à la lecture labiale. Le Langage Parlé Complété (LPC), qui permettrait de lever ces ambiguïtés, ne peut être utilisé avec ces enfants encore un peu jeunes pour cet outil.

Toutefois, il est important d'encourager l'enfant à continuer. Cette articulation silencieuse permet d'une part, de poursuivre le développement de l'articulation et de la parole, et d'autre part, de stimuler la zone oro-faciale.

•La canule trachéale parlante et la valve de phonation.

-La canule trachéale parlante

C'est une prothèse externe amovible située à la face antérieure du cou, mettant en communication directe la trachée avec l'air extérieur et court-circuitant les voies aériennes supérieures. La fenêtre de phonation est une ouverture sur la partie coudée de la canule au regard des cordes vocales, qui facilite la remontée d'air insufflé vers les cordes vocales.

La canicule trachéale « parlante » (appelée aussi « fenêtrée ») permet la phonation. Elle est indiquée dans le cas où les cordes vocales sont conservées et sont utilisées pour optimiser la phonation ainsi qu'en cas de faible autonomie respiratoire.

-La valve de phonation

La valve de phonation est un dispositif à clapet automatique qui permet au patient d'inspirer par le trachéostome, mais qui se ferme dès que le patient cesse d'inspirer. Au moment de l'expiration, l'air s'échappe par les voies aériennes supérieures (haut de la trachée, larynx puis bouche ou nez), permettant au patient trachéotomisé de parler s'il le désire.

La valve de phonation a un fonctionnement automatique, ne nécessitant pas d'obstruction digitale pour parler. Fermée par défaut, la valve s'ouvre dès le déclenchement de l'inspiration et se ferme aussitôt l'inspiration stoppée, sans nécessité d'un flux expiratoire pour la bloquer en position fermée.

Ce système fermé «sans fuite » induit d'une part une pression pneumatique sous-glottique positive, physiologique et d'autre part une colonne d'air protectrice dans la canule trachéale.



Conclusion



Le larynx est une structure complexe qui a longtemps été une limite pour la chirurgie. L'avancée des connaissances anatomiques, histologiques et technologiques a permis un progrès considérable.

La pathologie laryngée pédiatrique en générale et les sténoses laryngotrachéales en particulier, se caractérisent par leur double pronostic: vital et fonctionnel.

En réanimation pédiatrique, l'intubation endotrachéale est une arme à double tranchant: d'une part elle sauve le pronostic vital mais d'autre part l'enfant est sujet aux développement de sténoses laryngées ou laryngotrachéales.

Si la chirurgie laryngée endoscopique a permis de prendre en charge cette pathologie, la chirurgie ouverte quant à elle, constitue le traitement radical de référence.

Le développement de la chirurgie robotique est un atout majeur en oro-rhino-laryngologie. Par ses instruments microscopiques ainsi que sa haute qualité d'image, cette nouvelle technologie fait bénéficier le chirurgien d'une grande précision chirurgicale.

Les travaux de recherche fondamentale et clinique doivent être approfondis en laryngologie pédiatrique pour améliorer la prise en charge de sa pathologie.

Ce travail est une modeste contribution pour mettre à disposition de la communauté médicale francophone une large revue de la littérature qui est actuellement majoritairement anglo-saxonne.

Grâce à notre étude expérimentale pilote, nous avons pu approfondir notre approche thérapeutique des sténoses laryngées de l'enfant.

Afin de parfaire les techniques chirurgicales, un parrainage par des services de chirurgie pédiatrique et d'ORL pédiatrique européens ou américains, permettra aux chirurgiens et aux résidents marocains de bénéficier de leur expérience.

Aussi, ultérieurement, l'équipe d'ORL pédiatrique - hôpital d'enfants de rabat- pour parrainer à son tour d'autres services marocains et africains pour partager et généraliser son expertise.



Résumés



Résumé

Titre : Chirurgie des sténoses laryngées de l'enfant à ciel ouvert. Revue de littérature et chirurgie expérimentale.

Auteur : Hafsa Oukheira

Directeur de thèse : Pr. Ali El Ayoubi.

Mots clés : Résection cricotrachéale partielle – reconstruction laryngotrachéale – chirurgie expérimentale — sténoses laryngées – ORL pédiatrique

Les sténoses laryngées correspondent à une diminution du calibre de la filière laryngée. Elles sont soit d'origine congénitale, soit d'origine acquise secondaire.

Le stridor inspiratoire est un signe pathognomonique des sténoses laryngées. Toutefois, d'autres diagnostics différentiels sont possibles. L'interrogatoire, la clinique, les examens complémentaires endoscopiques ainsi que radiologiques permettent une orientation diagnostique. La prise en charge de ces patients est un défi majeur. Une équipe pluridisciplinaire est indispensable.

La prise en charge thérapeutique en oto-rhino-laryngologie se base sur deux principaux piliers : l'endoscopie (instruments froids, dilatation à ballonnet, dilatation Laser) et la chirurgie à ciel ouvert (reconstruction laryngotrachéale, résection cricotrachéale partielle).

Si au Maroc, les techniques endoscopiques ont été développées au cours des dernières décennies, les techniques chirurgicales à ciel ouvert, quant à elles, n'ont à ce jour, jamais été rapportées, d'où l'intérêt de la chirurgie expérimentale dans l'acquisition et l'extrapolation des techniques chirurgicales sur l'être humain. La grande majorité des enfants présentant une sténose laryngée sont trachéotomisés ce qui nécessite une préparation psychologique aussi bien pour les parents que pour l'enfant.

Dans le cadre des chirurgies laryngotrachéales chez l'enfant, plusieurs modèles animaliers ont été rapportés dans la littérature. Le larynx porcin et ovin ont été retenus comme ceux qui offrent la meilleure vraisemblance avec le larynx humain pédiatrique. Notre étude expérimentale s'est déroulée au laboratoire d'anatomie, de chirurgie expérimentale et de microchirurgie, au niveau de la faculté de médecine et de pharmacie de rabat.

Abstract

Title: Open surgery for laryngeal stenosis in children. Literature review and experimental surgery.

Author: Hafsa Oukheira

Thesis director: Pr. Ali El Ayoubi.

Keywords: partial cricotracheal resection - laryngotracheal reconstruction - experimental surgery - laryngeal stenosis - pediatric ENT

Laryngeal stenosis corresponds to a reduction of the laryngeal pathway's size. They can be either congenital or acquired secondary origin.

Inspiratory stridor is a pathognomonic sign of laryngeal stenosis. However, other differential diagnoses are possible. The interview, the clinic, additional endoscopic and radiological examinations allow diagnostic guidance. The management of these patients is a major challenge. A multidisciplinary team is essential.

Therapeutic management in otolaryngology is based on two main pillars: endoscopy (cold instruments, balloon dilation, laser dilation) and open surgery (laryngotracheal reconstruction, partial cricotracheal resection).

If in Morocco, endoscopic techniques have been developed over the last decades, open surgical techniques, for their part, have never been reported to date, hence the interest of experimental surgery in the field of surgery. acquisition and extrapolation of surgical techniques on human beings. The vast majority of children with laryngeal stenosis are tracheotomized, which requires psychological preparation for both parents and child.

In the context of laryngotracheal surgeries in children, several animal models have been reported in the literature. However, the porcine larynx was retained as that which offers the best likelihood with the pediatric human larynx. Our experimental study took place in the laboratory of anatomy, experimental surgery and microsurgery, at the level of the faculty of medicine and pharmacy of rabat.

الملخص

العنوان: الجراحة المفتوحة لتضيق الحنجرة عند الأطفال. مراجعة طبية وجراحة تجريبية

المؤلف: حفصة أخيري

المشرف: الأستاذ علي الايوبي.

الكلمات الأساسية: الاستئصال الجزئي للقصبة الهوائية - إعادة بناء الحنجرة - الجراحة التجريبية - تضيق الحنجرة - الأنف والأذن والحنجرة لدى الأطفال

يتوافق تضيق الحنجرة مع تصغير حجم المسار الحنجري. يمكن أن تكون إما خلقية أو مكتسبة ثانوية لفترات طويلة من التنبيب الرغامي.

الصرير الشهيق هو علامة مرضية لتضيق الحنجرة. ومع ذلك، فإن التشخيصات التفاضلية الأخرى ممكنة. تتيح مقابلة الوالدين والتقييم السريري بالإضافة إلى الفحوصات التنظيرية والإشعاعية الإضافية توجيهًا تشخيصيًا. تمثل إدارة هؤلاء المرضى تحديًا كبيرًا. لذلك ففريق متعدد التخصصات ضروري.

تقريبًا جميع الأطفال الذين يعانون من تضيق الحنجرة يحملون بضع رغامة. لهذا السبب من المهم عدم إهمال الجانب النفسي للأطفال وأولياء أمورهم.

