

SFORL

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
D'ORL ET DE CHIRURGIE
DE LA FACE ET DU COU

**ACTUALISATION DE LA
RECOMMANDATION
POUR LA PRATIQUE CLINIQUE**

Paralysies laryngées unilatérales de l'adulte

Promoteur :
Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie
et de Chirurgie de la Face et du Cou

Avec la participation de la :
Société Française de Phoniatrie et de Laryngologie

COMITÉ D'ORGANISATION

Pr de Monès del Pujol Erwan, ORL, Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, ORL et CCF, Service ORL, Hôpital Pellegrin, CHU de Bordeaux

Commission Expertise et Évaluation de la Société Française d'ORL & CFC :

Président : Pr Sébastien Vergez

Médecin coordonnateur : Dr Sophie Tronche

GROUPE DE TRAVAIL

Président :

Pr de Monès Del Pujol Erwan, ORL, Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, ORL et CCF, Service ORL Hôpital Pellegrin, CHU de Bordeaux

Dr Amy de la Bretèque Benoit, phoniatre, Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital Gui de Chauliac, CHU de Montpellier

Dr Carsuzaa Florent, ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Service ORL, CHU de Poitiers

Dr Crestani Sabine, Praticien Hospitalier, ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Service ORL, CHU Larrey, Toulouse

Pr Espitalier Florent, Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Service ORL, CHU de Nantes

Pr Garrel Renaud, Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Service ORL, Hôpital Gui de Chauliac, CHU de Montpellier

Pr Giovanni Antoine, Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Service ORL Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital de la Conception, Marseille

Pr Hans Stéphane, Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital Foch, Suresnes

Dr Lagier Aude, ORL, Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, CHU de Liège, Belgique

Dr Mailly Marie, ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Service ORL Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital Fondation Rothschild, Paris

Pr Marie Jean Paul, Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital Charles Nicolle, CHU de Rouen

Mme Ravera-Lassalle Aurélie, orthophoniste, Aix-en-Provence

Dr Woisard Virginie, Professeur associé-Praticien Hospitalier, ORL et phoniatre, Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital Larrey, Toulouse

GROUPE DE LECTURE

Dr Atallah Ihab, MD PhD, Praticien-Hospitalier d'ORL, Laryngologie, Phoniatrie, et Bronchoesophagologie, Clinique Universitaire d'ORL, CHU Grenoble

Dr Bianco Erkki, ORL Phoniatre, Paris

Dr Carvalho Jean, ORL chirurgien cervicofacial, Strasbourg

Dr Chevaillier Gérard, ORL-Phoniatre, Service ORL, Hôpital saint Joseph, Paris

Dr Circiu Marta, ORL spécialisée en Laryngologie, Assistante, Hôpital Foch, Suresnes

Mme Coudière-Trouilhet Caroline, Orthophoniste, Muret

Dr Degols Jean-Christophe, MD, ORL-Chirurgie cervico-faciale, Clinique Saint-Pierre, Belgique

Dr Dhuyghues des Étages Gunther, Chirurgien ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, CHU de la Guadeloupe

Dr Diorflar Sarah, Praticien Hospitalier, service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Niort

Mme de la Porte Charlotte, Orthophoniste, Poitiers

Dr Duffas Olivier, Chef de service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital de Libourne

Pr Dufour Xavier, Professeur des Universités - Praticien Hospitalier, Chef de Service d'ORL, de Chirurgie Cervico-Faciale et d'Audiophonologie - CHU de Poitiers, Laboratoire Inflammation, Tissus Epithéliaux et Cytokines, EA 4331 - Université de Poitiers

Dr Finck Camille, MD PhD, Chargée du cours de Phoniatrie, Liège, Faculté de Médecine, Chargée de cours, Umons, anatomophysiologie de la phonation, FPSE, Service ORL, CHU Sart Tilman, Liège, Belgique

Dr Giacchero Paul, ORL, Nice

Dr Girault Nathalie, Phoniatre, Service ORL, CHU de Poitiers

Dr Guillaume-Souaid Gladys, ORL et Chirurgie Cervico Faciale, Phoniatre, CHU d'Amiens Picardie et Polyclinique de Picardie

Dr Hamon Patrick, ORL Phoniatre, Nantes

Dr Laur Dominique, ORL Phoniatre, CHIC Castres-Mazamet, Castres

Dr Lazard Diane, ORL, MD PhD, Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Institut Arthur Vernes, Paris

Dr Louges Marie-Anne, ORL et chirurgien cervico-facial, Hôpital Jeanne de Navarre, Château-Thierry

Dr Marmouset Franck, ORL Phoniatre, Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, CHU de Tours

Dr Marronnier Adrien, ORL - Chirurgien de la face et du cou, Laryngo-phoniatre, Praticien attaché au CHU de Rouen, Hôpital Charles Nicolle, Rouen

Dr Mattei Alexia, Praticien Hospitalier contractuel ORL, Service ORLet Chirurgie Cervico-Faciale – CHU hôpital de la Conception, Marseille

Dr Milhé de Saint-Victor Solange, Praticien Hospitalier, ORL et phoniatre, Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital Pellegrin, CHU de Bordeaux

Dr Mouchon Emmanuelle, Praticien Hospitalier, ORL, CHU Toulouse Larrey, Toulouse

Dr Pérouse André-Romain, Chirurgie ORL et Cervico-Faciale. Phonochirurgie. GHM Portes-du-Sud, Vénissieux

Dr Pierre Guillemette, ORL et chirurgie cervico-faciale, Toulouse

Dr Plisson Laetitia, MD-Praticien Hospitalier, Service ORL, CHU de Caen

Dr Raft Jérôme, Médecin ORL Phoniatre, Colmar

Dr Remacle Sarah, ORL, spécialisée en laryngologie, CHU de Liège, Belgique

Dr Schweizer Valérie, Médecin agréée, ORL- phoniatre, Unité de phoniatrie et logopédie, service d'ORL et chirurgie cervico-faciale, Centre hospitalier universitaire vaudois, Lausanne, Suisse

Dr Fichaux-Bourin Pascale, phoniatre Praticien-Hospitalier, Service ORL et de chirurgie cervico-faciale, CHU Toulouse Larrey, Toulouse

Mme Loriau Sophie, Orthophoniste, Pau

Pr Matar Nayla, Professeur Associé, Oto-rhino-laryngologie et chirurgie cervicofaciale, Hôpital Hôtel Dieu de France, Beyrouth, Liban.

Pr Remacle Marc, Professeur, Laryngologie et Chirurgie Cervico-Faciale, Service d'ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Centre Hospitalier de Luxembourg

Dr Roudévitch Anne-Laure, Médecin Phoniatre, équipe d'audiophonologie, Centre Edison, Paris

Pr Schultz Philippe, Professeur des Universités - Praticien Hospitalier, Laryngologie et chirurgie cervico-faciale, Service ORL et CCF, CHU de Strasbourg

**Organisation : Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie
et de Chirurgie de la Face et du Cou**

Table des matières

1	Introduction	8
2	Bilan étiologique	8
3	Évaluation clinique initiale (hors bilan étiologique)	10
3.1	Diagnostiquer l'immobilité	10
3.2	Etablir la paralysie comme cause de l'immobilité	11
3.3	Evaluer les conséquences fonctionnelles sur la voix, la déglutition et la respiration.	11
3.3.1	Evaluation de la voix	11
3.3.2	Evaluation des troubles de la déglutition	12
3.3.3	Evaluation des troubles respiratoires	12
4	Place de l'évaluation électromyographique en pratique courante	13
4.1	Comment pratiquer un EMG laryngé ?	13
4.2	Quand pratiquer un EMG laryngé ?	14
4.3	Pourquoi réaliser un EMG laryngé ?	14
4.3.1	À visée diagnostique	14
4.3.2	À visée pronostique en cas de PLU	14
4.4	La place de la stimulation dans l'EMG laryngé	15
5	Rééducation orthophonique	15
6	Augmentation cordale	17
6.1	Choix des produits de comblement	17
6.1.1	La graisse autologue	18
6.1.2	Les produits de comblement de synthèse	18
6.1.3	Les produits de synthèse non résorbables	19
6.1.4	Les produits de synthèse résorbables	19
6.2	Choix de la procédure d'injection	21
7	Thyroplastie de type 1 et adduction aryténoïdienne	22
7.1	Thyroplastie de type 1	22
7.1.1	Quel implant utiliser ?	22
7.1.2	Quand faire une thyroplastie de type 1 ?	23
7.2	Adduction thyroïdienne	25
8	Réinnervation laryngée	26
8.1	Introduction historique	26
8.2	Résultats	26
8.3	Indications	27
8.3.1	Réparation immédiate du nerf en cas de section pendant une thyroïdectomie	27
8.3.2	Réinnervation à distance de l'apparition de la paralysie laryngée unilatérale	27
8.3.2.1	Indications vocales de réinnervation laryngée secondaire	27
8.3.2.1.1	<i>Intérêt de l'électromyographie laryngée</i>	27
8.3.2.1.2	<i>Délai optimal pour proposer une réinnervation après la survenue de la paralysie</i>	27
8.3.2.1.3	<i>Quels patients ?</i>	28
8.3.2.2	Indications non vocales de réinnervation laryngée	28
8.3.2.2.1	<i>Troubles de la déglutition</i>	28
8.3.2.2.2	<i>Dyspnées</i>	29
9	Place de la toxine botulique	29

MÉTHODOLOGIE - MOTS CLÉS

Les banques de données MEDLINE et PUBMED et GOOGLE Scholar ont été interrogées sur la période de 1980 à 2020 avec les mots clés (en français et en anglais) :

Unilateral vocal fold paralysis/palsy/immobility/paresis, Unilateral laryngeal paralysis/palsy/immobility/paresis, Unilateral recurrent laryngeal nerve paralysis/palsy/paresis, AND, Laryngeal injection/augmentation, Injection laryngoplasty, Glottic/vocal fold injection/augmentation, Laryngeal medialization, Vocal cord medialization, Type 1 thyroplasty, Thyroplasty type 1, Medialization laryngoplasty, Arytenoid adduction, Laryngeal reinnervation, Recurrent laryngeal nerve reinnervation, Speech therapy

Seules les publications de langue française ou anglaise ont été retenues. Les recommandations proposées ont été classées en grade A, B ou C selon un niveau de preuve scientifique décroissant, en accord avec le guide d'analyse de la littérature et de gradation des recommandations, publié par l'ANAES (janvier 2000).

En ce qui concerne la partie sur l'EMG : Les recommandations ont été élaborées à partir d'une revue de la littérature au sein de la base PubMed, combinant les mots clés suivants : (electromyography/larynx/paralysis) (laryngeal electrography unilatéral paralysis) (electromyography/recurrent paralysis). Seuls les articles publiés entre 2003 et 2022, et écrits en langue française et anglaise ont été retenus.

En ce qui concerne la partie sur la réinnervation «laryngeal reinnervation», «unilateral vocal fold paralysis and reinnervation» sans limites temporelles. Interrogation PubMed sans limites de temps. Articles en langue française et anglaise.

Pour la partie sur la toxine : Les recommandations ont été élaborées à partir d'une revue de la littérature au sein des bases PubMed, combinant les mots clés suivants : (botulinum toxin / synkinesis) (botulinum toxin/recurrent paralysis). Seuls les articles publiés entre 1989 et 2022, et écrits en langue française et anglaise ont été retenus.

Les publications ont été évaluées en niveaux de preuves et les recommandations proposées ont été classées selon la classification GRADE A, B, C ou accord professionnel selon un niveau de preuve scientifique décroissant, en accord avec le guide d'analyse de la littérature et de gradation des recommandations, publié par l'ANAES (janvier 2000)

Les recommandations ont été proposées au groupe de relecture au travers d'un questionnaire utilisant l'outil de sondage SurveyMonkey™, et elles ont été modifiées après examen de l'avis des relecteurs, par le groupe de travail.

CORRESPONDANCE ENTRE L'ÉVALUATION DE LA LITTÉRATURE ET LE GRADE DES RECOMMANDATIONS

(grille adaptée Score de Sackett)

Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature	Force des recommandations
TEXTE : Argumentaire	Recommandation
Niveau 1	
Essais comparatifs randomisés de forte puissance	Grade A
Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés	
Analyse de décision basée sur des études bien menées	Preuve scientifique établie
Niveau 2	
Essais comparatifs randomisés de faible puissance	Grade B
Etudes comparatives non randomisées bien menées	
Etudes de cohorte	Présomption scientifique
Niveau 3	
Etudes cas-témoins	
Essais comparatifs avec série historique	Grade C
Niveau 4	
Etudes comparatives comportant des biais importants	Faible niveau de preuve scientifique
Etudes rétrospectives	
Séries de cas	
Etudes épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)	
Toute autre publication (cas report, avis d'expert, etc)	
Aucune publication	Accord professionnel *

*En l'absence de précision, les recommandations proposées correspondront à un accord professionnel.

Cette classification a pour but d'explicitier les bases des recommandations. L'absence de niveau de preuve doit inciter à engager des études complémentaires lorsque cela est possible.

Cependant, l'absence de niveau de preuve ne signifie pas que les recommandations élaborées ne sont pas pertinentes et utiles (exemple de l'efficacité de la mastectomie dans le cancer du sein, des antibiotiques dans l'angine,...).

D'après le Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations ANAES / Janvier 2000

Tableau : Correspondance entre l'évaluation de la littérature et le grade des recommandations (grille adaptée du score de Sackett).

LISTE DES ABRÉVIATIONS

EMG : Examen électromyographique
PUM : Potentiel d'Unité Motrice
PLU : Paralysie Laryngée Unilatérale
ORL : otorhinolaryngologistes
NLI : nerf laryngé inférieur

1 Introduction

La paralysie laryngée unilatérale (PLU) est une pathologie fréquente dont les modalités de prise en charge ont connu des modifications significatives au cours des deux dernières décennies, justifiant une actualisation de la recommandation de la Société Française d'ORL et Chirurgie Cervico-Faciale datant de 2002.