تعتمد الإدارة العلاجية في طب الأنف والأذن والحنجرة على ركيزتين أساسيتين: التنظير الداخلي (الأدوات الباردة، وتوسيع البالون، والتمدد بالليزر) والجراحة المفتوحة (إعادة بناء الحنجرة الرغامي، والاستئصال الجزئي للرغامي).

إذا تم تطوير تقنيات التنظير الداخلي في المغرب على مدى العقود الماضية، فلم يتم الإبلاغ عن تقنية الجراحة المفتوحة. ومن هنا كان اهتمام الجراحة التجريبية باكتساب واستقراء التقنيات الجراحية على الإنسان.

في سياق جراحة الحنجرة الرغامية للأطفال، تم الإبلاغ عن العديد من النماذج الحيوانية في المراجع العلمية. ومع ذلك، تم الاحتفاظ بحنجرة الخنازير على أنها التي تقدم أفضل احتمالية مع حنجرة الأطفال البشرية.

أجريت دراستنا التجريبية في مختبر التشريح والجراحة التجريبية والجراحة المجهرية على مستوى كلية الطب والصيدلة بالرباط.



Bibliographie



- [1]. Savkovi A. Deli J. Isakovi K. Ljuca F. Nuhbegovi S. **Age Characteristics of the larynx in infants during the first year of life.** Periodicum Biologorum. VOL. 112, No 1, 75–82, (2010)
- [2]. Benyahya S. Thèse : **Anatomie du larynx de l'adulte : mise au point et revue de littérature.** FMPR. (2018)
- [3]. Sadler TW. **Langman's medical embryology.** Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, (2011).
- [4]. Kalache KD, Franz M, Chaoui R, et al. **Ultrasound measurements of the diameter of the fetal trachea, larynx and pharynx throughout gestation applicability to prenatal diagnosis of obstructive anomalies of the upper respiratory-digestive tract.** Prenat Diagn.19:211-18. (1999)
- [5]. Weir N. **Anatomy of the larynx.** Laryngology. 21-37. (2014).
- [6]. Jennifer M Lavin, James W schoerder Jr. **Developmental Anatomy of the Unified airway. Sataloff's comprehensive Textbook of Otolaryngology.** (2016)
- [7]. Monnier, P. **Applied surgical anatomy of the larynx and the trachea.** Pediatric airway surgery.7-29 (2011)
- [8]. Hirano M, Kurita S, Kiyokawa K, et al. **Posterior glottis. Morphological study in excised human larynges.** Ann Otol Rhinol Laryngol. 1986;95:576-81.
- [9]. Kamina P. **Anatomie clinique. Tête. Cou. Dos.** 2012. 317-327
- [10]. El Ayoubi A. **Anatomie endoscopique normale du larynx de l'adulte et de l'enfant.**
- [11]. Lahlaïdi A. El ayoubi S. **Anatomie topographique. Tome IV.**
- [12]. Drake R, Vogl Wayne, Mitchell A. **gray's anatomie pour les étudiants.** 2006. 991-1004
- [13]. Zalzal, G.H. : **Stenting for pediatric laryngotracheal stenosis.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 101, 651–655 (1992)
- [14]. Monnier, P. : **Airway stenting with the LT-Mold™: Experience in 30 pediatric cases.** Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 71, 1351–1359 (2007)
- [15]. M. Lucioni, **Practical Guide to Neck Dissection,** 111- 133 (2013)

- [16]. Eckel, H.E., Koebke, J., Sittel, C., et al. : **Morphology of the human larynx during the first five years of life studied on whole organ serial sections.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 108, 232–238 (1999)
- [17]. Griscom, N.T., Wohl, M.E. : **Dimensions of the growing trachea related to age and gender.** Am J Roentgenol 146, 233– 237 (1986)
- [18]. Griscom, N.T., Wohl, E.B., Fenton, T. : **Dimensions of the trachea to age 6 years related to height.** Pediatr. Pulmonol. 5, 186–190 (1989)
- [19]. Crozat-Teissier N., Van Den Abbeele T. : **Malformations congénitales du larynx Congenital laryngeal malformations.** EMC-Oto-rhino-laryngologie 2. 218–229 (2005)
- [20]. Dickson, J.M., Richter, G.T., Meinzen-Derr, J., et al. : **Secondary airway lesions in infants with laryngomalacia.** Ann Otol Rhinol Laryngol 118, 37–43 (2009)
- [21]. Monnier, P. **Congenital anomalies of the larynx and the trachea.** Pediatric airway surgery.97 (2011)
- [22]. Holinger, P.H., Kutnick, S.L., Schild, J.A., et al. : **Subglottic stenosis in infants and children.** Ann Otol Rhinol Laryngol 85, 591–599 (1976)
- [23]. Hawkins, D.B.: **Hyaline membrane disease of the neonate prolonged intubation in management: effects on the larynx.** Laryngoscope 88, 201–224 (1978)
- [24]. Rinne, J., Grahne, B., Sovijarvi, A.R.: **Laryngeal stenosis following papillomatosis – a report of three severe cases.** Int J Pediatr Otorhinolaryngol 5, 309–316 (1983)
- [25]. Holinger, L.D.: **Etiology of stridor in the neonate, infant and child.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 89, 397–400 (1980)
- [26]. Holinger PH, Brown W. **Congenital webs, cyst, laryngoceles and other anomalies of the larynx.** Ann Otol Rhinol Laryngol. 76,744-52 (1967)
- [27]. Zalzal, G.H., Anon, J.B., Cotton, R.T.: **Epiglottoplasty for the treatment of laryngomalacia.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 96, 72–76 (1987)
- [28]. Landry AM, Thompson DM. **Laryngomalacia: disease presentation, spectrum, and management.** Int J Pediatr. (2012)
- [29]. G. T. Richter and D. M. Thompson. **The Surgical Management of Laryngomalacia.** Otolaryngologic Clinics of North America, vol. 41, no. 5, pp. 837–864 (2008).

- [30]. Giannoni, C., Sulek, M., Friedman, E.M., et al.: **Gastro-esophageal reflux association with laryngomalacia: a prospective study.** Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 43, 11–20 (1998)
- [31]. Powitzky R, Stoner J, Fisher T, et al. **Changes in sleep apnea after supraglottoplasty in infants with laryngomalacia.** Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 75:1234-9.(2011)
- [32]. D. L. Walner. D. B. Neumann. **The Classification of Laryngomalacia.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.(2017)
- [33]. A. Reinhard K. Sandu. **Laryngomalacie: cause principale de stridor chez le nourrisson et le petit enfant.** Rev Med Suisse. 10: 1816-9. (2014)
- [34]. Monnier, P. **Laryngomalacia.** Pediatric airway surgery.99-106 (2011)
- [35]. Senders CW, Navarette EG. **Laser supraglottoplasty for laryngomalacia: Are specific anatomical defects more influential than associated anomalies on outcome.** Int J Pediatric Otorhinolaryngol. 57:235-44. (2001)
- [36]. Whymark AD, Clement WA, Kubba H, et al. **Laser epiglottopexy for laryngomalacia : 10 years experience in the west of Scotland.** Arch Otolaryngol Head Neck Surg.132:978-82.(2006)
- [37]. Meier JD, Nguyen SA, White DR. **Improve growth curve measurements after supraglottoplasty.** Laryngoscope. 121:1574-7.(2011)
- [38]. Hadfield PJ, Albert DM, Bailey CM, et al. **The effect of aryepiglottoplasty for laryngomalacia on gastro-oesophageal reflux.** Int J Pediatr Otorhinolaryngol.67:11-4. (2003)
- [39]. Day KE, Discolo CM, Meier JD, et al. **Risk factors for supraglottoplasty failure.** Otolaryngol Head Neck Surg.146:298-301.(2012)
- [40]. Denoyelle F, Mondain M, Gresillon N, et al. **Failures and complications of supraglottoplasty in children.** Arch Otolaryngol Head Neck Surg.129:1077-80. (2003)
- [41]. Monnier, P. **Vocal Cord Paralysis (VCP).** Pediatric airway surgery.107-117 (2011)
- [42]. Tucker, G.F., Ossoff, R.H., Newman, A.N., et al.: **Histopathology of congenital subglottic stenosis.** Laryngoscope 89, 866–877 (1979)

- [43]. Milczuk, H., Smith, J., Everts, E.: **Congenital laryngeal webs: surgical management and clinical embryology.** Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 52, 1–9 (2000)
- [44]. George, M., Ikonomidis, C., Jaquet, Y., et al.: **Partial cricotracheal resection for congenital subglottic stenosis in children: the effect of concomitant anomalies.** Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 73, 981–985 (2009)
- [45]. Holinger PH, Johnson KC, Schiller F. **Congenital anomalies of the larynx.** Ann Otol Rhinol Laryngol. 1954;63:581-606.
- [46]. Garrel R., Mondain M., Guerrier B. **Kystes du larynx et laryngocèles.** Elsevier Masson. 2009
- [47]. Monnier, P. **Ductal Cysts, Saccular Cysts and Laryngoceles.** Pediatric airway surgery. 141-145. (2011)
- [48]. DeSanto LW, Devine KD, Weiland LH. **Cysts of the larynx-- classification.** Laryngoscope 1970;80:145-76.
- [49]. Kastowsky, T.K., Stevenson, M.P., Duflou, J.A.: **Sudden death from saccular laryngeal cyst.** J. Forensic Sci. 51, 1144–1146 (2006)
- [50]. Monnier, P. **Laryngeal web and atresia.** Pediatric airway surgery. 125-131. (2011)
- [51]. Monnier, P. **Subglottic Haemangioma.** Pediatric airway surgery. 133-139. (2011)
- [52]. Labib S. Harandou M. **Une cause rare de détresse respiratoire du nourrisson : l'angiome sous glottique.** Pan African Medical Journal. (2014)
- [53]. Lei W., Xiling W., Xuefeng X., Zhimin C.. **Propranolol treatment of subglottic hemangiomas: a review of the literature.** Int J Clin Exp Med 2015;8(11):19886-19890
- [54]. Fokstuen S, Bottani A, Medeiros PF, Antonarakis SE, Stoll C, Schinzel A. **Laryngeal atresia type III (glottic web) with 22q11.2 microdeletion: report of three patients.** Am J Med Genet 1997;70:130–3.
- [55]. McElhinney DB, Jacobs I, McDonald-McGinn DM, et al. **Chromosomal and cardiovascular anomalies associated with congenital laryngeal web.** Int J Pediatr Otorhino- laryngol. 2002;66:23-7.

- [56]. Miyamoto RC, Cotton RT, Rope AF, et al. **Association of anterior glottic webs with velocardiofacial syndrome (chromosome 22q11.2 deletion).** Otolaryngol Head Neck Surg. Official journal of American Academy of Otolaryngology- Head and Neck Surgery. 2004;130:415-7.
- [57]. Hartnick CJ, Cotton RT. **Congenital laryngeal anomalies. Laryngeal atresia, stenosis, webs, and clefts.** Otolaryngol Clin North Am. 2000;33:1293-308.
- [58]. Mong A, Johnson AM, Kramer SS, et al. **Congenital high airway obstruction syndrome: MR/US findings, effect on management, and outcome.** Pediatr Radiol. 2008;38:1171-9.
- [59]. Cohen SR. **Congenital glottic webs in children. A retrospective review of 51 patients.** Ann Otol Rhinol Laryngol 1985; 121(suppl):2–16.
- [60]. Milczuk HA, Smith JD, Everts EC. **Congenital laryngeal webs: surgical management and clinical embryology.** Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2000;30:1–9.
Holinger, P.H., Brown, W.T.: **Congenital webs, cysts, laryngoceles and other anomalies of the larynx.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 76, 744–752 (1967)
- [61]. Bruckner, A.L., Frieden, I.J.: **Infantile hemangiomas.** J. Am. Acad. Dermatol. 55, 671–682 (2006)
- [62]. Bajaj Y, Hartley BE, Wyatt ME, et al. **Subglottic haemangioma in children: experience with open surgical excision.** J Laryngol Otol. 2006;120:1033-7.
- [63]. Rahbar R, Nicollas R, Roger G, et al. **The biology and management of subglottic hemangioma: past, present, future.** Laryngoscope 114, 1880–1891 (2004)
- [64]. George ME, Sharma V, Jacobson J, Simon S, Nopper AJ. **Adverse effects of systemic glucocorticosteroid therapy in infants with hemangiomas.** Arch Dermatol 2004;140(8):963–969
- [65]. Bajaj Y, Hartley BE. **Pediatric laryngology : diagnosis and treatment of congenital anomalies.** Otorhinolaryngology. Head and neck surgery series. Laryngology. 285-291 (2014)
- [66]. Vijayasekaran, S., White, D.R., Hartley, B.E., et al.: **Open excision of subglottic hemangiomas to avoid tracheostomy.** Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 132,159–163. (2006)

- [67]. Monnier, P. **Acquired post-intubation and tracheostomy-Related Stenoses.** Pediatric airway surgery. 183-198. (2011)
- [68]. Roida*, I. Ait Sab, M. Sbihi. **Ingestion de produit caustique chez l'enfant. Journal de pédiatrie et de puériculture.** 23, 179—184. (2010)
- [69]. Monnier, P. **External laryngeal Trauma.** Pediatric airway surgery. 199-215. (2011)
- [70]. B. Scotto, JP. Monteil. **Lésions caustiques et brûlures du larynx. Encyclopédie Médico-Chirurgicale.** 20-720-A-20. (2002)
- [71]. Janousek P, Kabelka Z, Rygl M, Lesný P, Grabec P, Fajstavr J, et al. **Corrosive injury of the oesophagus in children.** Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 70:1103—7. (2006)
- [72]. Betalli P, Falchetti D, Giuliani S, Pane A, Dall'Oglio L, de Angelis GL, et al. **Caustic ingestion in children: Is endoscopy always indicated? The results of an Italian multicenter observational study.** Gastrointestinal Endoscopy.68:434—9. (2008)
- [73]. AndersonKD, RouseTM, RandolphJG. **A controlled trial of corticosteroids in children with corrosive injury of the esophagus.** N Engl J Med 1990 ; 323 : 637-640
- [74]. Kirsh, M.M., Peterson, A., Brown, J.W., et al.: **Treatment of caustic injuries of the esophagus: a ten year experience.** Ann. Surg. 188, 675—678 (1978)
- [75]. Hudson DA, Jones L, Rode H. **Respiratory distress secondary to scalds in children.** Burns 1994 ; 20 : 434-437
- [76]. Whitelock-Jones L, Bass DH, Millar AJ, Rode H. **Inhalation burns in children.** Pediatr Surg Int 1999 ; 15 : 50-55
- [77]. Sheridan RL. **Recognition and management of hot liquid aspiration in children.** Ann Emerg Med 1996 ; 27 : 89-91
- [78]. Goldberg RM, Lee S, Line WS. **Laryngeal burns secondary to the ingestion of microwave-heated food.** J Emerg Med 1990 ; 8 : 281-283
- [79]. Gasri b.,Mokline a.Gharsallah I.Mériem I.Messadi a.a. **sténose trachéale chez les brûlés : incidence et facteurs de risque.** annals of burns and fire disasters. (2019)
- [80]. Monnier, P. **Neoplastic lesions of the larynx and the trachea.** Pediatric airway surgery. 217-227. (2011)

- [81]. E. Bois.M. Carlevan. N. Teissier. **Papillomatose respiratoire récurrente juvénile.Perfectionnement en Pédiatrie.** 2019;2:130–135
- [82]. Wiatrak, B.J., Wiatrak, D.W., Broker, T.R., et al.: **Recurrent respiratory papillomatosis: a longitudinal study comparing severity associated with human papilloma viral types 6 and 11 and other risk factors in a large pediatric population.** Laryngoscope 114, 1–23 (2004).
- [83]. Buchinsky, F.J., Derkay, C.S., Leal, S.M., et al.: **Multicenter initiative seeking critical genes in respiratory papillomatosis.** Laryngoscope 114, 349–357 (2004)
- [84]. Guillou, L., Sahli, R., Chaubert, P., et al.: **Squamous cell carcinoma of the lung in a nonsmoking, nonirradiated patient with juvenile laryngotracheal papillomatosis. Evidence of human papillomavirus-11 DNA in both carcinoma and papillomas.** Am. J. Surg. Pathol. 15, 891–898 (1991)
- [85]. Naren N. Harold S. Michael P. **Recurrent Respiratory Papillomatosis** . Otolaryngol Clin North Am. 2012
- [86]. Tasca RA, Clarke RW. c. Arch Dis Child. 2006; 91(8):689–91.
- [87]. Kashima H, Mounts P, Leventhal B, et al. **Sites of predilection in recurrent respiratory papillomatosis.** Ann Otol Rhinol Laryngol. 1993; 102(8 Pt 1):580–3.
- [88]. Derkay CS, Wiatrak B. **Recurrent respiratory papillomatosis: a review.** Laryngoscope. 2008; 118(7): 1236–47
- [89]. Wetmore, RF.; Muntz, HR.; McGill, TJI. **Pediatric otolaryngology: principles and practice pathways.** New York: Thieme; 2000.
- [90]. Cohn AM, Kos JT, Taber LH, et al. **Recurring laryngeal papilloma.** Am J Otolaryngol. 1981; 2(2):129–32.
- [91]. **Papillomatose respiratoire récurrente.** Encyclopédie Orphanet du Handicap. https://www.orpha.net/data/patho/Han/Int/fr/PapillomatoseRespiratoireRecurrente_FR_fr_HAN_ORPHA60032.pdf
- [92]. Shehab N, Sweet BV, Hogikyan ND. **Cidofovir for the treatment of recurrent respiratory papillomatosis: a review of the literature.** Pharmacotherapy 2005;25:977–89.