L'objectif principal de cette recommandation est de promouvoir une prise en charge des PLU selon les données actuelles des connaissances. Elle s'adresse plus particulièrement aux otorhinolaryngologistes (ORL), aux phoniâtres et aux orthophonistes.

Le terme de paralysie laryngée unilatérale (PLU) est le plus souvent réservé à une immobilité unilatérale du larynx, par atteinte unilatérale de la commande motrice des muscles intrinsèques du larynx, innervés par le nerf laryngé inférieur (NLI). Cette paralysie peut résulter d'une atteinte isolée du NLI, ou s'intégrer dans une atteinte plus proximale du nerf vague (avant ou après l'émergence du nerf laryngé supérieur), voire de son noyau central. Ainsi, la paralysie pourra intéresser seulement le larynx ou inclure le pharynx, le voile du palais et le sphincter supérieur de l'œsophage en fonction du niveau de l'atteinte et de la sévérité des lésions nerveuses. L'atteinte isolée d'un nerf laryngé supérieur présente un tableau clinique très différent et n'est donc pas incluse dans cette recommandation sur les PLU.

Le terme de paralysie laryngée unilatérale doit être réservé aux cas où l'origine neurogène de l'immobilité laryngée est certaine. Devant une immobilité dont l'origine neurogène ou mécanique est incertaine, le terme d'immobilité laryngée unilatérale doit être privilégié.

2 Bilan étiologique

Les étiologies des PLU se distribuent schématiquement comme ceci : 30% d'atteinte iatrogène lors d'une intervention chirurgicale, 30% d'envahissement tumoral par une tumeur thoracique, 20% d'atteinte au cours d'une pathologie cervicale bénigne ou maligne (par exemple une tumeur nerveuse, une tumeur vasculaire ou une adénopathie), 10% de PLU idiopathiques [1-3] (niveau de preuve 4).

Les interventions chirurgicales sur la glande thyroïde et le poumon gauche sont les causes iatrogènes les plus fréquentes. Les taux moyens de paralysie laryngée transitoire et définitive après chirurgie de la glande thyroïde restent faibles, avec, respectivement, 2,2-3,6% et 0,7-0,9%, mais leur incidence est élevée compte tenu de la fréquence de cette chirurgie [4] (niveau de preuve 4). Une atteinte d'un nerf vague ou d'un NLI peut cependant survenir au cours de toute chirurgie

cervicale, médiastinale et thoracique gauche (c.-à-d. chirurgies vasculaires carotidienne et aortique, chirurgie cardiaque, chirurgie du rachis cervical, chirurgie de l'œsophage, chirurgie trachéale).

En l'absence de contexte évident, le bilan étiologique d'une PLU repose principalement sur une imagerie cervico-faciale et thoracique en coupes incluant la base du crâne, dans le but de rechercher une masse tumorale bénigne ou maligne située sur le trajet du nerf vague ou du NLI homolatéraux à la PLU. Une tomodensitométrie cervico-faciale et thoracique avec injection de produit de contraste iodé sera demandée en 1^{re} intention [5] (niveau de preuve 4). En l'absence de cause identifiée sur ce 1^{er} examen, on pourra demander en 2^e intention : i) une échographie thyroïdienne pour rechercher une origine thyroïdienne non rare dans cette occurrence [6] (niveau de preuve 4), ii) une IRM cérébrale avec injection de gadolinium incluant la base du crâne, en particulier en cas d'atteinte de plusieurs nerfs crâniens (IX, X, XI, XII) ou de signes centraux [7-9] (niveau de preuve 4).

En l'absence de cause organique identifiée sur le bilan d'imagerie, il conviendra de rechercher une cause de neuropathie périphérique. L'interrogatoire comprendra des questions sur l'existence d'un diabète, d'une consommation chronique d'alcool, d'une prise de médicaments, potentiellement neurotoxiques (vincristine, cisplatine, vinblastine, doxyrobutine, isoniazide, métronidazole, éthambutol, nitrofurantoïne, colistine, dapsons, traitement antipaludéen, traitements antirétroviraux, etc.), des éventuels antécédents familiaux de neuropathie, d'un syndrome d'immunodéficience acquise (sida), d'une maladie systémique d'une hypothyroïdie, d'une insuffisance rénale chronique, d'une hépatite ou une situation à risque, d'une exposition passée ou actuelle à des agents neurotoxiques soit dans l'environnement soit dans l'alimentation (plomb⁶, mercure⁷, polyacrylamide⁸, etc.), de la notion de séjours prolongés en pays tropicaux (lèpre, maladie de Chagas, etc.) [10] (accord professionnel). En dehors de toute étiologie évidente, le bilan biologique à réaliser en 1^{re} intention comprend les examens suivants : glycémie à jeun (recherche d'un diabète), numération formule sanguine (recherche d'une anémie, d'une macrocytose, d'une hémopathie maligne), gamma-glutamyl transférases, volume globulaire moyen (recherche d'une consommation problématique d'alcool), transaminases (recherche d'une hépatite), créatininémie et débit de filtration glomérulaire estimé par la formule de Cockcroft et Gault (recherche d'une insuffisance rénale), protéine C réactive ou vitesse de sédimentation (recherche d'un syndrome inflammatoire, d'une hémopathie maligne), thyroïdostimuline hypophysaire (recherche d'une hypothyroïdie).

En l'absence de cause identifiée à l'issue d'un bilan radiologique et biologique bien mené, il est important de renouveler l'exploration radiologique dans les 3 ans pour rechercher une cause passée initialement inaperçue [8,11] (niveau de preuve 4). Un bilan négatif à 5 ans permettrait d'affirmer le caractère idiopathique de la PLU [8] (niveau de preuve 4).

Si la PLU est diagnostiquée au décours immédiat d'un acte diagnostique ou thérapeutique invasif, cet acte peut être raisonnablement considéré comme la cause de la PLU, à deux conditions : 1) que l'examen clinique, notamment, le côté de la PLU, soit cohérent avec cet acte, 2) que le risque d'une PLU au cours de cet acte soit clairement rapporté dans la littérature avec une incidence significative. Si ces conditions sont réunies, la réalisation d'un bilan étiologique n'est pas nécessaire.

Recommandation 1

- En l'absence de contexte évident d'une PLU, il est recommandé de réaliser en 1re intention un scanner cervico-facial injecté incluant la base du crâne, complété par un scanner thoracique en cas de PLU gauche (Grade C).
- En l'absence de cause identifiée, une échographie thyroïdienne (PLU par atteinte du nerf laryngé inférieur) ou une IRM cervico-faciale incluant la base du crâne (PLU par atteinte du nerf vague) seront réalisées (Accord professionnel).
- Il est recommandé de réaliser un bilan biologique pour éliminer une neuropathie périphérique en l'absence de contexte évident et après un bilan radiologique initial bien conduit sans cause identifiée (Accord professionnel).
- Il est recommandé de renouveler le bilan radiologique dans les 3 années suivant le diagnostic de la PLU en l'absence de récupération spontanée et de cause identifiée lors du bilan initial (Grade C).
- Il n'est pas recommandé de réaliser un bilan à visée étiologique pour une PLU survenant au décours immédiat d'un acte chirurgical ou interventionnel, à condition que la PLU soit cohérente avec l'acte réalisé (Accord professionnel)

3 Évaluation clinique initiale (hors bilan étiologique)

L'évaluation clinique initiale d'une PLU se déroule en trois étapes : 1) diagnostiquer l'immobilité et ses conséquences fonctionnelles laryngées, 2) établir la paralysie comme cause de l'immobilité, 3) évaluer les conséquences fonctionnelles sur la voix, la déglutition et la respiration.

3.1 Diagnostiquer l'immobilité

L'examen laryngé par voie transnasale avec un endoscope souple est la méthode la plus couramment utilisée. Cet examen permet d'avoir une vue en champ large sur le laryngo-pharynx. Cette modalité d'examen permet également de tester la sensibilité de la margelle laryngée et des parois vestibulaires en utilisant l'extrémité de l'endoscope [12] (niveau de preuve 4). Cette modalité d'examen a l'avantage d'être très simple et a montré une excellente reproductibilité intra et interobservateur pour poser le diagnostic de PLU [13] (niveau de preuve 1). L'examen laryngé à l'épipharyngoscope rigide par voie transorale donne des images en plus gros plan, mais donc avec un champ plus étroit masquant en partie les sinus piriformes, et il ne permet pas de tester la sensibilité laryngée. L'usage de la stroboscopie permet surtout d'apprécier la vibration muqueuse en phonation, et le cas échéant de préciser les structures impliquées dans cette phonation. La stroboscopie n'est pas indispensable pour poser le diagnostic de PLU.

La première étape consiste à poser le diagnostic d'immobilité laryngée unilatérale par un examen laryngé dynamique. La position de la corde vocale paralysée par rapport à la ligne médiane et par rapport à la corde vocale du côté sain doit être précisée au repos et en phonation par un examen laryngoscopique minutieux. Lors des efforts de phonation, il faut se méfier des mouvements d'adduction de l'aryténoïde du côté de la PLU engendrés par le muscle interaryténoïdien qui reste innervé par le côté controlatéral sain ou la contraction du muscle cricothyroïdien non atteint. Cette adduction aryténoïdienne préservée peut faire croire à tort à une absence de PLU. En cas de doute, il conviendra de demander au patient de réaliser un effort de reniflement qui provoque normalement une abduction laryngée bilatérale brutale et ample : l'absence d'abduction aryténoïdienne d'un

côté est en faveur d'une immobilité unilatérale. L'appréciation correcte de la mobilité laryngée peut être difficile dans certaines situations cliniques comme la présence d'une sonde naso-gastrique, une stase salivaire importante, ou encore l'impossibilité de faire une tentative de phonation (présence d'une canule de trachéotomie sécurisée par un ballonnet gonflé, mauvaise vigilance ou aphasie, etc.).

3.2 Etablir la paralysie comme cause de l'immobilité

La seconde étape consiste à poser le diagnostic de PLU en l'absence de contexte évident devant une immobilité laryngée unilatérale, et le cas échéant d'essayer de préciser l'origine de l'atteinte (nerf laryngé inférieur ou nerf vague). Il s'agit là d'éliminer les autres causes d'immobilités laryngées unilatérales : une lésion muqueuse laryngée ou une infiltration laryngée sous muqueuse feront évoquer une origine tumorale, un comblement ou un aspect cicatriciel de la région glottique postérieure seront en faveur d'une sténose laryngée ou laryngo-trachéale iatrogène ou idiopathique. Une ankylose crico-aryténoïdienne unilatérale isolée avec un aspect strictement normal du larynx au repos est rare, mais pourra alors se présenter comme une PLU. Dans ce cas, un examen sous anesthésie générale avec palpation de l'aryténoïde ou une électromyographie laryngée seront utiles. En l'absence d'anomalie laryngée muqueuse ou sous muqueuse, plusieurs éléments cliniques sont fortement évocateurs d'une origine neurogène en laryngoscopie : i) un aryténoïde immobile et basculé en avant, ii) une corde vocale atrophiée ou incurvée, iii) la présence de syncinésies laryngées (mouvements de tremblements ou d'adduction paradoxale inspiratoire, correspondant à une innervation résiduelle de muscles antagonistes), iv) un sinus piriforme élargi ou avec une stase salivaire, v) une diminution unilatérale de la sensibilité laryngée. Ces paramètres ne sont pas toujours aisés à préciser, avec une reproductibilité interobservateur parfois insuffisante [14] (niveau de preuve 1). Les signes cliniques suivants sont fortement évocateurs d'une atteinte vagale au-dessus du ganglion inférieur du vague (ganglion plexiforme) : i) un sinus piriforme ipsilatéral élargi ou avec une stase salivaire, ii) une diminution ipsilatérale de la sensibilité laryngée, iii) une paralysie ipsilatérale du voile du palais, iv) un signe du rideau (contraction vers le haut et le dehors du muscle constricteur supérieur du pharynx controlatéral), v) une diminution du réflexe nauséux ipsilatéral.

3.3 Evaluer les conséquences fonctionnelles sur la voix, la déglutition et la respiration.

La troisième étape consiste à évaluer les conséquences fonctionnelles de la PLU sur la voix, la déglutition et la respiration.

3.3.1 Evaluation de la voix

La PLU entraîne une dysphonie souvent au 1er plan et dont la sévérité est très variable. Elle est d'autant plus importante que la corde est immobilisée loin de la ligne médiane. En 2018, un consensus d'experts internationaux [15] (niveau de preuve 4) a proposé une adaptation des recommandations de l'European Laryngological Society [16] (niveau de preuve 4) pour l'analyse des troubles de la voix sous la forme d'un protocole indiqué spécifiquement pour les PLU. Ces auteurs recommandaient la réalisation systématique d'un autoquestionnaire de handicap vocal (Voice Handicap Index ou VHI), d'une analyse qualitative subjective avec l'échelle GRB d'Hirano, d'un enregistrement vocal, et d'une

évaluation aérodynamique par la mesure en secondes du temps maximum de phonation (meilleur score de plusieurs mesures successives). L'analyse qualitative subjective avec l'échelle GRB d'Hirano nécessite cependant une expertise significative.