- [93]. Monnier, P. **Congenital subglottic stenosis (C-SGS).** *Pediatric airway surgery.* 119-124 (2011)
- [94]. Nicollas, R., Triglia, J.M.: **The anterior laryngeal webs.** *Otolaryngol. Clin. North Am.* 41, 877–888 (2008)
- [95]. Garabedian, E.N., Nicollas, R., Roger, G., et al.: **Cricotracheal resection in children weighing less than 10 kg.** *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 131, 505–508 (2005)
Ikonomidis, C., George, M., Jaquet, Y., et al.: **Partial cricotracheal resection in children weighing less than 10 kg: assessment of safety, efficacy and longterm outcome.** *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 142, 41–47(2010)
- [96]. Johnson, R.F., Rutter, M., Cotton, R.T., et al.: **Cricotracheal resection in children 2 years of age and younger.** *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 117, 110–112 (2008)
- [97]. Monnier, P. **Clinical evaluation of airway obstruction.** *Pediatric airway surgery.* 31-44 (2011)
- [98]. Charles M. Benjamin E. J. **Pediatric Laryngotracheal Surgery.** The American Laryngological, Rhinological and Otological Society. *The Laryngoscope* 110. 1875-188. 2000
- [99]. Monnier, P. **Endoscopic Assessment of the compromised paediatric airway.** *Pediatric airway surgery.* 77-95 (2011)
- [100]. Monnier, P. **Equipment and instrumentation for diagnostic and therapeutic endoscopy.** *Pediatric airway surgery.* 45-75 (2011)
- [101]. Froehlich, P., Seid, A., Denoyelle, F., et al.: **Discoordinate pharyngolaryngomalacia.** *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 39, 9–18 (1997)
- [102]. Monnier, P. **Preoperative assessment, indications for surgery and parental counselling.** *Pediatric airway surgery.* 231-240 (2011)
- [103]. Nelson, L.E., Lu, J., Guo, T., et al.: **The [alpha]2-adrenoceptor agonist dexmedetomidine converges on an endogenous sleep-promoting pathway to exert its sedative effects.** *Anesthesiology* 98, 428–436 (2003)
- [104]. Fearon B, MacDonald RE, Smith C, Mitchell D. **Airway problems in children following prolonged endotracheal intubation.** *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1966;75:975–986.

- [105]. Jaquet, Y., Monnier, P., Van Melle, G., et al.: **Complications of different ventilation strategies in endoscopic laryngeal surgery: a 10-year review.** *Anesthesiology* 104, 52–59 (2006)
- [106]. Bonnin, M., Therre, P., Albuissou, E., et al.: **Comparison of a propofol target-controlled infusion and inhalational sevoflurane for fiberoptic intubation under spontaneous ventilation.** *Acta Anaesthesiol. Scand.* 51, 54–59 (2007)
- [107]. Bourgain, J.L., Billard, V., Cros, A.M.: **Pressure support ventilation during fiberoptic intubation under propofol anaesthesia.** *Br. J. Anaesth.* 98, 136–140 (2007)
- [108]. Oberer, C., von Ungern-Sternberg, B.S., Frei, F.J., et al.: **Respiratory reflex responses of the larynx differ between sevoflurane and propofol in pediatric patients.** *Anesthesiology* 103, 1142–1148 (2005)
- [109]. Hackel, A., Badgwell, J.M., Binding, R.R., et al.: **Guidelines for the pediatric perioperative anesthesia environment.** American Academy of Pediatrics. Section on Anesthesiology. *Pediatrics* 103, 512–515 (1999)
- [110]. George, M., Ikonomidis, C., Jaquet, Y., et al.: **Partial cricotracheal resection in children: potential pitfalls and avoidance of complications.** *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 141, 225–231 (2009)
- [111]. Wood, R.E.: **Pitfalls in the use of the flexible bronchoscope in pediatric patients.** *Chest* 97, 199–203 (1990)
- [112]. Benjamin, B.: **Pediatric laryngoscopes: design and application.** *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 110, 617–623 (2001)
- [113]. Myer III, C.M., O'Connor, D.M., Cotton, R.T.: **Proposed grading system for subglottic stenosis based on endotracheal tube sizes.** *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 103, 319–323 (1994)
- [114]. Wood, R.E., Fink, R.J.: **Applications of flexible fiberoptic bronchoscopes in infants and children.** *Chest* 73, 737–740 (1978)
- [115]. Wood, R.E.: **Spelunking in the pediatric airways: explorations with the flexible fiberoptic bronchoscope.** *Pediatr. Clin. North Am.* 31, 785–799 (1984)

- [116]. Vauthy, P.A., Reddy, R.: **Acute upper airway obstruction in infants and children. Evaluation by the fiberoptic bronchoscope.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 89, 417–418 (1980)
- [117]. A. Streiff, T. Chimhundu-Sithole, F. Evans. **Gestion des voies aériennes difficiles en Pédiatrie dans un milieu à ressources élevées versus basses : Comparaison des algorithmes et des Chariots pour Airways Difficiles.** World Federation Of Societies of Anaesthesiologists. 2019
- [118]. Bogdasarian, R.S., Olson, N.R.: **Posterior glottic laryngeal stenosis.** Otolaryngol. Head Neck Surg. 88, 765–772 (1980)
- [119]. Monnier, P., Ikonomidis, C., Jaquet, Y., et al.: **Proposal of a new classification for optimising outcome assessment following partial cricotracheal resections in severe pediatric subglottic stenosis.** Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 73, 1217–1221 (2009)
- [120]. Soliman AMS, et al., **Ex vivo ovine model for teaching open laryngotracheal surgery.** world journal of Otorhinolaryngology – Head and Neck Surgery (2018).
- [121]. S Ranguis, P Ryan, A T Cheng. **Ovine Model as a Surgical Simulator for Pediatric Laryngotracheal Reconstruction.** Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 2019
- [122]. S. Okhovat, T D. Milner, W A. Clement, D M. Wynne, T. Kunanandam. **Validation of Animal Models for Simulation Training in Pediatric Laryngotracheal Reconstruction.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 1–9. 2019
- [123]. T D. Milner, S. Okhovat, W A. Clement, D M. Wynne, T. Kunanandam. **A Systematic Review of Simulated Laryngotracheal Reconstruction Animal Models.** Laryngoscope. The American Laryngological, Rhinological and Otological Society. (2018)
- [124]. D L. Mandell, D. Mehta. **Laryngotracheal Reconstruction. Pediatric Otorhinolaryngology: Diagnosis and Treatment.** 129-134. (2013)
- [125]. A. Kumar, S.C. Sharma. **Pediatric Larynx and Trachea. Pediatric Surgery - Diagnosis and Management.** 1279- 1284. (2008)
- [126]. D J Rogers, C J Hartnick. **Surgery for Subglottic and Tracheal Lesions. Sataloff's comprehensive Textbook of Otolaryngology.** 541-570 (2016)

- [127]. J. L. Guarisco, C J. Yang. **Balloon dilation in the management of severe airway stenosis in children and adolescents.** Journal of Pediatric Surgery (2013) 48, 1676–1681
- [128]. J.-M. TRIGLIA, T. PORTASPANA. **Le traitement chirurgical des stenoses laryngotracheales de l'enfant.** Journal de pediatrie et de puériculture. N°6. (1993)
- [129]. T. Van Den, V. Couloigner, P. Narcy. **Chirurgie des sténoses laryngées chez l'enfant.** EMC-Oto-rhino-laryngologie 1. 290–300. (2004)
- [130]. M M. Dedmon, P M. Paddle, J Phillips, L Kobayashi, R A. Franco, P C. Song. **Development and Validation of a High- Fidelity Porcine Laryngeal Surgical Simulator.** Otolaryngology–Head and Neck Surgery 1–7 (2015)
- [131]. G F. Hulka, D L. Wohl. **Laryngotracheal Reconstruction. Complications in Pediatric Otolaryngology.** 405-413. (2005)
- [132]. Zalzal GH, Cotton RT. **Glottic and subglottic stenosis.** In: Flint PW (ed), Flint: Cummings Otolaryngology: Head & Neck Surgery. Philadelphia, PA: Mosby; 2913-2924. 2010.
- [133]. Monnier, P. **Endoscopic Techniques for laryngotracheal Stenosis.** Pediatric airway surgery.241-256 (2011)
- [134]. Michael J. Ruttera, Aliza P. Cohenb and Alessandro de Alarcona. **Endoscopic airway management in children.** Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 16:525–529. (2008)
- [135]. Monnier, P. **Laryngotracheoplasty and laryngotracheal reconstruction.** Pediatric airway surgery.257-277 (2011)
- [136]. Monnier, P. **Partial cricotracheal resection.** Pediatric airway surgery.279-321 (2011)
- [137]. Janish Jay Patel, Susan T. Verghese, and Diego A. Preciado. **Preop Considerations in the Evaluation of Children with Airway Pathologies.** Anesthetic Management for the Pediatric Airway. 15-20. (2019)
- [138]. Bobby Das and Catherine K. Hart. **Anesthesia Maintenance During open airway reconstruction.** Anesthetic Management for the Pediatric Airway. 91-95. (2019)

- [139]. Hoyon Lee and Sophie R. Pestieau. **Optimal Sedation Protocol After Single-Stage Open Airway Reconstruction**. Anesthetic Management for the Pediatric Airway. 97-103. (2019)
- [140]. **Outil d'évaluation du sevrage, version 1** (wat – 1)
- [141]. P. Monnier. **Revision Surgery Pediatric Airway Surgery**. 349-357. 2011
- [142]. Ruggiero FP, Carr MM. **Infant tracheotomy: results of a survey regarding technique**. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2008;134:263-7.
- [143]. Rochana G Bakhshi. S. H. Dhayagude. **Preoperative Evaluation and Premedication**. Principles and practice of pediatric anesthesia. 2017
- [144]. Filauro M, Mazzola F, Missale F, Canevari FR, Peretti G. **Endoscopic Preoperative Assessment, Classification of Stenosis, Decision-Making**. Front Pediatr. 2020 Jan 8;7:532. doi: 10.3389/fped.2019.00532. PMID: 31970144; PMCID: PMC6960172.
- [145]. Cormack, R.S. Lehane, J. (1984). "Difficult tracheal intubation in obstetrics" Anaesthesia. 39 (11): 1105–11.
- [146]. b Yentis, S.M.; Lee, D.J. (1998). "Evaluation of an improved scoring system for the grading of direct laryngoscopy". Anaesthesia. 53 (11): 1041–4. doi:10.1046/j.1365-2044.1998.00605.x. PMID 10023271.
- [147]. C. Blanchet, P. FAYOUX, N. LEBOULANGER, R. Nicolas. Évolution du larynx de l'enfant : de l'embryon à l'adolescent- particularités qui ont découlent. Le larynx de l'enfant. 9-39. (2011)
- [148]. F.C.Adriaansena , H.L. Verwoerd-Verhoefa , R.O. van der Heulb, C.D. Verwoerda **Histologic Study of the Growth of the Subglottis after Interruption of the Circular Structure of the Cricoid**. ORL J otorhinolaryngology Realt Spec. 95-102. (1988)
- [149]. F.C. Adriaansen, ILL. Verwoerd-Verhoef, R.O. van der Heulh, C D. Verwoerda. **Morphometric Study of the Growth of the Subglottis after Interruption of the Circular Structure of the Cricoid**. ORL J otorhinolaryngology Realt Spec. 54-66. (1988)
- [150]. E. Reyt. **Anatomic and physiologic features of upper airways in children**. Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation 22 (2003) 886–889

- [151]. J. Wysocki, E. Kielska, P. Orszulak, J. Reymond. **Measurements of pre- and postpubertal human larynx: a cadaver study.** Surg Radiol Anat 30:191–199. (2008)
- [152]. P. Fayoux, B. Marciniak, L. Devisme, L. Storme. **Prenatal and early postnatal morphogenesis and growth of human laryngotracheal structures.** J. Anat. 213, pp86–92. (2008)
- [153]. M. Harries, J. Walker, D. Williams, S Hawkins, I. Hughes. **Changes in the male Voice at puberty .** J Laryngol. Oto. 112 : 451-5454. (1998)
- [154]. Frank A. Potter. **Anesthesia and Perioperative Care. pediatric otolaryngology. Practical Clinical Management.** 19- 32 (2017)
- [155]. L D Holinger 1, R J Konior. **Surgical management of severe laryngomalacia.** Laryngoscope. 136-42. 1989
- [156]. JP. Marie. **Trouble de la mobilité laryngée (Paralysies laryngées, dyskinésies, myasthénie, myopathie). Le Larynx de l'enfant.** 335-368. Société française d'otorhino-laryngologie et de chirurgie de la face et d cou. (2011)
- [157]. SR. Parikh. **Pediatric unilateral vocal fold immobility.** Otolaryngol Clin N Am 37. 203–215. (2004)
- [158]. H. El-Hakim. **Injection of Botulinum Toxin Into External Laryngeal Muscles in Pediatric Laryngeal Paralysis.** Annals of Otology, Rhinology & Laryngology 117(8):614-620. (2008)
- [159]. E C. Siegfried, W J. Keenan, S Al-Jureidini. **More on Propranolol for Hemangiomas of Infancy.** N Engl J Med; 359:2846-2847 (2008)
- [160]. N. Leboulanger, C. Fuchsmann, F. Denoyelle. **Angiomes et lymphangiomes.** Le larynx de l'enfant. 381-400 (2011)
- [161]. EN. Garabedian, N. Leboulanger. **Diastème. Le larynx de l'enfant.** 281-302. (2011)
- [162]. Snoeck R, Wellens W, Desloovere C, Van Ranst M, Naesens L, De Clercq E, et al. **Treatment of severe laryngeal papillomatosis with intralesional injections of cidofovir [(S)-1- (3-hydroxy-2-phosphonylmethoxypropyl)cytosine].** J Med Virol;54(3):219-25. (1998)
- [163]. B. Benjamin, a. Inglis. **Minor congenital laryngeal clefts: diagnosis and classification.** Ann otol rhinol laryngol 98. 417-420. (1989)

- [164]. P Narcy, S Bobin, P Contencin, C Le Pajolec, Y Manac'h. **Laryngeal anomalies in newborn infants. Apropos of 687 cases.** Ann Otolaryngol Chir Cervicofac. 101(5):363-73.(1984)
- [165]. Monnier, P. **Laryngeal and tracheal cleft.** Pediatric airway surgery.147-156 (2011)
- [166]. Rahbar, R., Chen, J.L., Rosen, R.L., et al.: **Endoscopic repair of laryngeal cleft type I and type II: when and why?** Laryngoscope 119, 1797–1802 (2009)
- [167]. K. Sandu, P. Monnier. **Endoscopic Laryngotracheal Cleft Repair Without Tracheotomy or Intubation.** The Laryngoscope (2006)
- [168]. Ali Kamran and Russell W. Jennings. **Tracheomalacia and Tracheobronchomalacia in Pediatrics: An Overview of Evaluation, Medical Management, and Surgical Treatment.** Front Pediatr. 7: 512.(2019)
- [169]. Monnier, P. **Congenital tracheal anomalies.** Pediatric airway surgery.157-179 (2011)
- [170]. Ding Yang; Marco Cascella. **Tracheomalacia.** StatPearls Publishing; (2020)
- [171]. Carden KA, Boisselle PM, Waltz DA, Ernst A. **Tracheomalacia and tracheobronchomalacia in children and adults: an in-depth review.** Chest. (2005) 127:984–1005.
- [172]. Holinger PH, Johnston KC, Zimmermann AA. **Congenital malformations of the trachea, bronchi, and lung.** Trans Am Meet Am Bronchoesophageol Assoc. (1952) 58:67–8.
- [173]. Hysinger EB, Panitch HB. **Paediatric tracheomalacia.** Paediatr Respir Rev. (2016) 17:9–15.
- [174]. Fischer AJ, Singh SB, Adam RJ, Stoltz DA, Baranano CF, Kao S, et al. **Tracheomalacia is associated with lower FEV1 and Pseudomonas acquisition in children with CF.** Pediatr Pulmonol. (2014) 49:960–70. doi: 10.1002/ppul.22922
- [175]. Hysinger EB, Friedman NL, Padula MA, Shinohara RT, Zhang H, Panitch HB, et al. **Tracheobronchomalacia is associated with increased morbidity in bronchopulmonary dysplasia.** Ann Am Thorac Soc. (2017) 14:1428–35. doi: 10.1513/AnnalsATS.201702-178OC
- [176]. Strychowsky JE, Rahbar R. **Laryngotracheoesophageal clefts.** Semin Pediatr Surg. (2016) 25:128–31. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2016.02.005

- [177]. Valletta EA, Pregarz M, Bergamo-Andreis IA, Boner AL. **Tracheoesophageal compression due to congenital vascular anomalies.** *Pediatr Pulmonol.* (1997) 24:93–1053.
- [178]. Lee EY, Zurakowski D, Waltz DA, Mason KP, Riaz F, Ralph A, et al. **MDCT evaluation of the prevalence of tracheomalacia in children with mediastinal aortic vascular anomalies.** *J Thorac Imaging.* (2008) 23:258–65.
- [179]. Shaha AR, Burnett C, DiMaio T, Jaffe BM. **An experimental model for the surgical correction of tracheomalacia.** *Am J Surg.* (1991) 162:417–20.
- [180]. Benjamin B. **Tracheomalacia in infants and children.** *Ann Otol Rhinol Laryngol.* (1984) 93:438–42.
- [181]. Fraga JC, Jennings RW, Kim PC. **Pediatric tracheomalacia.** *Semin Pediatr Surg.* (2016) 25:156–64.
- [182]. Carden KA, Boisselle PM, Waltz DA, Ernst A. **Tracheomalacia and tracheobronchomalacia in children and adults: an in-depth review.** *Chest.* 2005 Mar;127(3):984-1005.
- [183]. Hiebert JC, Zhao YD, Willis EB. **Bronchoscopy findings in recurrent croup: A systematic review and meta-analysis.** *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2016 Nov;90:86-90
- [184]. Ngercham M, Lee EY, Zurakowski D, Tracy DA, Jennings R. **Tracheobronchomalacia in pediatric patients with esophageal atresia: comparison of diagnostic laryngoscopy/bronchoscopy and dynamic airway multidetector computed tomography.** *J. Pediatr. Surg.* 2015 Mar;50(3):402-7
- [185]. Wallis C, Alexopoulou E, Antón-Pacheco JL, Bhatt JM, Bush A, Chang AB, Charatsi AM, Coleman C, Depiazzi J, Douros K, Eber E, Everard M, Kantar A, Masters IB, Midulla F, Nenna R, Roebuck D, Snijders D, Priftis K. **ERS statement on tracheomalacia and bronchomalacia in children.** *Eur. Respir. J.* 2019 Sep;54(3)
- [186]. Snijders D, Barbato A. **An Update on Diagnosis of Tracheomalacia in Children.** *Eur J Pediatr Surg.* 2015 Aug;25(4):333-5.