3.3.2 Evaluation des troubles de la déglutition

Les troubles de la déglutition sont rapportés chez plus de 20% des patients [17] (niveau de preuve 4). Dans cette large cohorte de 415 patients, des troubles de la déglutition étaient rapportés par 55% des cliniciens, mais uniquement objectivés par une exploration spécifique chez 19% des patients. Dans une méta-analyse portant sur 17 études, la prévalence des troubles de la déglutition était comprise entre 55,6% et 69%, avec un taux de fausses routes alimentaires laryngées compris entre 20% et 50% [18] (niveau de preuve 4). La prévalence de ces troubles est supérieure en cas de PLU d'origine centrale [17,18] (NIVEAU DE PREUVE 4). Elle est aussi fréquente en cas de corde vocale en abduction. Le risque de pneumopathie de déglutition est significativement augmenté en cas de PLU comparativement à des sujets sains [19,20] (niveau de preuve 3). Selon le niveau d'atteinte nerveuse (nerf laryngé inférieur ou nerf vague), ces troubles de la déglutition sont liés à plusieurs mécanismes physiopathologiques : défaut de fermeture laryngée, défaut de propulsion pharyngée, perte de la sensibilité laryngée, trouble de la synchronisation pharyngo-œsophagienne, défaut de relaxation du sphincter supérieur de l'œsophage et enfin défaut de sensibilité laryngée [20] (niveau de preuve 3). Ces troubles de la déglutition doivent être recherchés au minimum par un interrogatoire approprié. Ils dépendent de la sévérité de l'atteinte nerveuse, mais également de l'état clinique du patient en rapport avec une période postopératoire de chirurgie thoracique, de neurochirurgie ou de lésion cérébrale avec troubles de conscience. Dans ces cas, les troubles de déglutitions sont au premier plan et engagent le pronostic vital à court terme. Dans des situations moins critiques, des autoquestionnaires élaborés dans le cadre d'études cliniques [17,18] (niveau de preuve 4) peuvent être utiles pour notamment identifier les patients à risque de complications respiratoires [21] (niveau de preuve 4). Dans le cadre de ces études cliniques, l'exploration objective de la déglutition est le plus souvent réalisée soit par fibroscopie de déglutition soit par radiovidéoscopie de la déglutition [17,18] (niveau de preuve 4).

3.3.3 Evaluation des troubles respiratoires

Les troubles respiratoires liés à une PLU sont le plus souvent au second plan. Il faut cependant savoir les rechercher par un interrogatoire approprié [22] (niveau de preuve 4). Deux phénomènes physiopathologiques différents peuvent expliquer la gêne respiratoire ressentie par les patients. Cette gêne respiratoire peut résulter d'un défaut d'abduction en inspiration forcée, le patient se plaignant principalement d'une dyspnée d'effort par réduction de l'aire glottique avec une corde vocale restant en position médiane ou une réduction du calibre supraglottique avec une bascule antérieure de l'aryténoïde [23] (niveau de preuve 4). La dyspnée laryngée sera d'autant plus marquée que le patient avait déjà un calibre laryngé réduit (ex. : œdème de Reinke obstructif, sténose laryngée associée). Cette dyspnée laryngée peut justifier un geste d'abduction aryténoïdienne [23] (niveau de preuve 4). Une gêne respiratoire peut aussi résulter du défaut d'adduction complète lors de la phonation responsable d'une

hyperventilation liée à la fuite glottique [24] (niveau de preuve 4). Une toux inefficace qui aggrave un encombrement bronchique lié aux éventuelles fausses routes accompagne ce syndrome d'hyperventilation qui serait peut-être sous diagnostiqué en pratique clinique courante. En laboratoire d'explorations fonctionnelles respiratoires, il a été retrouvé chez 80% des patients atteints d'une PLU après chirurgie thyroïdienne [24] (niveau de preuve 4).

Recommandation 2

- Il est recommandé d'évaluer, par un interrogatoire et un examen clinique appropriés, les conséquences fonctionnelles de la PLU sur la voix, la déglutition et la respiration (GRADE C)
- Il est recommandé de réaliser lors du bilan initial, et en particulier avant une prise en charge thérapeutique, un autoquestionnaire de handicap vocal (Voice Handicap Index), une mesure du Temps Maximum de Phonation et un enregistrement vocal (Accord Professionnel)

4 Place de l'évaluation électromyographique en pratique courante

L'examen électromyographique laryngé (EMG laryngé) est un examen rapide, peu invasif, peu coûteux, mais peu accessible. Son utilité dans le diagnostic et le pronostic des paralysies laryngées unilatérales est établie.

4.1 Comment pratiquer un EMG laryngé ?

Un EMG laryngé se pratique chez un patient éveillé, pouvant être capable de réaliser des inspirations profondes, des phonations simples, ainsi que des « glissando » avec passage du mécanisme 1 en mécanisme 2. L'EMG laryngé doit toujours être précédé d'un interrogatoire complet et d'un examen du larynx. L'interprétation de l'EMG laryngé doit tenir compte de l'ancienneté de la PLU. Il existe peu de contre-indications à la réalisation de cet examen. Les complications décrites dans la littérature (laryngospasme, hémorragie laryngée, œdème) sont rares, mais imposent de réaliser cet examen après une interruption des anticoagulants et dans un centre médicalisé en cas de diplégie laryngée en fermeture [25] (accord professionnel). Une équipe composée d'un otorhinolaryngologiste et d'un électroneurophysiologiste est utile pour réaliser un EMG laryngé [26,27] (accord professionnel).

Dans un contexte de PLU, les muscles à tester sont théoriquement le « complexe thyro-aryténoïdien / crico-aryténoïdien latéral » et le crico-thyroïdien, du côté sain puis du côté atteint afin de comparer les tracés entre les deux côtés [26,28,29,30] (niveau de preuve 2). En pratique, le complexe « thyro-aryténoïdien/crico-aryténoïdien latéral » du côté de l'immobilité est souvent le seul testé. Dans le cadre des PLU, il est inutile d'enregistrer le muscle crico-aryténoïdien postérieur.

L'examen doit analyser l'activité de repos des muscles (recueil de l'activité spontanée), et l'activité lors de tâches phonatoires et respiratoires afin d'analyser le recrutement, le nombre, l'amplitude, la durée des Potentiels d'Unité Motrice (PUM) [26,27] (niveau de preuve 2). Un rapport d'EMG laryngé doit inclure : l'objectif de l'examen, les procédures effectuées, les électrodes utilisées, les

muscles testés et l'indication de l'examen, un tableau de données, les résultats et leur interprétation, et d'éventuels commentaires cliniques [26,27] (niveau de preuve 2). Si la réalisation de l'EMG laryngé est très opérateur dépendant, l'interprétation des tracés est reproductible entre neurolaryngologistes expérimentés [31] (niveau de preuve 2).

4.2 Quand pratiquer un EMG laryngé ?

L'EMG laryngé n'est à proposer qu'aux patients pour lesquels l'examen débouchera sur une conduite à tenir thérapeutique spécifique basée sur ses résultats. En d'autres termes, la réalisation d'un EMG laryngé n'est utile que si son résultat influe sur la prise en charge. Il n'est donc pas indiqué de réaliser cet examen si le patient atteint d'une PLU ne présente que des troubles minimes de la voix, de la respiration ou de la déglutition, c'est-à-dire pour lequel aucun traitement ne sera de toute façon proposé [26] (niveau de preuve 2) ou si le pronostic est certain comme lorsqu'il est établi que la voie motrice du larynx est sectionnée sans réparation (neurotmésis).

Le moment de réalisation de l'EMG laryngé par rapport à la date de début de la paralysie laryngée est crucial, car les caractéristiques des PUM peuvent changer en fonction de ce délai. Dans le meilleur des cas, l'EMG laryngé doit être réalisé après 4 semaines et moins de 6 mois après le début de la paralysie [26,32,33,34] (niveau de preuve 2).

4.3 Pourquoi réaliser un EMG laryngé ?

4.3.1 À visée diagnostique

L'EMG laryngé permet de déterminer si une immobilité laryngée est d'origine mécanique (fixation crico-aryténoïdienne, sténose glottique postérieure...) ou d'origine nerveuse, ainsi que le niveau de l'atteinte nerveuse (nerf vague ou NLI, récurrentielle associée ou non à une atteinte du nerf laryngé supérieur).

En cas d'atteinte nerveuse, le tracé EMG des muscles du côté paralysé est modifié avec des signes de dénervation récente ou ancienne, alors qu'il a un aspect normal si l'immobilité est d'origine mécanique [26] (niveau de preuve 2).

Selon le contexte, l'EMG laryngé permet de déterminer si la lésion nerveuse est récurrentielle (isolée ou associée à une atteinte du nerf laryngé supérieur) ou vagale, en testant non seulement le « complexe thyro-aryténoïdien / crico-aryténoïdien latéral » (innervé par le nerf laryngé inférieur), mais également le muscle crico-thyroïdien homolatéral (innervé par la branche externe du nerf laryngé supérieur, branche du nerf vague). En cas d'atteinte récurrentielle isolée, seul le tracé du « complexe thyro-aryténoïdien / crico-aryténoïdien latéral » montre des signes de dénervation.

4.3.2 À visée pronostique en cas de PLU

L'examen clinique ne peut à lui seul déterminer le pronostic de guérison. Établir un pronostic de récupération de la PLU permet d'adapter précocement sa prise en charge qui peut être une simple observation ou une proposition d'intervention chirurgicale corrective.

Le critère électromyographique de mauvais pronostic d'une PLU est la présence d'un recrutement réduit des unités motrices de plus de 20% par rapport au côté

sain pendant la phonation. [33,35] (niveau de preuve 1). Les critères électromyographiques de bon pronostic d'une PLU sont un recrutement normal des unités motrices (tracé interférentiel ou intermédiaire riche), un recrutement réduit de moins de 20% par rapport au côté sain pendant la phonation, ou la présence de PUM polyphasiques de réinnervation au repos [26,33,34,35] (niveau de preuve 1). La présence d'ondes positives et de fibrillation au repos n'a pas de valeur pronostique [27] (niveau de preuve 2).

Dans une méta-analyse de 10 études sur l'utilisation de l'EMG laryngé à visée pronostique, il a été trouvé une Valeur Prédictive Positive (proportion de mauvaise récupération quand l'EMG était de mauvais pronostic) de 90,9% et une Valeur Prédictive Négative (proportion de bonne récupération quand l'EMG était de bon pronostic) de 55,6% [36] (niveau de preuve 1). L'EMG laryngé est donc un bon outil pronostique de non-récupération, mais est moins efficace pour le pronostic de récupération. Un tracé de bon pronostic ne présage pas forcément d'une remobilisation prochaine, mais plus d'un maintien du tonus musculaire du pli vocal du côté atteint, qui sera de toute façon bénéfique pour la qualité vocale du patient.

4.4 La place de la stimulation dans l'EMG laryngé

Actuellement, seules les études de détection sont le plus fréquemment pratiquées lors d'un EMG laryngé. Les études de stimulation sont entravées par la conduction volumique de la stimulation dans le cou et l'incapacité d'enregistrer les potentiels d'action musculaires dans les muscles laryngés intrinsèques de façon non invasive.

Recommandation 3

- Il n'est pas recommandé de réaliser un EMG laryngé dans tous les cas de PLU (Accord professionnel).
- Il est recommandé d'interpréter le résultat de l'EMG en fonction du délai par rapport au début de la PLU (Grade B).
- Il est recommandé de réaliser l'EMG laryngé précocement après la survenue de la PLU si l'on souhaite avoir une information pronostique sur les possibilités de récupération (Grade A).

5 Rééducation orthophonique

En 1998, Isshiki rappelait les capacités du larynx à mettre en place des phénomènes de compensation [37] (niveau de preuve 4). Le terme de plasticité laryngée a été évoqué. C'est sur cette base que la rééducation orthophonique du larynx trouve en partie sa justification dans la prise en charge des PLU. Dans le but de conduire des études cliniques permettant de démontrer l'efficacité de la rééducation orthophonique dans les pathologies laryngées courantes, Dejonckere proposait déjà en 2000 un protocole spécifique multidimensionnel [38,16] (niveau de preuve 3). Force est de constater que les études visant à démontrer l'apport de la rééducation orthophonique dans la PLU manquent souvent de puissance. Dans une revue de la littérature réalisée en 2016 et incluant 10 études, les auteurs ont listé les différentes raisons qui limitaient le niveau de preuve des études cliniques : 1) l'absence de standardisation de la rééducation orthophonique, 2) l'absence de protocole d'évaluation standardisé, 3), l'hétérogénéité des rééducations orthophoniques en termes de délai et de fréquence [39] (niveau de preuve 4).

L'expérience clinique nécessite cependant de reconnaître l'importance de cette rééducation pour les patients.

Un bilan orthophonique précoce permettra d'évaluer l'intensité de l'atteinte et l'utilité d'une rééducation orthophonique, voire d'un geste chirurgical précoce. La prise en charge orthophonique commence toujours par un bilan des fonctions altérées par la PLU, à savoir la voix, la déglutition, la respiration et la toux. Ce bilan relève encore aujourd'hui d'une prescription médicale. Le bilan vocal doit comporter à minima un enregistrement de la voix du patient sur un texte lu, une voyelle tenue à hauteur et intensité confortables, une mesure du Temps Maximum de Phonation, une évaluation subjective de la voix au moyen de l'échelle GRB (intensité de la dysphonie, de la raucité et de la fuite glottique), et une évaluation du handicap vocal par un autoquestionnaire (Voice Handicap Index) [137] (accord professionnel). L'évaluation des troubles de la déglutition repose avant tout sur l'interrogatoire, éventuellement complété par des tests de déglutition d'aliments liquides ou solides de différentes textures. Les fausses routes alimentaires laryngées et donc le risque de pneumopathie de déglutition peuvent mettre en jeu le pronostic vital du patient. Dans ce cas, le patient devra être adressé rapidement pour un acte chirurgical permettant d'améliorer la déglutition (augmentation cordale ou thyroplastie de type 1).