- [187]. Goyal V, Masters IB, Chang AB. **Interventions for primary (intrinsic) tracheomalacia in children.** Cochrane Database Syst Rev. 2012 Oct 17;10:CD005304.
- [188]. Tanelian DL, Kosek P, Mody I, MacIver MB. **The role of the GABAA receptor/chloride channel complex in anesthesia.** Anesthesiology. 1993 Apr;78(4):757-76.
- [189]. Sharma A, Price T, Mierzwa K, Montgomery P, Qayyum A, Bradnam T. **Transnasal flexible laryngo-oesophagoscopy: an evaluation of the patient's experience.** J Laryngol Otol. 2006;120(1):24-31.
- [190]. McCaffrey T V. Classification of laryngotracheal stenosis. Laryngoscope. (1992) 102:1335–40.
- [191]. Lano CFJ, Duncavage JA, Reinisch L, Ossoff RH, Courey MS, Netterville JL. **Laryngotracheal reconstruction in the adult: a ten year experience.** Ann Otol Rhinol Laryngol. (1998) 107:92–7.
- [192]. Cohen S. Congenital glottic webs in children. **A retrospective review of 51 patients.** Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl. (1985) 121:2–16.
- [193]. Roy S, Zito J. **Bilateral subglottic cysts in an infant treated with CO2 laser marsupialization.** Ear Nose Throat J 2007; 86:212; 214.
- [194]. Worley G, Bajaj Y, Cavalli L, Hartley B. **Laser arytenoidectomy in children with bilateral vocal fold immobility.** J Laryngol Otol 2007; 121:25–27.
- [195]. Pasquale K, Wiatrak B, Woolley A, Lewis L. **Microdebrider versus CO2 laser removal of recurrent respiratory papillomas: a prospective analysis.** Laryngoscope 2003; 113:139 – 143.
- [196]. Rees CJ, Tridico TI, Kirse DJ. **Expanding applications for the microdebrider in pediatric endoscopic airway surgery.** Otolaryngol Head Neck Surg 2005; 133:509 – 513.
- [197]. Hata, T., Hoshi, T., Kanamori, K., et al.: **Mitomycin, a new antibiotic from Streptomyces.** I. J. Antibiot (Tokyo) 9, 141– 146 (1956)

- [198]. Rahbar, R., Jones, D.T., Nuss, R.C., et al.: **The role of mitomycin in the prevention and treatment of scar formation in the pediatric aerodigestive tract: friend or foe?** Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 128, 401–406 (2002)
- [199]. Cummings, J., Spanswick, V.J., Tomasz, M., et al.: **Enzymology of mitomycin C metabolic activation in tumour tissue: implications for enzyme-directed bioreductive drug development.** Biochem. Pharmacol 56, 405–414 (1998)
- [200]. Kao, S., Liao, C., Tseng, J., et al.: **Dacryocystorhinostomy with intraoperative mitomycin C.** Ophthalmology 104, 86 (1997)
- [201]. Hu, D., Sires, B.S., Tong, D.C., et al.: **Effect of brief exposure to mitomycin C on cultured human nasal mucosa fibroblasts.** Ophthal. Plast. Reconstr. Surg. 16, 119–125 (2000)
- [202]. Khaw, P.T., Doyle, J.W., Sherwood, M.B., et al.: **Prolonged localized tissue effects from 5-minute exposures to fluorouracil and mitomycin C.** Arch. Ophthalmol. 111, 263–267 (1993)
- [203]. Killian, G.: **On the treatment of laryngeal tuberculosis.** Dtsch Med. Wochenschr. 38, 585–589 (1912)
- [204]. Rabot, de Barlatier, L., Garel, J., et al.: **Rétrécissements du larynx et de la trachée consécutifs au tubage et à la trachéotomie.** Maloine, Paris (1908)
- [205]. Rethi, A.: **An operation for cicatricial stenosis of the larynx.** J. Laryngol. Otol. 70, 283–293 (1956)
- [206]. Holinger, P.H., Johnston, K.C.: **The management of chronic laryngeal stenosis.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 67, 496–515 (1958)
- [207]. Aboulker, P., Sterkers, J.M., Demaldent, E.: **Modifications apportées à l'intervention de rethi. Intérêts dans les sténoses laryngo-trachéales et trachéales.** Ann. Otolaryngol. Chir. Cervicofac. 83, 98–106 (1966) (Paris)
- [208]. Grahne, B.: **Operative treatment of severe chronic traumatic laryngeal stenosis in infants up to three years old.** Acta Otolaryngol. 72, 134–137 (1971)
- [209]. Fearon, B., Cotton, R.: **Subglottic stenosis in infants and children: the clinical problem and experimental surgical correction.** Can. J. Otolaryngol. 1, 281–289 (1972)

- [210]. Fearon, B., Cotton, R.: **Surgical correction of subglottic stenosis of the larynx in infants and children.** Progress report. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 83, 428–431 (1974)
- [211]. Doig, C.M., Eckstein, H.B., Waterston, D.J.: **The surgical treatment of laryngeal and subglottic obstruction in infancy and childhood.** *Z. Kinderchir. Grenzgeb.* 12, 293–303 (1973)
- [212]. Evans, J.N., Todd, G.B.: **Laryngo-tracheoplasty.** *J. Laryngol. Otol.* 88, 589–597 (1974)
- [213]. Fearon, B., Cotton, R.: **Surgical correction of subglottic stenosis of the larynx in infants and children.** Progress report. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 83, 428–431 (1974)
- [214]. Cotton, R.: **Management of subglottic stenosis in infancy and childhood. Review of a consecutive series of cases managed by surgical reconstruction.** *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 87, 649–657 (1978)
- [215]. Cotton, R.T.: **Pediatric laryngotracheal stenosis.** *J. Pediatr. Surg.* 19, 699–704 (1984)
- [216]. Cotton, R.T., Seid, A.B.: **Management of the extubation problem in the premature child. Anterior cricoid split as an alternative to tracheotomy.** *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 89, 508–511 (1980)
- [217]. Drake, A.F., Contencin, P., Narcy, F., et al.: **Lateral cricoid cuts as an adjunctive measure to enlarge the stenotic subglottic airway: an anatomic study.** *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 18, 129–137 (1989)
- [218]. Conley, J.: **Reconstruction of the subglottic air passage.** *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 62, 477–495 (1953)
- [219]. Shaw, R.R., Paulson, D.L., Kee, J.L.: **Traumatic tracheal rupture.** *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 42, 281–297 (1961)
- [220]. Ogura, J., Powers, W.: **Functional restitution of traumatic stenosis of the larynx and pharynx.** *Laryngoscope* 74, 1081–1110 (1964)
- [221]. Gerwat, J., Bryce, D.P.: **Management of subglottic laryngeal stenosis by resection and direct anastomosis.** *Laryngoscope* 84, 940–957 (1974)
- [222]. Grillo, H.C.: **Primary reconstruction of airway after resection of subglottic laryngeal and upper tracheal stenosis.** *Ann. Thorac. Surg.* 33, 3–18 (1982)

- [223]. Ranne, R.D., Lindley, S., Holder, T.M., et al.: **Relief of sub- glottic stenosis by anterior cricoid resection: an operation for the difficult case.** J. Pediatr. Surg. 26, 255–258 (1991)
- [224]. Monnier, P., Savary, M., Chapuis, G.: **Partial cricoid resection with primary tracheal anastomosis for subglottic stenosis in infants and children.** Laryngoscope 103, 1273–1283 (1993)
- [225]. Couraud, L., Jougon, J.B., Ballester, M.: **Techniques of management of subglottic stenoses with glottic and supraglottic problems.** Chest Surg. Clin. N. Am. 6, 791–809 (1996)
- [226]. Stern, Y., Gerber, M.E., Walner, D.L., et al.: **Partial cricotracheal resection with primary anastomosis in the pediatric age group.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 106, 891–896 (1997)
- [227]. Monnier, P., Lang, F., Savary, M.: **Cricotracheal resection for pediatric subglottic stenosis.** Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 49(Suppl 1), S283–S286 (1999)
- [228]. Rutter, M.J., Hartley, B.E., Cotton, R.T.: **Cricotracheal resection in children.** Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 127, 289–292 (2001)
- [229]. Walner, D.L.: **Acquired anomalies of the larynx and trachea.** In: Cotton, R.T., Myer III, C.M. (eds.) Practical Pediatric Otolaryngology. Lippincott-Raven, Philadelphia/New York (1999)
- [230]. Cotton, R.T., Mortelliti, A.J., Myer 3rd, C.M.: **Four-quadrant cricoid cartilage division in laryngotracheal reconstruction.** Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 118, 1023–1027 (1992)
- [231]. Gustafson LM, Hartley BE, Cotton RT. **Acquired total (grade 4) subglottic stenosis in children.** Ann Otol Rhinol Laryngol 2001;110:16–9.
- [232]. Ranne RD, Lindlay S, Holder TM, Ashcraft KW, Sharp RJ, Amoury RA. **Relief of subglottic stenosis by anterior cricoid resection: an operation for the difficult case.** J Pediatr Surg 1991;26:255–9.
- [233]. Monnier P , Lang F , Savary M. **Partial cricotracheal resection for pediatric subglottic stenosis: a single institution’s experience in 60 cases.** Eur Arch Otorhinolaryngol 2003; 260:295–7.

- [234]. Monnier P, Savary M, Chapuis G. **Partial cricoid resection with primary tracheal anastomosis for subglottic stenosis in infants and children.** Laryngoscope 1993 73–83.
- [235]. Monnier, P. **Congenital subglottic stenosis.** Pediatric airway surgery.119-124 (2011)
- [236]. Monnier, P., George, M., Monod, M.L., et al.: **The role of the CO2 laser in the management of laryngotracheal stenosis: a survey of 100 cases.** Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 262, 602–608 (2005)
- [237]. Shapshay, S.M., Beamis Jr., J.F., Hybels, R.L., et al.: **Endoscopic treatment of subglottic and tracheal stenosis by radial laser incision and dilation.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 96, 661–664 (1987)
- [238]. George, M., Monnier, P.: **Long-term voice outcome following partial cricotracheal resection in children for severe subglottic stenosis.** Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 74, 154–160 (2010)
- [239]. Seid AB, Pransky SM, Kearns DB. **One-stagelaryngotracheoplasty.** Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1991;117: 408 – 410.
- [240]. Cotton RT, Myer CM, O'Connor DM, Smith ME. **Pediatric laryngotracheal reconstruction with cartilage grafts and endotracheal tube stenting: the single-stage approach.** Laryngoscope 1995;105:818–821.
- [241]. Gustafson LM, Hartley BEJ, Liu JH, et al. **Single-stage laryngotracheal reconstruction in children: a review of 200 cases.** Otolaryngol Head Neck Surg 2000 (in press).
- [242]. Cotton RT: **Management of subglottic stenosis.** Otolaryngologic clinics of North America 2000;33:111-30.
- [243]. McQueen CT, Shapiro NL, Leighton S, et al. **Single stage laryngotracheal reconstruction. The Great Ormond Street experience and guidelines for patient selection.** Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1999;125:320-22.
- [244]. Boardman SJ, Albert DM. **Single-stage and multistage pediatric laryngotracheal reconstruction.** Otolaryngol Clin North Am 2008;41(5):947–958, ix
- [245]. Myer, C.M., III and Hartley, B.E.J. **Pediatric laryngotracheal surgery,** Laryngoscope, 2000, 110, 1875–1883.

- [246]. Kaschke, O., Otze, H., and Sandmann, J. **Use of cartilage grafts in the treatment of laryngotracheal stenosis and defects in children.** Eur. J. Pediatr. Surg., 2001, 11(3), 147–153.
- [247]. Silva, A.B., Lusk, R.P., and Muntz, H.R. **Update on the use of auricular cartilage in laryngotracheal reconstruction.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol., 2002, 109(4), 343–347.
- [248]. Long, C.M., Conley, S.F., Kajdacsy-Balla, A., and Kerschner, J.E. **Laryngotracheal reconstruction in canines: fixation of autologouscostochondral grafts using polylactic and polyglycolic acid miniplates.** Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg., 2001, 127(5), 570–575.
- [249]. Robey, T.C., Eiselt, P.M., Murphy, H.S., Mooney, D.J., and Weatherly, R.A. **Biodegradable external tracheal stents and their use in a rabbit tracheal reconstruction model.** Laryngoscope, 2000, 110, 1936.
- [250]. Gustafson, L.M., Liu, J.H., Hartnick, C.J., and Cotton, R.T. **Duration of stenting in single-stage laryngotracheal reconstruction with anterior costal cartilage grafts.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol., 2001, 110, 413.
- [251]. Aboulker, B.: **Traitement des Stenoses Tracheales. Problèmes Actuels d’oto-rhino-laryngologie**, pp. 275–295. Librairie Maloine, Paris (1968)
- [252]. Lusk, R.P., Kang, D.R., Muntz, H.R.: **Auricular cartilage grafts in laryngotracheal reconstruction.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 102, 247–254 (1993)
- [253]. Frosch, M., Foell, D.: **Wegener granulomatosis in childhood and adolescence.** Eur. J. Pediatr. 163, 425–434 (2004)
- [254]. Monnier P, Dikkers FG, Eckel H, Sittel C, Piazza C, Campos G, et al. **Preoperative assessment and classification of benign laryngotracheal stenosis: a consensus paper of the European Laryngological Society.** Eur Arch Oto- Rhino-Laryngology. (2015) 272:2885–96.
- [255]. Everett LL, Birmingham PK, Williams GD, Brenn BR, Shapiro JH. **Herbal and homeopathic medication use in pediatric surgical patients.** Paediatr Anaesth. 2005;15:455–60.

- [256]. Skinner CM, Rangasami J. **Preoperative use of herbal medicines: a patient survey.** Br J Anaesth. 2002;89:792–5.
- [257]. Devereaux PJ, Mrkobrada M, Sessler DI, POISE-2 Investigators, et al. **Aspirin in patients undergoing non- cardiac surgery.** N Engl J Med. 2014;370:1494–503.
- [258]. American Society of Anesthesiologists Committee. **Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Committee on Standards and Practice Parameters.** Anesthesiology. 2011;114:495–511.
- [259]. Garabedian, E.N., Nicollas, R., Roger, G., et al.: **Cricotracheal resection in children weighing less than 10 kg.** Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 131, 505–508 (2005)
- [260]. Ikonomidis, C., George, M., Jaquet, Y., et al.: **Partial cricotracheal resection in children weighing less than 10 kilograms.** Otolaryngol. Head Neck Surg. 142, 41–47 (2010)
- [261]. Walner, D.L., Cotton, R.T.: **Acquired anomalies of the larynx and trachea.** In: Cotton, R.T., Myer III, C.M. (eds.) Practical Pediatric Otolaryngology, p. 522. Lippincott- Raven, Philadelphia (1999)
- [262]. Collins CE. Anesthesia for pediatric airway surgery. **Recommendations and review for a pediatric referral center.** Anesthesiol Clin. 2010;28:505–17.
- [263]. Wilkey BJ, Alfille P, Weitzel NS, Puskas F. **Anesthesia for tracheobronchial surgery.** Semin Cardiothorac Vasc Anesth. 2012;16:209–19.
- [264]. Yellon RF. **Prevention and management of complications in airway surgery in children.** Paediatr Anaesth. 2004;14:107–11.
- [265]. Bauman NM, Oyos TL, Murray SC, et al. **Postoperative care following single-stage laryngotracheoplasty.** Ann Otol Rhinol Laryngol. 1996;105:317–22.
- [266]. Powers MA, Mudd P, Gralla J, et al. **Sedation-related outcomes in postoperative management of pediatric laryngotracheal reconstruction.** Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2013;77:1567–74.