La rééducation appropriée est décidée par l'orthophoniste aux termes du bilan initial. Le nombre de séances de rééducation ne doit pas figurer sur l'ordonnance médicale. Cette rééducation ne vise pas à obtenir une remobilisation du larynx qui dépend uniquement du potentiel de réinnervation laryngée. Les objectifs de cette rééducation orthophonique sont d'une part de mettre en jeu des mécanismes de compensation favorables comme l'utilisation de postures, et d'autre part d'éviter l'installation de mécanismes défavorables comme les contractions laryngées supraglottiques ou les tensions musculaires cervicales. Pour rétablir le couplage entre les deux cordes vocales lors de la phonation, on peut par exemple utiliser la production de sons aigus (mécanisme 2) [41,42] (accord professionnel), réaliser des exercices de semi-occlusions du tractus vocal [43,44] (accord professionnel), ou encore réaliser des chaînes d'occlusions non voisées puis voisées [41,45] (accord professionnel). Le travail sur les restrictions musculaires peut se faire via la thérapie manuelle [46] (accord professionnel) ou un travail sur les fascias [47, 48] (accord professionnel). Les exercices de résonance vocale visent à améliorer le rendement laryngé [49] (niveau de preuve 4). Les adaptations posturales visent à majorer la fermeture du sphincter glottique lors de la déglutition. La flexion antérieure de la tête, un temps recommandée [50] (niveau de preuve 4), doit être proposée avec prudence, car elle peut être contre-productive chez les patients présentant une faiblesse pharyngée et peut majorer les stases alimentaires avec un risque de fausse route laryngée secondaire [51] (niveau de preuve 4). La rotation de la tête vers le côté atteint ferme le sinus piriforme du côté atteint et ouvre le sinus piriforme du côté sain, favorisant ainsi une conduite adaptée du bolus alimentaire vers la bouche œsophagienne en limitant les stases alimentaires dans un pharynx hypotonique [52] (accord professionnel). Les adaptations de texture vont concerner plutôt la prise des liquides en proposant des liquides stimulants (froids ou gazeux) et savoureux (acides, sucrés). Il sera parfois nécessaire d'épaissir les liquides selon la nomenclature IDDSI (IDDSI 1 : très légèrement épais, IDDSI 2 : légèrement épais, IDDSI 3 : modérément épais, IDDSI 4 : très épais) [53] (accord professionnel). L'épaississement des liquides serait plus efficace que la flexion antérieure de la tête [54] (niveau de preuve 4). Les exercices rééducatifs visent à améliorer la propulsion pharyngée (exercices

d'ouverture de mâchoire contre résistance qui renforcent la musculature supra-hyoïdienne afin de diminuer le temps de réponse pharyngée) et l'ouverture du sphincter supérieur de l'œsophage (l'exercice du shaker abandonné ensuite pour celui du Chin Tuck Against Résistance plus efficace avec une balle ou avec le neckline slimmer) [55] (niveau de preuve 4). Enfin, des exercices de relaxation et de libération diaphragmatique permettront de relâcher d'éventuelles tensions mises en jeu lors des exercices plus toniques abordés pour la voix [56] (accord professionnel).

De nombreux auteurs plaident pour une rééducation orthophonique précoce, même si les études manquent de puissance [57, 58, 59, 60] (niveau de preuve 4). Si la prise en charge précoce semble apporter un plus grand bénéfice, la thérapie vocale est jugée efficace sans notion de délai tant d'un point de vue de la qualité vocale que de celui de la qualité de vie [61] (niveau de preuve 4). Une rééducation tardive, soit plus de 8 semaines après l'atteinte, ne permettrait cependant pas une récupération vocale aussi fonctionnelle [59] (niveau de preuve 4). Une rééducation précoce permettra en effet de prévenir au mieux l'acquisition de mécanismes compensatoires défavorables, même si une rééducation tardive avait encore de l'intérêt [60] (niveau de preuve 4). Le cas échéant, cette rééducation doit être poursuivie après un éventuel geste chirurgical laryngé pour permettre au patient de s'adapter à la nouvelle configuration laryngée.

Recommandation 4

- Il est recommandé de réaliser un bilan orthophonique précoce en cas de PLU symptomatique (GRADE C)
- En cas de symptômes sévères, mal tolérés ou mettant en jeu le pronostic vital, il est recommandé de ne pas attendre les effets de la rééducation orthophonique pour envisager un geste chirurgical (Accord professionnel).
- Il est recommandé d'évaluer l'efficacité de la rééducation orthophonique avant un maximum de 30 séances. En cas de résultat insuffisant de la rééducation orthophonique, un geste chirurgical doit être discuté (Accord professionnel)

6 Augmentation cordale

6.1 Choix des produits de comblement

L'augmentation cordale est une procédure médicale qui consiste à injecter une substance dans la corde vocale paralysée pour en augmenter son volume de façon à corriger un défaut de fermeture glottique.

De très nombreux produits de comblement ont été proposés depuis le début du XXe siècle. Les produits mal tolérés sur le long terme ou n'offrant pas toutes les garanties de sécurité sanitaire ont été progressivement abandonnés. Par ailleurs, tous les produits retrouvés dans la littérature ne sont pas disponibles pour le marché français. Il s'agit d'un marché évolutif dont on ne peut donner qu'une idée instantanée.

Selon certains auteurs, le produit d'injection cordale idéal serait biocompatible, de propriétés biomécaniques identiques à la corde vocale, facilement injectable et dénué de risque de migration [62] (niveau de preuve 4).

6.1.1 La graisse autologue

En 1991, Mikaelian *et coll.* ont rapporté la 1^{re} injection de graisse autologue dans la corde vocale [63] (niveau de preuve 4). Plusieurs sites donneurs, moyens de prélèvement et traitements de la graisse ont été rapportés, mais les données manquent pour les comparer en termes d'efficacité [3] (niveau de preuve 4). Il n'a pas été retrouvé de différences de résultats selon les modalités de prélèvement et d'injection de la graisse [64] (niveau de preuve 4). Il s'agit d'un produit de comblement très bien toléré, sans réaction inflammatoire au niveau du site receveur [65] (niveau de preuve 4). Évalué par imagerie TDM, le volume injecté diminue considérablement au cours des premiers mois, avec une résorption qui pourrait atteindre 70% du volume injecté à 3 mois, suivie d'une stabilité au moins jusqu'à 24 mois [66] (niveau de preuve 4). Une persistance de la graisse au-delà de 24 mois a été rapportée [67] (niveau de preuve 4).

En termes de résultats fonctionnels, tous les auteurs rapportent une amélioration significative des paramètres vocaux au cours des premiers mois [68–70] (niveau de preuve 4). A 12 mois, deux tiers des patients injectés précocement et n'ayant pas récupéré une mobilité laryngée normale garderaient un bénéfice de la procédure en termes de résultats vocaux objectifs, mais il n'est pas dit si les patients ont eu besoin d'une intervention supplémentaire [68] (niveau de preuve 4). Dans la limite d'études rétrospectives avec un nombre significatif de perdus de vue et des durées de suivi variables, 9% à 30% des patients nécessiteraient un geste complémentaire comme une nouvelle injection ou une médialisation par thyroplastie de type 1 [69,71](niveau de preuve 4) [72](niveau de preuve 2). En d'autres termes, plus de 70% des patients trouvent un bénéfice durable à l'injection de graisse autologue, un résultat qui vient confirmer la persistance d'une partie du volume injecté. A noter que tous les auteurs réalisaient une correction volontairement excessive pour tenir compte de la résorption partielle, avec un bord médial convexe en fin d'injection.

Recommandation 5

Il est recommandé de réaliser une surcorrection lors d'une augmentation cordale par injection de graisse autologue pour augmenter le taux de succès à long terme en raison d'une résorption partielle constante lors des premières semaines suivant l'injection (Grade C)

6.1.2 Les produits de comblement de synthèse

Contrairement à la graisse autologue, les produits de comblement de synthèse sont soutenus commercialement. Un certain nombre de produits de synthèse ont été évalués dans cette indication. Ces produits peuvent être classés selon leur potentiel de résorption spontanée en produits résorbables ou non résorbables. Ils ont tous l'avantage d'être proposés en seringues prêtes à l'emploi.

Ces produits sont considérés comme des dispositifs médicaux implantables classés selon leurs risques pour la santé. Au sein de l'Union européenne, la mise sur le marché des dispositifs médicaux est conditionnée par l'obtention d'un marquage (Conformité européenne ou CE) avant la commercialisation du produit.

Recommandation 6

Il est recommandé d'utiliser un dispositif médical implantable autorisé par les autorités de tutelle françaises ou européennes. L'utilisation de tout autre produit doit être réalisée dans le cadre d'études cliniques (Grade A).

6.1.3 Les produits de synthèse non résorbables

En 1965, Rubin HJ a rapporté la 1^{re} injection de silicone ou polydimethylsiloxane [73] (niveau de preuve 4). Si une réaction locale inflammatoire transitoire est retrouvée chez près d'un tiers des patients [74] (niveau de preuve 4), les cas de réactions à corps étranger évolutives semblent exceptionnels [75] (niveau de preuve 4). Depuis l'abandon du tétrafluoroéthylène (Teflon) pour des raisons de tolérance à long terme, il s'agit du seul produit de synthèse non résorbable actuellement disponible dans cette indication.

Les données rapportées dans la littérature retrouvent toutes une amélioration des paramètres vocaux [76] (niveau de preuve 2) [77] (niveau de preuve 3) [78-80] (niveau de preuve 4). L'amélioration était durable dans le temps, avec, parfois, un recul minimum de 3 ans [78,79] (niveau de preuve 4).

Compte tenu du caractère irréversible de cette injection avec un risque de mauvais résultat vocal définitif, et de l'existence de produits résorbables plus faciles à manipuler, l'injection d'un produit non résorbable doit être réalisée chez des patients sélectionnés.

Pour certains auteurs, cette technique devrait être réservée aux patients ayant une paralysie laryngée ancienne de plus d'un an sans récupération spontanée de la mobilité [78] (niveau de preuve 4), ou une paralysie laryngée unilatérale dans un contexte de maladie incurable au stade palliatif [77] (niveau de preuve 3).

D'autre part, l'injection d'un produit non résorbable doit être réalisée dans des conditions chirurgicales optimales pour s'assurer d'une injection adéquate en volume et en localisation. Contrairement à la graisse autologue, l'injection doit être bien contrôlée pour ne pas risquer une injection excessive ou une injection trop superficielle (espace de Reinke notamment).

Recommandation 7

Il est recommandé de limiter le plus possible le recours à un produit synthétique non résorbable pour une augmentation cordale par injection, compte tenu des risques de mauvais résultats vocaux définitifs en cas d'injection inappropriée, et de la disponibilité actuelle de produits de synthèse résorbables plus sûrs à utiliser (Accord professionnel).

6.1.4 Les produits de synthèse résorbables

À partir des années 1980, des injections de collagène ont été proposées, d'abord d'origine animale puis humaine. Les risques sanitaires potentiels liés à la transmission de pathogènes pour les produits d'origine humaine, ou les risques de réactions allergiques nécessitant des tests cutanés préalables pour les produits d'origine bovine [81] (niveau de preuve 4), ont rendu ces produits moins sûrs. Des collagènes de synthèse sont actuellement disponibles pour la médecine

esthétique, mais n'ont pas encore été évalués dans l'indication d'augmentation cordale.

Le gel de carboxyméthylcellulose présente un excellent profil de tolérance [82] (niveau de preuve 4). De résorption rapide, il tend à être plutôt utilisé lorsqu'un effet transitoire est volontairement recherché [83] (niveau de preuve 4).

L'hydroxyapatite de calcium est disponible au sein d'un gel de carboxyméthylcellulose injectable [84] (niveau de preuve 4). Une fois le gel résorbé, les microbilles d'hydroxyapatite de calcium vont persister, avec des résultats stables à 12 mois démontrés en imagerie par TDM grâce à ses caractéristiques spontanément hyperdenses [85,86] (niveau de preuve 4). Il s'agirait donc d'un produit partiellement résorbable. Quelques cas de réactions à corps étranger ont été rapportés, ce qui en fait un produit non dénué de risques [87,88] (niveau de preuve 4).

L'acide hyaluronique est un des principaux composants de la matrice extracellulaire. Il a été introduit en médecine esthétique à la fin des années 1990 et très vite proposé pour une injection dans la corde vocale [89] (niveau de preuve 4). Il s'agit d'un dispositif médical implantable qui ne bénéficie pas spécifiquement en France d'une autorisation de mise sur le marché pour l'augmentation cordale. Des cas de réactions inflammatoires transitoires ont été rapportés au niveau de la corde vocale, mais sans qu'il soit possible de rattacher cet effet secondaire au produit lui-même ou à la technique d'injection [90] (niveau de preuve 4).

Ces produits résorbables diffèrent essentiellement par leur vitesse de résorption : 2 à 6 mois pour le carboxyméthylcellulose [91] (niveau de preuve 4), 6 à 12 mois pour l'acide hyaluronique [92] (niveau de preuve 4), plus de 12 mois pour l'hydroxyapatite de calcium [85] (niveau de preuve 4). L'évaluation clinique de la résorption d'un produit injecté en profondeur dans la corde vocale étant difficile, la plupart des auteurs ont rapporté les délais à partir desquels les patients perdaient le bénéfice clinique de l'injection, à savoir une récurrence de leurs symptômes.

Comme pour les produits non résorbables, une certaine prudence s'impose pour les produits les plus lentement résorbables comme l'hydroxyapatite de calcium, dans la mesure où une injection inadaptée (réalisée hors du plan et en volume inadéquate) aurait des conséquences prolongées.

Les produits résorbables sont particulièrement indiqués dans le cas de paralysies laryngées unilatérales de pronostic incertain de récupération. D'une part, l'injection précoce d'un produit résorbable permet de réduire rapidement les symptômes du patient et n'obère pas le pronostic vocal en cas de récupération de la mobilité [93] (niveau de preuve 4). D'autre part, une injection précoce permettrait de diminuer le recours ultérieur à une procédure plus durable [94-95] (niveau de preuve 4).

Ces produits sont également intéressants lorsque le bénéfice d'une augmentation cordale est incertain sur le plan de la voix ou de la déglutition. Dans ce cas, le choix se portera sur un produit rapidement résorbable.

Trois hypothèses ont été proposées pour expliquer l'effet favorable de ces produits parfois observé au-delà du délai habituel de résorption spontanée : une dégradation isovolémique (remodelage tissulaire au niveau du site d'injections), une réinnervation spontanée, et la mise en route d'une compensation laryngée contralatérale [62] (niveau de preuve 4).

Recommandation 8

- Il est recommandé d'utiliser un produit résorbable dans le cadre d'une paralysie laryngée de pronostic incertain (Accord professionnel).
- Il est recommandé d'utiliser un produit résorbable en cas de difficultés durant la procédure rendant aléatoire la précision de l'injection (Accord professionnel).

6.2 Choix de la procédure d'injection

L'augmentation cordale peut être réalisée selon différentes modalités, sous anesthésie générale (voie endoscopique) ou sous anesthésie locale (voie transorale, voie transnasale, voie transcutanée). Par ailleurs, l'injection transcutanée peut être réalisée par voie inter-crico-thyroïdienne, par voie interthyroïdienne-transépiglottique, voire à travers le cartilage thyroïde. Toutes les procédures sous anesthésie locale sont réalisées sous contrôle laryngé au moyen d'un laryngoscope souple (laryngoscopie interventionnelle). Ces modalités présentent chacune leurs avantages et inconvénients. Le choix de la modalité dépend à la fois de l'expérience du praticien, du choix du patient, du produit choisi pour l'augmentation cordale, et de contraintes anatomiques et médicales. En 2018, une revue systématique de la littérature n'avait pas retrouvé de différences de résultats entre les injections réalisées sous anesthésie générale ou sous anesthésie locale [97] (niveau de preuve 4). Cette équivalence de résultats justifie le développement des techniques de laryngoscopie interventionnelle.

L'injection de graisse autologue est presque exclusivement réalisée sous anesthésie générale au bloc opératoire, principalement pour faciliter les procédures de prélèvement invasif de la graisse, de sa préparation aseptique et de son injection par laryngoscopie directe. Dans ces conditions, les patients ne doivent pas présenter de contre-indication médicale à l'anesthésie générale ni d'exposition inadéquate du plan glottique en laryngoscopie directe. Certains auteurs ont montré la faisabilité d'une procédure réalisée totalement sous anesthésie locale, avec l'injection d'une graisse autologue centrifugée via le canal opérateur d'un laryngoscope souple [98,99] (niveau de preuve 4).

Les produits de synthèse sont disponibles en seringues prêtes à l'emploi, ce qui facilite considérablement la procédure et permet théoriquement une utilisation sous anesthésie locale. Cependant, ces produits diffèrent en termes d'injectabilité. Le silicone et l'hydroxyapatite de calcium sont trop épais pour être injectés par voie transnasale via le canal opérateur d'un endoscope souple. Compte tenu des contraintes liées à l'injection d'un produit non résorbable, le silicone est réservé à une utilisation sous anesthésie générale pour optimiser la sécurité de l'injection en termes de localisation et de quantité. L'hydroxyapatite peut cependant être injectée par voie transcutanée.

Actuellement les produits résorbables injectables sous anesthésies locales ont un gros intérêt pour les patients contre indiqués à l'anesthésie générale ou présentant des comorbidités importantes. L'essor actuel de l'acide hyaluronique est indéniable et la qualité de vie des patients est améliorée [62] (niveau de preuve 4).

En conclusion, la modalité d'injection sera adaptée à la fois au patient (conditions anatomiques, compliance, choix, contexte médical), au professionnel (matériel disponible, expérience) et au produit choisi (Accord professionnel).

7 Thyroplastie de type 1 et adduction aryténoïdienne

7.1 Thyroplastie de type 1

La thyroplastie de type 1, décrite par Isshiki *et coll.* en 1974, est une intervention ayant pour objectif d'exercer une compression latérale sur la corde vocale, afin de repousser son bord médial vers la ligne médiane (médialisation) en abordant l'espace paraglottique à travers une fenêtre cartilagineuse pratiquée dans l'aile thyroïdienne en regard de la corde vocale [100] (niveau de preuve 4). Les thyroplasties de types II, III et IV, respectivement pour latéraliser, raccourcir, ou allonger la corde vocale, n'ont pas d'indication dans la PLU.

7.1.1 Quel implant utiliser ?

Dans la technique initiale, un fragment de cartilage autologue prélevé au bord supérieur de l'aile thyroïdienne était introduit dans l'espace paraglottique [100,101] (niveau de preuve 4). Depuis, différents matériaux synthétiques biocompatibles non résorbables ont été expérimentés : le silicone [102,103] (niveau de preuve 4), le Gore-Tex® [104] (niveau de preuve 4), le titane [105] (niveau de preuve 4), l'hydroxyapatite [106] (niveau de preuve 4), le prolène [107] (niveau de preuve 4), ou encore une association de titane et silicone [108] (niveau de preuve 4).

En 1993, Montgomery *et coll.* ont proposé une gamme d'implants stériles en silicone prêts à l'emploi, ainsi qu'un ancillaire chirurgical facilitant la réalisation de la fenêtre cartilagineuse [103] (niveau de preuve 4). Ces implants de tailles différentes (cinq pour les hommes, cinq pour les femmes) sont autobloquants pour limiter le risque d'extrusion, et ont une forme optimisant la médialisation postérieure de la corde vocale. De nombreuses études utilisant l'implant de Montgomery ont montré une amélioration significative des paramètres phonatoires des patients atteints de PLU, particulièrement le Voice Handicap Index (VHI) et le temps maximal phonatoire (TMP) [109] (niveau de preuve 4). Toutefois, des échecs de thyroplastie de type 1 avec implant de Montgomery sont rapportés, et sont le plus souvent liés à une mauvaise position ou à une taille inadaptée de l'implant [110] (niveau de preuve 4). Desuter *et coll.* ont montré que la standardisation de la forme de ces implants présentait des limites, avec de moins bons résultats sur l'allongement du TMP chez les femmes, en raison d'une moins bonne adéquation de ces implants pour les larynx féminins qui présentent un angle antérieur plus ouvert que les larynx masculins [111] (niveau de preuve 4). Afin de pallier ce phénomène, Zapater *et coll.* ont développé un système lui aussi basé sur les mesures de Montgomery, mais qui permet de vérifier le bon positionnement de l'implant avant de faire la fenêtre cartilagineuse [112] (niveau de preuve 4). Ce procédé leur a permis d'améliorer leurs résultats de VHI et de TMP en montrant qu'il existait une tendance à devoir déplacer la fenêtre cartilagineuse vers le bas et l'avant [113] (niveau de preuve 4).

Quel que soit le matériau implanté, la thyroplastie de type 1 est une intervention chirurgicale avec des risques de complications locales liées à l'abord cervical et laryngé. Dans une revue du registre national américain de 2006 à 2015, le taux de trachéotomie après thyroplastie était de 1%, le taux de réhospitalisation de 5% et le taux de révision chirurgicale de 5,9% [114] (niveau de preuve 4). Cette étude ne permettait pas de rapporter le taux spécifique de complications pour chacun des matériaux. Dans la plus grande série française de thyroplastie de type 1

utilisant l'implant de Montgomery, qui a inclus 96 patients, le taux global de complications était de 6,2%, sans nécessité de trachéotomie [115] (niveau de preuve 4). Les cas d'extrusion intraluminaire de l'implant ont été plus souvent rapportés avec le Gore-Tex® [116] (niveau de preuve 4). Un déplacement secondaire en lien avec une intubation endotrachéale a été rapporté [117] (niveau de preuve 4).

Si cette intervention est habituellement réalisée au cours d'une courte hospitalisation avec un surveillance postopératoire au minimum d'une nuit et un drainage transitoire [118] (niveau de preuve 4), certains auteurs proposent une prise en charge ambulatoire devant le faible taux de complications et une survenue de celles-ci en général plusieurs jours après l'intervention [119,120] (niveau de preuve 4).

Toutes les études ont rapporté une amélioration significative des paramètres vocaux subjectifs ou objectifs après thyroplastie de type 1, quel que soit le matériau utilisé [107,[121-124] (niveau de preuve 4) [125] (niveau de preuve 3). Cependant, peu d'études ont comparé les résultats obtenus avec les différents types de matériaux. Une étude ne montrait pas de différence significative entre les implants de Montgomery et les implants en Gore-Tex® [126] (niveau de preuve 3). Une étude prospective randomisée ayant inclus 30 patients n'a pas non plus retrouvé de différence significative pour les paramètres acoustiques et aérodynamiques entre les implants en silicone non préformé et les implants en Gore-tex®. Seul le temps opératoire était significativement réduit pour les implants en Gore-tex®, car il n'y avait pas nécessité de les conformer [127] (niveau de preuve 3). Storck et coll. ont comparé les implants en hydroxyapatite versus titane, et montraient une fermeture glottique et des résultats phonatoires en faveur des implants en titane [128] (niveau de preuve 3). Pour van Ardenne et coll., aucune différence significative n'était retrouvée entre les implants en silicone et les implants en titane sur une cohorte de 24 patients [129] (niveau de preuve 4). En conclusion, parmi tous les matériaux proposés pour une thyroplastie de type 1, il n'est pas recommandé d'utiliser un matériau spécifique. Le volume adéquat et la bonne position de celui-ci sont plus importants que le matériau lui-même.

Recommandation 9

Il est recommandé d'utiliser un dispositif médical autorisé par les autorités françaises ou européennes lorsqu'une thyroplastie de type 1 est indiquée (Grade A).

7.1.2 Quand faire une thyroplastie de type 1?

La thyroplastie de type 1 et l'augmentation intracordale sont les deux techniques de médialisation laryngée à effet fonctionnel immédiat. L'indication de la thyroplastie versus l'augmentation cordale reste aujourd'hui débattue, et dépend de plusieurs paramètres, dont l'habitude du chirurgien.

Si l'on se focalise sur la pérennité du résultat phonatoire de la médialisation laryngée, on peut noter que les études ayant rapporté les résultats les plus tardifs sont en faveur de la thyroplastie de type 1 [122,130] (niveau de preuve 4) et des injections intracordales de silicone [131] (niveau de preuve 4). Il est plutôt attendu que le silicone, matériau non résorbable, soit à l'origine des résultats de plus longue durée, qu'il soit implanté ou injecté. Cette observation va dans le sens

de privilégier l'utilisation d'un matériau non résorbable en cas d'immobilité laryngée considérée comme définitive.

Plusieurs études ont comparé les résultats entre thyroplastie de type 1 et les autres techniques chirurgicales de traitement de la PLU. Une revue systématique de la littérature de 2016 qui incluait 17 articles ne retrouvait globalement pas de différence significative entre les différentes techniques chirurgicales (thyroplastie de type 1, adduction thyroïdienne, augmentation cordale, réinnervation laryngée) [132] (niveau de preuve 4). Quelques nuances doivent cependant être apportées. L'injection de graisse autologue, pour conserver l'apport bénéfique et comparable à la thyroplastie de type 1, nécessite dans certains cas une nouvelle injection afin de maintenir la qualité du résultat phonatoire. Ainsi, Hartl et coll. avaient montré un taux de révision chirurgicale de 2% après implant de Montgomery, contre 13% après injection de graisse, avec un recul moyen de 2 ans [69] (niveau de preuve 4). Toutefois, une des limites de ces études comparatives est l'hétérogénéité des groupes de patients présentant des atteintes laryngées non comparables [132] (niveau de preuve 4). Une étude a par ailleurs montré que le seul facteur significativement relié à la nécessité de réinjection dans les PLU initialement traitées par injection était l'importance de l'ouverture glottique [133] (niveau de preuve 4), ce qui peut en faire un argument en faveur de la thyroplastie de type 1 dans les fuites glottiques importantes. Concernant les comparaisons entre thyroplastie de type 1 et réinnervation laryngée, les résultats semblaient comparables pour les 2 techniques, bien que moins favorables pour la réinnervation laryngée pour les patients les plus âgés (au-delà de 52 ans pour Paniello et coll. [134] (niveau de preuve 2)).

La société coréenne de laryngologie a édité des recommandations quant à la prise en charge des PLU en 2020. Elle recommande plutôt une médialisation par augmentation cordale quand l'espérance de vie du patient est faible, en cas de comorbidités importantes, ou encore quand le patient ne souhaite pas de cicatrice cervicale [5] (niveau de preuve 4).

Pour les patients ayant une demande vocale importante, une injection précoce avec un matériau temporaire comme l'acide hyaluronique permet d'augmenter la qualité de vie avant toute décision concernant une laryngoplastie [135,136] (niveau de preuve 4). Pour certains auteurs, la médialisation précoce de la corde vocale paralysée par injection semblerait diminuer le recours secondaire à une thyroplastie de type 1 [137] (niveau de preuve 2). Toutefois, en cas d'insuffisance de résultat d'une injection intracordale, la question de la faisabilité d'une thyroplastie de type 1 se pose. Une étude n'a pas montré de différence significative sur le VHI et le taux de révision chirurgicale en cas de thyroplastie de type 1 réalisée d'emblée ou secondairement après un échec de médialisation par injection de graisse [138] (niveau de preuve 4).

Compte tenu de ses avantages et de ses excellents résultats, la thyroplastie de type 1 peut être proposée dans tous les cas de PLU. Cependant, dans une PLU de pronostic incertain de récupération et en l'absence de symptômes sévères ou mettant en jeu le pronostic vital, l'augmentation cordale avec un produit de synthèse résorbable présente des avantages significatifs en termes de morbidité. Actuellement, la thyroplastie de type 1 peut difficilement être recommandée en 1^{ère} intention dans cette situation

Recommandation 10

Il n'est pas recommandé de proposer en 1^{ère} intention une thyroplastie de type 1 en cas de PLU avec un pronostic incertain de récupération et en l'absence de symptômes sévères ou mettant en jeu le pronostic vital. (Accord professionnel).