- [267]. Kozin ED, Cummings BM, Rogers DJ, et al. **System-wide change of sedation wean protocol following pediatric laryngotracheal reconstruction.** JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2015;141: 27–33.
- [268]. Wrightson, F., Soma, M., Smith, J.H.: **Anesthetic experience of 100 pediatric tracheostomies.** Paediatr. Anaesth. 19, 659– 666 (2009)
- [269]. Magnusson, L., Lang, F.J., Monnier, P., et al.: **Anaesthesia for tracheal resection: report of 17 cases.** Can. J. Anaesth. 44, 1282–1285 (1997)
- [270]. Thompson, A.E.: **Pediatric airway management.** In: Fuhrman, B.P., Zimmerman, J.J. (eds.) Pediatric Critical Care, 3rd edn, pp. 485–509. Mosby-Year Book, St. Louis (2006)
- [271]. Hammer, G.B.: **Sedation and analgesia in the pediatric intensive care unit following laryngotracheal reconstruction.** Otolaryngol. Clin. North Am. 41, 1023–1044 (2008). x–xi
- [272]. Morar, P., Singh, V., Jones, A.S., et al.: **Impact of tracheotomy on colonization and infection of lower airways in children requiring long-term ventilation: a prospective observational cohort study.** Chest 113, 77–85 (1998)
- [273]. Choi, S.S., Zalzal, G.H.: **Pitfalls in laryngotracheal reconstruction.** Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 125, 650–653 (1999)
- [274]. Jaquet, Y., Lang, F., Pilloud, R., et al.: **Partial cricotracheal resection for pediatric subglottic stenosis: long-term outcome in 57 patients.** J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 130, 726– 732 (2005)
- [275]. Hammer GB. **Sedation and analgesia in the pediatric intensive care unit following laryngotracheal reconstruction.** Pediatr Anesth. 2009;19:166–79
- [276]. Griffin CE, Kaye AM, Bueno FR, Kaye AD. **Benzodiazepine pharmacology and central nervous system-mediated effects.** Ochsner J. 2013;13(2):214–23.
- [277]. Cornfield DN, Tegtmeyer K, Nelson MD, Milla CE, Sweeney M. **Continuous propofol infusion in 142 critically ill children.** Pediatrics. 2002;110(6):1177
- [278]. Koriyama H. **Is propofol a friend or a foe of the pediatric intensivist? Description of propofol use in a PICU.** Pediatr Crit Care Med. 2014;15(2):e66–71.

- [279]. Silver AL, Yager P, Purohit P, Noviski N, Hartnick CJ. **Dexmedetomidine use in pediatric airway reconstruction.** *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011;144(2):262–7.
- [280]. Bauman NM. **Postoperative care following single- stage laryngotracheoplasty.** *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1996;105(4):317–22.
- [281]. Zuppa AF. **Sedation analgesia and neuromuscular blockade in pediatric critical care: overview and current landscape.** *Pediatr Clin North Am.* 2017;64(5):1103–16.
- [282]. Dervan LA. **The use of methadone to facilitate opioid weaning in pediatric critical care patients: a systematic review of the literature and meta-analysis.** *Pediatr Anesth.* 2017;27(3):228–39.
- [283]. Franck LS. **The Withdrawal Assessment Tool-1 (WAT- 1): an assessment instrument for monitoring opioid and benzodiazepine withdrawal symptoms in pediatric patients.** *Pediatr Crit Care Med.* 2008;9(6):573– 80.
- [284]. Fenn NE. **Opioid and benzodiazepine weaning in pediatric patients: review of current literature.** *Pharmacotherapy.* 2017;37:1458.
- [285]. Gustafson LM, Hartley BEJ, Liu JH, et al. **Single- stage laryngotracheal reconstruction in children: a review of 200 cases.** *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;123(4):430–4.
- [286]. Powers MA, Mudd P, Gralla J, McNair B, Kelley PE. **Sedation-related outcomes in postoperative management of pediatric laryngotracheal reconstruction.** *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2013;77(9):1567–74.
- [287]. Fauman KR, Durgham R, Duran CI, Vecchiotti MA, Scott AR. **Sedation after airway reconstruction in children: a protocol to reduce withdrawal and length of stay.** *Laryngoscope.* 2015;125(9):2216–9.
- [288]. de Alarcon, A., Rutter, M.J.: **Revision pediatric laryngotracheal reconstruction.** *Otolaryngol. Clin. North Am.* 41, 959– 980 (2008)
- [289]. Cotton, R.T., Myer 3rd, C.M., O'Connor, D.M., et al.: **Pediatric laryngotracheal reconstruction with cartilage grafts and endotracheal tube stenting: the single-stage approach.** *Laryngoscope* 105, 818–821 (1995)

- [290]. Hartnick, C.J., Hartley, B.E., Lacy, P.D., et al.: **Surgery for pediatric subglottic stenosis: disease-specific outcomes.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 110, 1109–1113 (2001)
- [291]. Ndiaye, I., Van de Abbeele, T., Francois, M., et al.: **Traitement chirurgical des sténoses laryngées de l'enfant.** Ann. Otolaryngol. Chir. Cervicofac. 116, 143–148 (1999)
- [292]. Triglia, J.M., Belus, J.F., Portaspana, T., et al.: **Laryngeal stenosis in children. Evaluation of 10 years of treatment.** Ann. Otolaryngol. Chir. Cervicofac. 112, 279–284 (1995)
- [293]. Gustafson, L.M., Hartley, B.E., Cotton, R.T.: **Acquired total (grade 4) subglottic stenosis in children.** Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 110, 16–19 (2001)
- [294]. Evan J. Propst, Y. Tirado, F.I. Abdulkader, M. Estrada, P. Campisi, V. Forte. **Airway Reconstruction surgical dissection manual.** 2014
- [295]. A. Ghidini. Francesco Mattioli. S. Bottero, L. Presutti. **Atlas of airway surgery.** 2017.
- [296]. A. Bavishi, E. Boss, R.K. Shah, J. Lavin, **Outcomes after endoscopic dilatation of laryngotracheal stenosis: an analysis of ACS-NSQIP,** J. Clin. Outcome Manag. 25 (3) (2018 March) 111–116.
- [297]. P. Touska, Z. Awad, N.S. Tolley, **Suitability of the ovine model for simulation training in rhinology,** Laryngoscope 123 (7) (2013) 1598–1601.
- [298]. D.C. Ianacone, B.J. Gnadt, G. Isaacson, **Ex vivo ovine model for head and neck surgical simulation,** Am. J. Otolaryngol. 37 (3) (2016) 272–278.
- [299]. Chan HHL, Siewerdsen JH, Vescan A, Daly MJ, Prisman E, Irish JC. **3D rapid prototyping for otolaryngology-head and neck surgery: applications in image-guidance, surgical simulation and patient-specific modeling.** PLoS One. 2015;10(9):e0136370.
- [300]. Javia L, Sardesai MG. **Physical models and virtual reality simulators in otolaryngology.** Otolaryngol Clin North Am. 2017;50(5):875-891.

- [301]. Awad Z, Touska P, Arora A, Ziprin P, Darzi A, Tolley NS. **Face and content validity of sheep heads in endoscopic rhinology training.** Int Forum Allergy Rhinol. 2014;4(10):851-858.
- [302]. Milner TD, Okhovat S, Clement WA, Wynne DM, Kunanandam T. **A systematic review of simulated laryngo-tracheal reconstruction animal models** [published online October 16 2018]. Laryngoscope. doi:10.1002/lary.27288
- [303]. Coppit G, Perkins J, Munaretto J, et al. **The effects of mitomycin-C and stenting on airway wound healing after laryngotracheal reconstruction in a pig model.** Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2000;53(2):125-135.
- [304]. Messineo A, Filler RM, Joseph T, et al. **Tracheoplasty without stent, using preshaped cryopreserved cartilage allografts in neonatal pigs.** J Pediatr Surg. 1994;29(5): 697-700.

Serment d' Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

- *Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*
- *Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*
- *Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*
- *Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*
- *Les médecins seront mes frères.*
- *Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*
- *Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- أنا أكرس حياتي لخدمة الإنسانية.
- وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه.
- وأن أمارس مهنتي بوانع من ضميري وشر في جاعلا صحة مريض هدي الأول.
- وأن لا أفشي الأسرار الموهودة إلي.
- وأن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب.
- وأن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي.
- وأن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي.
- وأن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها.
- وأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطريق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد.
- بكل هذا أتعهد عن كامل اختياري ومقسما بشري في.

والله على ما أقول شهيد .



قسم أبقراط



أطروحة رقم: 139

سنة : 2021

الجراحة المفتوحة لتضييق الحنجرة عند الأطفال مراجعة طبية وجراحة تجريبية

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم : / / 2021

من طرف

السيدة حفصة أخيري

المزودة في 11 يونيو 1993 بالرباط

لنيل شهادة

دكتور في الطب

الكلمات الأساسية : الاستئصال الجزئي للقصبة الهوائية؛ إعادة بناء الحنجرة؛ الجراحة التجريبية ؛ تضيق الحنجرة؛ الأنف والأذن والحنجرة لدى الأطفال

أعضاء لجنة التحكيم:

رئيس

السيد يونس بجيجو

أستاذ في علم التشريح

مشرف

السيد علي الإدريسي الأيوبي

أستاذ في طب الأنف، الأذن والحنجرة

عضو

السيد منير كسرى

أستاذ في جراحة الأطفال

عضو

السيدة عزيزة بنطلحة

أستاذة في الإنعاش والتخدير

عضو

السيد علاء القريشي

أستاذ في الإنعاش والتخدير