7.2 Adduction thyroïdienne

L'adduction aryténoïdienne a initialement été proposée par Isshiki et coll. pour les PLU avec une fente glottique large et une différence de hauteur entre les 2 cordes vocales [139] (niveau de preuve 4). Pour certains auteurs, l'adduction aryténoïdienne est une intervention qui peut être réalisée en association à une thyroplastie, afin de jouer sur les composantes horizontale et verticale de la paralysie de la corde vocale. Cette association est peu fréquente et représente 7,8% de l'ensemble de thyroplasties aux USA [114] (niveau de preuve 4).

Une étude à partir de scanners 3D de patients opérés d'une thyroplastie de type 1 a observé les rapports entre l'implant et le cartilage aryténoïde. L'implant permet une rotation interne de l'apophyse vocale, médialisant et allongeant ainsi la corde vocale paralysée [140] (niveau de preuve 4). Pour Laccourreye et coll., l'espace glottique postérieur ainsi refermé, l'adduction aryténoïdienne complémentaire ne serait pas nécessaire, en dehors des rares cas où l'aryténoïde paralysée est située dans un plan supérieur à la corde vocale saine [109] (niveau de preuve 4). Wong et coll. ont montré une relation entre la différence de hauteur entre les 2 cordes vocales et le résultat phonatoire après médialisation laryngée. Dans cette étude, la différence de hauteur entre les 2 aryténoïdes était mesurée rétrospectivement à partir de coupes frontales de scanner préopératoires [141] (niveau de preuve 3). Les résultats des études ayant comparé les patients traités par thyroplastie seule ou en association à une adduction aryténoïdienne ne sont pas univoques. Il ne semble pas y avoir de différence significative en termes de paramètres acoustiques [142,143] (niveau de preuve 4). Dans une étude rétrospective, Zimmermann et coll. notaient toutefois que les patients ayant bénéficié d'une association adduction aryténoïdienne-thyroplastie présentaient initialement des dysphonies plus importantes, et que le VHI était significativement plus amélioré lorsque les deux techniques étaient associées [144] (niveau de preuve 4). De même, Youssef et coll. ont mis en évidence que les patients qui avaient bénéficié d'une association adduction aryténoïdienne-thyroplastie présentaient en préopératoire une altération plus marquée du caractère soufflé de la voix, révélant ainsi de façon rétrospective un des arguments intuitivement utilisés par les auteurs pour proposer une telle association [145] (niveau de preuve 4).

Malgré les potentiels avantages de l'adduction aryténoïdienne, cette procédure est techniquement difficile et implique une manipulation de l'articulation cricoaryténoïdienne. En comparaison à la thyroplastie de type 1, l'adduction aryténoïdienne est associée à une augmentation des complications chirurgicales, dont l'obstruction des voies respiratoires et la dysphagie, ainsi qu'à une augmentation de la durée opératoire [146] (niveau de preuve 4).

En conclusion, en cas de PLU définitive avec une forte abduction ou une bascule aryténoïdienne, une adduction aryténoïdienne peut être proposée (accord professionnel).

8 Réinnervation laryngée

8.1 Introduction historique

Dans les paralysies laryngées unilatérales, la réinnervation ne cherche pas à restituer les mouvements de l'aryténoïde. L'intervention proposée est une réinnervation non sélective qui n'est pas ciblée vers un groupe musculaire spécifique. Il s'agit d'une réinnervation globale des muscles de l'hémilarynx via le nerf laryngé inférieur. Ses objectifs sont doubles : éviter l'atrophie cordale par le maintien d'une innervation du muscle thyro-aryténoïdien, stabiliser l'aryténoïde par le maintien d'une innervation des muscles adducteurs et abducteurs.

Dans les années 70, Tucker [147] (niveau de preuve 4) puis May [148] (niveau de preuve 4) ont cherché à réinnover spécifiquement les muscles adducteurs laryngés avec une des branches de l'hypoglosse. Il s'agissait d'implanter, à travers une fenêtre découpée dans le cartilage thyroïde, un pédicule neuromusculaire, c'est-à-dire un fragment de muscle sous-hyoïdien et son innervation dans les muscles laryngés adducteurs. Puis il est apparu que de meilleurs résultats étaient obtenus si une réinnervation globale de l'hémilarynx était réalisée [149,150] (niveau de preuve 4) comme le permettait la section suture immédiate du nerf laryngé inférieur, en cas de lésion dans la chirurgie thyroïdienne [151] (accord professionnel). Ce concept de syncinésies favorables défini par Roger Crumley [152] (niveau de preuve 4) a été le support du développement de la technique de l'anastomose entre le tronc du nerf laryngé inférieur et l'anse de l'hypoglosse. Les axones moteurs de l'anse de l'hypoglosse colonisent alors la partie distale du nerf laryngé inférieur. Cette repousse axonale est lente et se fait à la vitesse d'un millimètre par jour environ.

8.2 Résultats

Les articles qui traitent de la réinnervation convergent pour présenter une amélioration significative de la voix dans les 3 à 6 mois après l'intervention [153] (niveau de preuve 4). Les paramètres améliorés sont aussi bien l'analyse perceptive (score GRBAS), que le temps maximal de phonation, les paramètres d'instabilité (jitter, shimmer, rapport signal/bruit), les paramètres stroboscopiques (position du pli vocal par rapport à la ligne médiane, qualité de la vibration laryngée). Les études utilisant l'EMG démontrent également un enrichissement des tracés lors de la phonation.

L'association d'une réinnervation nerveuse par suture de l'anse cervicale avec le nerf laryngé inférieur et d'une injection de graisse autologue semble supérieure à la médialisation par injection de graisse autologue seule [154] (niveau de preuve 2). Cette augmentation cordale réalisée au moment de la chirurgie de réinnervation permet d'attendre l'effet de la repousse neuronale.

Il semble que les meilleurs résultats de la suture de l'anse cervicale-nerf laryngé inférieur soient obtenus chez les patients jeunes (<60 ans Li [155] (niveau de preuve 3), ou < 52 ans [156] (niveau de preuve 2)), et lorsque le geste est réalisé dans les 2 ans qui suivent l'apparition de la paralysie [134] (niveau de preuve 3). Dans ce cas, il existerait une supériorité de la réinnervation sur la thyroplastie [10] (niveau de preuve 2).

Deux auteurs rapportent une diminution des troubles de la déglutition après une réinnervation laryngée non sélective [157,158] (niveau de preuve 4). Un auteur rapporte une diminution des spasmes laryngés [159] (niveau de preuve 4).

8.3 Indications

8.3.1 Réparation immédiate du nerf en cas de section pendant une thyroïdectomie

Six articles traitent de la réparation immédiate du nerf laryngé inférieur lors de sa section en cours de thyroïdectomie et montrent que sa réparation immédiate améliore davantage la voix que les techniques passives réalisées à distance [157,160] (niveau de preuve 2); [161-164] (niveau de preuve 4). La réparation peut être réalisée soit par suture directe des extrémités du nerf sectionné s'il n'y a pas de tension, soit en plaçant un greffon d'interposition. Mais dans le cas où une réinnervation par le nerf laryngé inférieur proximal ne peut être réalisée, il convient de réaliser une anastomose entre l'anse cervicale et le nerf laryngé inférieur distal (réinnervation laryngée secondaire non sélective). En termes de résultats, il n'a pas été démontré de différence entre ces différentes stratégies.

Recommandation 11

En cas de section du nerf laryngé inférieur pendant une chirurgie thyroïdienne, il est recommandé de réparer le nerf immédiatement (Accord professionnel)

8.3.2 Réinnervation à distance de l'apparition de la paralysie laryngée unilatérale

8.3.2.1 Indications vocales de réinnervation laryngée secondaire

8.3.2.1.1 Intérêt de l'électromyographie laryngée

La réalisation d'une électromyographie laryngée (ciblant au minimum le muscle thyro-aryténoïdien) est conseillée avant de proposer une réinnervation laryngée par suture nerveuse. Il n'est cependant pas nécessaire de constater un silence électrique ou des signes de dénervation sévère pour proposer la technique. Le plus souvent, 6 mois après la lésion du nerf laryngé inférieur, la réinnervation spontanée permet d'observer un enrichissement en phonation dans le muscle thyro-aryténoïdien, cependant réduite par rapport au muscle normal [165] (niveau de preuve 4). Il peut également exister des syncinésies défavorables (activité inappropriée du muscle crico-aryténoïdien postérieur en phonation), [166] (niveau de preuve 4). L'effet de la réinnervation est une augmentation, voire une normalisation de l'activité du muscle thyro-aryténoïdien en phonation [162,155,156,134] (niveau de preuve 2).

Recommandation 12

Il est recommandé de réaliser un EMG laryngé avant de proposer une réinnervation laryngée secondaire, cet examen devant soit montrer une souffrance nerveuse sévère, soit évoquer des syncinésies défavorables (Grade B)

8.3.2.1.2 Délai optimal pour proposer une réinnervation après la survenue de la paralysie

La réinnervation laryngée non sélective nécessite une section du nerf laryngé inférieur. Elle est donc contre-indiquée lorsqu'il existe un potentiel raisonnable de récupération. Les études montrent qu'au-delà d'un délai de 9 mois, la probabilité de récupération fonctionnelle (récupération vocale ou de remobilisation) est faible [167] (niveau de preuve 4). On peut donc raisonnablement proposer une réinnervation laryngée 9 mois après l'apparition de la PLU en l'absence de récupération fonctionnelle.

La littérature rapporte de meilleurs résultats lorsque le délai est de moins de 2 ans après l'apparition de la paralysie [165] (niveau de preuve 3). Cependant, il existe de très bons résultats après un long temps de dénervation (grâce à l'innervation résiduelle et la correction de syncinésies défavorables) (accord professionnel).

Recommandation 13

- En l'absence de section connue du nerf, il est recommandé d'attendre un délai de 9 mois minimum sans récupération fonctionnelle avant de proposer une réinnervation laryngée par suture nerveuse (Grade C).
- Dans le cas d'une réinnervation laryngée secondaire, il est recommandé de la réaliser dans les deux ans après l'apparition de la paralysie (Grade C). Une réinnervation plus tardive est cependant envisageable (Accord professionnel).

8.3.2.1.3 Quels patients ?

La réinnervation laryngée a montré sa supériorité par rapport à la thyroplastie chez les patients âgés de moins de 60 ans [155] (niveau de preuve 3), voire moins de 52 ans [156] (niveau de preuve 2). L'absence de matériau implanté au cours de la réinnervation est un avantage chez des patients dont l'espérance de vie reste longue. On évite alors les risques de détérioration ou d'extrusion à long terme du matériau implanté.

La réinnervation peut être réalisée en seconde intention, après échec ou résultat incomplet d'un premier traitement [154] (niveau de preuve 2).

La technique de réinnervation nécessite un délai de quelques mois (4 mois) avant d'être efficace. C'est pour cette raison que certains auteurs lui associent une augmentation cordale avec l'injection d'un produit résorbable (acide hyaluronique) ou partiellement résorbable (graisse autologue) [154] (niveau de preuve 2).

Néanmoins, du fait de ce délai avant efficacité, il ne semble pas recommandé de proposer cette technique chez des patients dont l'espérance de vie est limitée.

Recommandation 14

Il n'est pas recommandé de proposer une réinnervation laryngée à des patients dont l'espérance de vie est inférieure à 2 ans (Accord professionnel).

8.3.2.2 Indications non vocales de réinnervation laryngée

8.3.2.2.1 Troubles de la déglutition

Bien que la littérature rapporte une amélioration de la déglutition après réinnervation laryngée [157,158] (niveau de preuve 4), cette technique n'est pas

recommandée pour corriger des troubles isolés de la déglutition. En effet, les fausses routes exposent à des risques infectieux et doivent être traitées, si elles sont expliquées par la paralysie laryngée, en utilisant une technique à efficacité immédiate telles une médialisation par injection ou une thyroplastie.

Recommandation 15

Il n'est pas recommandé de proposer une réinnervation laryngée seule en cas de fausses routes invalidantes imputables à la paralysie laryngée. Dans ce cas, une augmentation cordale ou une thyroplastie de type 1 devra être associée à la réinnervation laryngée (Accord professionnel)

8.3.2.2 Dyspnées

Les causes de dyspnée après paralysie laryngée unilatérale sont multiples. Elles peuvent être dues à la bascule interne de l'aryténoïde et à la flaccidité du repli ary-épiglottique, mais également être une manifestation de syncinésies défavorables permanentes ou sous forme de spasmes laryngés. La réinnervation laryngée peut être proposée dans le deuxième cas comme le rapporte une petite série de cas avec un haut taux de résolution complète des spasmes (12/13 patients) [159] (niveau de preuve 4). En cas de spasmes laryngés post-paralytiques, une dénervation/réinnervation peut être proposée après avoir réalisé un test thérapeutique par injection de toxine botulique dans le côté paralysé (accord professionnel).

9 Place de la toxine botulique

Les injections de toxine botulique ont une place dans la réduction des symptômes induits par les phénomènes de réinnervation aberrante, en particulier quand des syncinésies sont responsables d'une dyspnée laryngée [168,169] (niveau de preuve 4). Dans un tout autre registre, l'utilisation de la toxine botulique a été rapportée dans le traitement de granulomes de l'apophyse vocale liés à une paralysie du nerf laryngé supérieur [170] (niveau de preuve 4).

La littérature permet d'identifier plus de 40 cas de patients traités par injection de toxine botulique, principalement en raison d'une dyspnée [169,171,172] (niveau de preuve 4). La dyspnée peut être présente à l'effort et parfois au repos. Elle est différente du manque d'air ressenti lors de la parole. A l'examen, la corde vocale est plutôt en position médiane ou paramédiane sans signe d'atrophie ou d'hypotonie. Des mouvements d'adduction paradoxale des cordes vocales sont également observables. L'examen électromyographique permet de confirmer la présence d'une activité spastique et de déterminer les cibles à injecter [171-173] (niveau de preuve 4). Il a été ainsi rapporté des injections réalisées de manière unilatérale à des doses de 1 à 7,5 unités de toxine équivalent toxine botulique A (BotoxR) dans le muscle thyro-aryténoïdien, et de 2,5 U dans le muscle crico-thyroïdien [171-173] (niveau de preuve 4). Ces injections étaient associées à une rééducation notamment respiratoire [169] (niveau de preuve 4).

Recommandation 16

Il est recommandé de proposer une injection intralaryngée de toxine botulique du côté paralysé devant une dyspnée laryngée invalidante en rapport avec des syncinésies après échec d'une prise en charge rééducative (Grade C).

BILBIOGRAPHIE

1. Benninger, M. S., J. B. Gillen, et J. S. Altman. 1998. « Changing Etiology of Vocal Fold Immobility ». *The Laryngoscope* 108 (9): 1346-50. <https://doi.org/10.1097/00005537-199809000-00016>.
2. Yumoto, Eiji, Ryosei Minoda, Masamitsu Hyodo, et Takahiko Yamagata. 2002. « Causes of Recurrent Laryngeal Nerve Paralysis ». *Auris, Nasus, Larynx* 29 (1): 41-45. [https://doi.org/10.1016/s0385-8146\(01\)00122-5](https://doi.org/10.1016/s0385-8146(01)00122-5).
3. Rosenthal, Laura H. Swibel, Michael S. Benninger, et Robert H. Deeb. 2007. « Vocal Fold Immobility: A Longitudinal Analysis of Etiology over 20 Years ». *The Laryngoscope* 117 (10): 1864-70. <https://doi.org/10.1097/MLG.0b013e3180de4d49>.
4. Cirocchi, Roberto, Alberto Arezzo, Vito D'Andrea, Iosief Abraha, Georgi I. Popivanov, Nicola Avenia, Chiara Gerardi, Brandon Michael Henry, Justus Randolph, et Marcin Barczyński. 2019. « Intraoperative Neuromonitoring versus Visual Nerve Identification for Prevention of Recurrent Laryngeal Nerve Injury in Adults Undergoing Thyroid Surgery ». *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 1 (janvier): CD012483. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012483.pub2>.
5. Korean Society of Laryngology, Phoniatics and Logopedics Guideline Task Force, Chang Hwan Ryu, Tack-Kyun Kwon, Heejin Kim, Han Su Kim, Il-Seok Park, et al. 2020. « Guidelines for the Management of Unilateral Vocal Fold Paralysis From the Korean Society of Laryngology, Phoniatics and Logopedics ». *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology* 13 (4): 340-60. <https://doi.org/10.21053/ceo.2020.00409>
6. Bilici, Suat, Muhammet Yildiz, Ozgur Yigit, et Esra Misir. 2019. « Imaging Modalities in the Etiologic Evaluation of Unilateral Vocal Fold Paralysis ». *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation* 33 (5): 813.e1-813.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.04.017>.
7. Kapoor, J., A. Trinidad, G. Mochloulis, et W. Mohamid. 2012. « Plasmacytoma of the Atlas Presenting as Hoarseness: A Rare Cause of Unilateral Vocal Fold Palsy ». *The Journal of Laryngology and Otology* 126 (8): 870-72. <https://doi.org/10.1017/S0022215112001132>.
8. Noel, Julia E., Caroline C. Jeffery, et Edward Damrose. 2016. « Repeat Imaging in Idiopathic Unilateral Vocal Fold Paralysis: Is It Necessary? ». *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology* 125 (12): 1010-14. <https://doi.org/10.1177/0003489416670654>.
9. Pak M. W., H. K. Mak, P. K. Ku, et C. A. van Hasselt. 1996. « Dural Metastasis at Medulla Oblongata: A Rare Cause of Vocal Fold Paralysis ». *The Journal of Laryngology and Otology* 110 (9): 884-86. <https://doi.org/10.1017/s0022215100135248>.
10. Prise en charge diagnostique des neuropathies périphériques (polyneuropathies et mononeuropathies multiples), Recommandations pour la Pratique Clinique, Haute Autorité de santé, 2007. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/diagnostic_neuropathies_peripheriques_recommandations.pdf
11. Rubin F., Villeneuve A, Alciato L, Slaïm L, Bonfils P, et Laccourreye O. 2018. « Idiopathic Unilateral Vocal-Fold Paralysis in the Adult ». *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases* 135 (3): 171-74. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2018.01.004>.
12. Tabae A, Murry T, Zschommler A, Desloge RB. Flexible Endoscopic Evaluation of Swallowing With Sensory Testing in Patients With Unilateral Vocal Fold Immobility: Incidence and Pathophysiology of Aspiration. *The Laryngoscope*. avr 2005;115(4):565-9.
13. Madden LL, Rosen CA. Evaluation of Vocal Fold Motion Abnormalities: Are We All Seeing the Same Thing? *J Voice*. janv 2017;31(1):72-7.
14. Isseroff TF, Parasher AK, Richards A, Sivak M, Woo P. Interrater Reliability in Analysis of Laryngoscopic Features for Unilateral Vocal Fold Paresis. *J Voice*. nov 2016;30(6):736-40.
15. Mattei A, Desuter G, Roux M, Lee B-J, Louges M-A, Osipenko E, et al. International consensus (ICON) on basic voice assessment for unilateral vocal fold paralysis. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 1 févr 2018;135(1, Supplement):S11-5.

16. Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, et al. A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 28 févr 2001;258(2):77-82.
17. Schiedermaier B, Kendall KA, Stevens M, Ou Z, Presson AP, Barkmeier-Kraemer JM. Prevalence, incidence, and characteristics of dysphagia in those with unilateral vocal fold paralysis. *The Laryngoscope*. oct 2020;130(10):2397-404.
18. Zhou D, Jafri M, Husain I. Identifying the Prevalence of Dysphagia among Patients Diagnosed with Unilateral Vocal Fold Immobility. *Otolaryngol Head Neck Surg*. juin 2019;160(6):955-64.
19. Tsai M-S, Yang Y-H, Liu C-Y, Lin M-H, Chang G-H, Tsai Y-T, et al. Unilateral Vocal Fold Paralysis and Risk of Pneumonia: A Nationwide Population-Based Cohort Study. *Otolaryngol Head Neck Surg*. mai 2018;158(5):896-903.
20. Domer AS, Leonard R, Belafsky PC. Pharyngeal weakness and upper esophageal sphincter opening in patients with unilateral vocal fold immobility. *The Laryngoscope*. 2014;124(10):2371-4.
21. Zuniga SA, Ebersole B, Jamal N. Utility of Eating Assessment Tool-10 in Predicting Aspiration in Patients with Unilateral Vocal Fold Paralysis. *Otolaryngol Head Neck Surg*. juill 2018;159(1):92-6.
22. Brunner E, Friedrich G, Kiesler K, Chibidziura-Priesching J, Gugatschka M. Subjective breathing impairment in unilateral vocal fold paralysis. *Folia Phoniatr Logop*. 2011;63(3):142-6.
23. Matievics V, Bach A, Sztano B, Bere Z, Tobias Z, Castellanos PF, et al. Functional outcomes of endoscopic arytenoid abduction lateropexy for unilateral vocal cord paralysis with dyspnea. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. oct 2017;274(10):3703-10.
24. Bequignon E, Dang H, Zerah-Lancner F, Coste A, Boyer L, Papon J-F. Unilateral recurrent laryngeal nerve palsy post-thyroidectomy: Looking for hyperventilation syndrome. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. oct 2019;136(5):373-7.
25. Klap P, Perrin A, Cohen M, Parmentier M. How to do a laryngeal electromyography procedure ? *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*. 2007 Jun;124(2):90-4.
26. Muni MC, Heman-Ackah YD, Rosen CA, Sulica L, Maronian N, Mandel S, et al. Consensus statement: Using laryngeal electromyography for the diagnosis and treatment of vocal cord paralysis. *Muscle Nerve*. 2016 Jun;53(6):850-5.
27. Blitzer A, Crumley RL, Dailey SH, et al. Recommendations of the Neurolaryngology Study Group on laryngeal electromyography. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;140:782–93.
28. Chang WH, Fang TJ, Li HY, Jaw FS, Wong AMK, Pei YC. Quantitative electromyographic characteristics of idiopathic unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope*. 2016 Nov;126(11):E362-E368.
29. Gavazzoni FB, Scola RH, Lorenzoni PJ, Kamoi Kay CS, Werneck LS. The clinical value of laryngeal electromyography in laryngeal immobility. *Clin Neurosci*. 2011 Apr;18(4):524-7.
30. Fang TJ, Pei YC, Hsin LJ, Lin WN, Lee LA, Li HY, Wong AMK. Quantitative laryngeal electromyography assessment of cricothyroid function in patients with unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope*. 2015 Nov;125(11):2530-5.
31. Ho GY, Leonhard M, Volk GF, Foerster G, Pototschnig C, Klinge K, et al. Inter-rater reliability of seven neurolaryngologists in laryngeal EMG signal interpretation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2019 Oct;276(10):2849-2856.
32. Wang CC, Chang MH, Wang CP. Prognostic Indicators of Unilateral Vocal Fold Paralysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008; 134: 380-8.
33. Wang CC, Chang MH, De Virgilio A, et al. Laryngeal electromyography and prognosis of unilateral vocal fold paralysis—a long-term prospective study. *Laryngoscope*. 2015; 125:898–903.
34. Focquet A, Péréon Y, Ségura S, Ferron C, Malard O, Espitalier F. Diagnostic and prognostic contribution of laryngeal electromyography in unilateral vocal-fold immobility in adults. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2017 Feb;134(1):13-18.

35. Munin MC, Rosen CA, Zullo T. Utility of laryngeal electromyography in predicting recovery after vocal fold paralysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84:1150–1153.
36. Rickert SM, Childs LF, Carey BT, Murry T, Sulica L. Laryngeal electromyography for prognosis of vocal fold palsy: a meta-analysis. *Laryngoscope.* 2012 Jan;122(1):158-61.
37. Isshiki N. 1998. « Mechanical and Dynamic Aspects of Voice Production as Related to Voice Therapy and Phonosurgery ». *Journal of Voice : Official Journal of the Voice Foundation* 12 (2): 125-37. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(98\)80031-3](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(98)80031-3).
38. Dejonckere P. H. 2000. « Clinical Implementation of a Multidimensional Basic Protocol for Assessing Functional Results of Voice Therapy. A Preliminary Study ». *Revue De Laryngologie - Otologie - Rhinologie* 121 (5): 311-13.
39. Walton C., Conway E., Blackshaw H., et Carding C. 2017. « Unilateral Vocal Fold Paralysis: A Systematic Review of Speech-Language Pathology Management ». *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation* 31 (4): 509.e7-509.e22. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.11.002>.
40. Mattei, A., G. Desuter, M. Roux, B. -J. Lee, M. -A. Louges, E. Osipenko, B. Sadoughi, B. Schneider-Stickler, A. Fanous, et A. Giovanni. 2018. « International Consensus (ICON) on Basic Voice Assessment for Unilateral Vocal Fold Paralysis ». *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases, International Consensus (ICON) IFOS Paris 2017 - ENT World Congress*, 135 (1, Supplement): S11-15. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2017.12.007>.
41. Amy de la Bretèque Benoît. 1998. « Les techniques de rééducation des paralysies laryngées unilatérales ». *Cahier d'ORL* ; 33, 2 : 68-72
42. Amy de la Bretèque Benoît. 2003. « La pratique des chaînes d'occlusion dans la rééducation des paralysies unilatérales du larynx ». *Rééducation orthophonique* n°215 : 27-42
43. Padilha de Moraes Joziane Lima, Aparecida Carla Mara Cielo, Christmann Keli. 2016. « Speech therapy with phonation into tubes in a patients with vocal fold paralysis surgically medialized: a case study » *Rev. CEFAC.* Nov-Dez ; 18(6) :1466-1473
44. Amy de la Bretèque Benoît. 2013. « L'équilibre et le rayonnement de la voix ». *De Boeck Solal, Paris.* 132 pages
45. Bianco Erki. 2016. « Rééducation spécifique des paralysies récurrentielles unilatérales par contraction des muscles interarytoidiens », In : Klein Dallant C. *De la voix parlée au chant*, 288-291. Ville d'Avray.
46. Piron Alain. 2007. « Techniques ostéopathiques appliquées à la phoniatrie ». *Edition symétrie 2007, Lyon*
47. Simmonds Nigel, Miller Peter, Gemmell Hugh. 2010. « Theoretical framework for the role of fascia in manual therapy. *J Bodyw MovTher.* ; <https://doi:10.1016/j.jbmt.2010.08.001>
48. Trinquesse Emmanuelle. 2014. « L'importance des sensations corporelles pour l'ajustement du geste vocal ». *Journal de l'association française des professeurs de chant*, Octobre
49. Barrichelo-Lindstro Viviane, Behlau Mara. 2009. « Resonant Voice in Acting Students: Perceptual and Acoustic Correlates of the Trained Y-Buzz by Lessac ». *Journal of Voice*, Vol. 23, No. 5, 2009
50. Shanahan. K., J. A. Logemann, A. W. Rademaker, B. R. Pauloski, et P. J. Kahrilas. 1993. « Chin-down Posture Effect on Aspiration in Dysphagic Patients ». *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 74 (7): 736-39. [https://doi.org/10.1016/0003-9993\(93\)90035-9](https://doi.org/10.1016/0003-9993(93)90035-9).
51. Domer Amanda, Léonard Rebecca, Belafski Peter. 2014. « Pharyngeal weakness and upper esophageal sphincter opening in patients with unilateral vocal fold immobility ». *The laryngoscope.* 124 (10) : 2371-2374. <https://doi-org.lama.univ-amu.fr/10.1002/lary.24779>
52. Logemann Jeri A. 1984. « Evaluation and treatment of swallowing disorders ». *NSSLHA Journal*, 38-50
53. Ruglio V., Girod-Roux M., Acher A. 2017. Traduction en français de France des outils de l'IDDSI (International Dysphagia Diet Standardisation Initiative), ou Projet pour une standardisation internationale des textures adaptées aux dysphagies.
54. Robbins J., Gensler G, Hind J., Logemann J.A, Lindblad A.S, Brandt D., Baum H., et al. 2008. « Comparison of 2 Interventions for Liquid Aspiration on Pneumonia Incidence: A Randomized

- Trial ». *Annals of Internal Medicine* 148 (7): 509-18. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-148-7-200804010-00007>.
55. Yoon Wai Lam, Khoo Jason Kai Peng, Liow Suzan J. Richard. 2015. « Chin Tuck Against Résistance (CTAR) : New method for enhancing suprahyoid muscle activity using a shaker type exercice ». *Dysphagia* 29 : 243-248.
 56. Sauvignet-Poulain Alexandra, Poulain Jean-Claude. 2016. « La rééducation vocale des immobilités laryngées » In : Klein Dallant C. *De la voix parlée au chant*, 277-287. Ville d'Avray.
 57. Miyata E., Makoto M, Osamu S., Yoshiki K., Masao Y., Tomoki K., Takayuki K., Koichi T., et Hiroshi I. 2020. « Early Voice Therapy for Unilateral Vocal Fold Paralysis Improves Subglottal Pressure and Glottal Closure ». *American Journal of Otolaryngology* 41 (6): 102727. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102727>.
 58. El-Banna, Manal, et Gamal Youssef. 2014. « Early Voice Therapy in Patients with Unilateral Vocal Fold Paralysis ». *Folia Phoniatica et Logopaedica: Official Organ of the International Association of Logopedics and Phoniatics (IALP)* 66 (6): 237-43. <https://doi.org/10.1159/000369167>.
 59. Mattioli, F., M. Menichetti, G. Bergamini, G. Molteni, M. P. Alberici, M. P. Luppi, F. Nizzoli, et L. Presutti. 2015. « Results of Early Versus Intermediate or Delayed Voice Therapy in Patients With Unilateral Vocal Fold Paralysis: Our Experience in 171 Patients ». *Journal of Voice : Official Journal of the Voice Foundation* 29 (4): 455-58. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.09.027>.
 60. Busto-Crespo O., Uzcanga-Lacabe M, Abad-Marco A., Berasategui I., García L., Maraví E., Aguilera-Albesa S., Fernández-Montero A., et Fernández-González S. 2016. « Longitudinal Voice Outcomes After Voice Therapy in Unilateral Vocal Fold Paralysis ». *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation* 30 (6): 767.e9-767.e15. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.10.018>
 61. Schindler A, Bottero A., Capaccio P., Ginocchio D., Adorni F., et Ottaviani F. 2008. « Vocal Improvement after Voice Therapy in Unilateral Vocal Fold Paralysis ». *Journal of Voice : Official Journal of the Voice Foundation* 22 (1): 113-18. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.08.004>.
 62. Wang C-C, Wu S-H, Tu Y-K, Lin W-J, Liu S-A. Hyaluronic Acid Injection Laryngoplasty for Unilateral Vocal Fold Paralysis—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cells* 2020;9:2417. <https://doi.org/10.3390/cells9112417>.
 63. Mikaelian DO, Lowry LD, Sataloff RT. Lipoinjection for unilateral vocal cord paralysis. *The Laryngoscope* 1991;101:465-8. <https://doi.org/10.1288/00005537-199105000-00003>.
 64. Truzzi GM, Pauna HF, Bette P, Gusmão RJ, Crespo AN, Semenzati GO. Methods of Fat Tissue Processing for Human Vocal Fold Injection: A Systematic Review. *J Voice* 2017;31:244.e17-244.e21. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.08.012>.
 65. Tamura E, Tabata Y, Yamada C, Okada S, Iida M. Autologous fat augmentation of the vocal fold with basic fibroblast growth factor: Computed tomographic assessment of fat tissue survival after augmentation. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 2015;135:1163-7. <https://doi.org/10.3109/00016489.2015.1064544>.
 66. Nishio N, Fujimoto Y, Hiramatsu M, Maruo T, Suga K, Tsuzuki H, et al. Computed tomographic assessment of autologous fat injection augmentation for vocal fold paralysis: CT of Autologous Fat Injection Augmentation. *Laryngoscope Investig Otolaryngol* 2017;2:459-65. <https://doi.org/10.1002/lio2.125>.
 67. Brandenburg JH, Unger JM, Koschke D. Vocal cord injection with autogenous fat: a long-term magnetic resonance imaging evaluation. *The Laryngoscope* 1996;106:174-80. <https://doi.org/10.1097/00005537-199602000-00013>.
 68. Laccourreye O, Papon J-F, Kania R, Crevier-Buchman L, Brasnu D, Hans S. Intracordal Injection of Autologous Fat in Patients With Unilateral Laryngeal Nerve Paralysis: Long-Term Results From the Patient's Perspective 2003:6.
 69. Hartl DM, Hans S, Crevier-Buchman L, Vaissière J, Brasnu DF. Long-term acoustic comparison of thyroplasty versus autologous fat injection. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2009;118:827-32. <https://doi.org/10.1177/000348940911801201>.
 70. Fang T-J, Li H-Y, Gliklich RE, Chen Y-H, Wang P-C, Chuang H-F. Outcomes of fat injection laryngoplasty in unilateral vocal cord paralysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;136:457-62. <https://doi.org/10.1001/archoto.2010.42>.

71. Havas TE, Priestley KJ. Autologous fat injection laryngoplasty for unilateral vocal fold paralysis. *ANZ J Surg* 2003;73:938-43. <https://doi.org/10.1046/j.1445-2197.2003.02824.x>.
72. McCulloch TM, Andrews BT, Hoffman HT, Graham SM, Karnell MP, Minnick C. Long-term follow-up of fat injection laryngoplasty for unilateral vocal cord paralysis. *The Laryngoscope* 2002;112:1235-8. <https://doi.org/10.1097/00005537-200207000-00017>.
73. Rubin HJ. Dysphonia due to unilateral nerve paralysis. treatment by the intracordal injection of synthetics--a preliminary report. *Calif Med* 1965;102:105-9.
74. Duruisseau O, Wagner I, Fugain C, Chabolle F. Endoscopic rehabilitation of vocal cord paralysis with a silicone elastomer suspension implant. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg* 2004;131:241-7. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2003.11.021>.
75. Baijens L, Speyer R, Linssen M, Ceulen R, Manni JJ. Rejection of injectable silicone "Bioplastique" used for vocal fold augmentation. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007;264:565-8. <https://doi.org/10.1007/s00405-006-0224-6>.
76. Koelmel JC, Sittel C. [Quality of voice and life after injection laryngoplasty using VOX Implants® (polydimethylsiloxane)]. *Laryngorhinootologie* 2014;93:316-20. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1363256>.
77. Alves CB, Loughran S, MacGregor FB, Dey JIR, Bowie LJ. Bioplastique medialization therapy improves the quality of life in terminally ill patients with vocal cord palsy. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2002;27:387-91. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2273.2002.00601.x>.
78. Mattioli F, Bettini M, Botti C, Busi G, Tassi S, Malagoli A, et al. Polydimethylsiloxane Injection Laryngoplasty for Unilateral Vocal Fold Paralysis: Long-Term Results. *J Voice* 2017;31:517.e1-517.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.12.017>.
79. Bergamini G, Alicandri-Ciufelli M, Molteni G, Villari D, Luppi MP, Genovese E, et al. Therapy of Unilateral Vocal Fold Paralysis With Polydimethylsiloxane Injection Laryngoplasty: Our Experience. *J Voice* 2010;24:119-25. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.05.003>.
80. Sittel C, Echemmach M, Federspil PA, Plinkert PK. Polydimethylsiloxane Particles for Permanent Injection Laryngoplasty n.d.:7.
81. Luu Q, Tsai V, Mangunta V, Berke GS, Chhetri DK. Safety of percutaneous injection of bovine dermal crosslinked collagen for glottic insufficiency. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg* 2007;136:445-9. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2006.11.032>.
82. Mallur PS, Morrison MP, Postma GN, Amin MR, Rosen CA. Safety and efficacy of carboxymethylcellulose in the treatment of glottic insufficiency. *The Laryngoscope* 2012;122:322-6. <https://doi.org/10.1002/lary.21930>.
83. Carroll TL, Faudoa E, Van Doren M. Evaluation of a Shorter Follow-up Time to Capture Benefit of a Trial Vocal Fold Augmentation. *J Voice* 2019;33:169-75. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.10.017>.
84. Rosen CA, Thekdi AA. Vocal fold augmentation with injectable calcium hydroxylapatite: short-term results. *J Voice Off J Voice Found* 2004;18:387-91. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.02.001>.
85. Rosen CA, Gartner-Schmidt J, Casiano R, Anderson TD, Johnson F, Remacle M, et al. Vocal fold augmentation with calcium hydroxylapatite: Twelve-month report. *The Laryngoscope* 2009;119:1033-41. <https://doi.org/10.1002/lary.20126>.
86. Woo SH, Son Y-I, Lee SH, Park JJ, Kim J pyeong. Comparative Analysis on the Efficiency of the Injection Laryngoplasty Technique Using Calcium Hydroxyapatite (CaHA): The Thyrohyoid Approach Versus the Cricothyroid Approach. *J Voice* 2013;27:236-41. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.11.001>.
87. Tanna N, Zalkind D, Glade RS, Bielamowicz SA. Foreign body reaction to calcium hydroxylapatite vocal fold augmentation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;132:1379-82. <https://doi.org/10.1001/archotol.132.12.1379>.
88. DeFatta RA, Chowdhury FR, Sataloff RT. Complications of Injection Laryngoplasty Using Calcium Hydroxylapatite. *J Voice* 2012;26:614-8. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.08.005>.
89. Hertegård S, Hallén L, Laurent C, Lindström E, Olofsson K, Testad P, et al. Cross-linked hyaluronan versus collagen for injection treatment of glottal insufficiency: 2-year follow-up. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 2004;124:1208-14. <https://doi.org/10.1080/00016480410017701>.

90. Dominguez LM, Tibbetts KM, Simpson CB. Inflammatory reaction to hyaluronic acid: A newly described complication in vocal fold augmentation. *The Laryngoscope* 2017;127:445–9. <https://doi.org/10.1002/lary.26156>.
91. Cohen JT, Benyamini L. Voice outcome after vocal fold injection augmentation with carboxymethyl cellulose versus calcium hydroxyapatite. *J Laryngol Otol* 2020;134:263–9. <https://doi.org/10.1017/S0022215120000481>.
92. Rudolf R, Sibylle B. Laryngoplasty With Hyaluronic Acid in Patients With Unilateral Vocal Fold Paralysis. *J Voice* 2012;26:785–91. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.11.007>.
93. Choi N, Jin H, Kim HJ, Son Y-I. Early Injection Laryngoplasty With a Long-Lasting Material in Patients With Potentially Recoverable Unilateral Vocal Fold Paralysis. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2019;12:427–32. <https://doi.org/10.21053/ceo.2019.00444>.
94. Yung KC, Likhterov I, Courey MS. Effect of temporary vocal fold injection medialization on the rate of permanent medialization laryngoplasty in unilateral vocal fold paralysis patients. *The Laryngoscope* 2011;121:2191–4. <https://doi.org/10.1002/lary.21965>.
95. Prendes BL, Yung KC, Likhterov I, Schneider SL, Al-Jurf SA, Courey MS. Long-term effects of injection laryngoplasty with a temporary agent on voice quality and vocal fold position. *The Laryngoscope* 2012;122:2227–33. <https://doi.org/10.1002/lary.23473>.
96. Alghonaim Y, Roskies M, Kost K, Young J. Evaluating the timing of injection laryngoplasty for vocal fold paralysis in an attempt to avoid future type 1 thyroplasty. *J Otolaryngol - Head Neck Surg J Oto-Rhino-Laryngol Chir Cervico-Faciale* 2013;42:24. <https://doi.org/10.1186/1916-0216-42-24>.
97. Ballard DP, Abramowitz J, Sukato DC, Bentsianov B, Rosenfeld RM. Systematic Review of Voice Outcomes for Injection Laryngoplasty Performed under Local vs General Anesthesia. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg* 2018;159:608–14. <https://doi.org/10.1177/0194599818780207>.
98. Maccarini AR, Stacchini M, Mozzanica F, Schindler A, Basile E, Rossi GD, et al. Efficacia della laringoplastica iniettiva fibroendoscopica trans-nasale con grasso autologo centrifugato nel trattamento dell'insufficienza glottica da paralisi cordale monolaterale. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2018;204–13. <https://doi.org/10.14639/0392-100X-2012>.
99. Saibene AM, Pipolo C, Lorusso R, Portaleone SM, Felisati G. Transnasal endoscopic microfractured fat injection in glottic insufficiency. *B-ENT* 2015;11:229–34.
100. Isshiki N, Motita H, Okamura H, Hiramoto M. Thyroplasty as a new phonosurgical technique. *Acta Otolaryngol.* 1974;78(1-6):451-5.
101. Isshiki N, Okamura H, Ishikawa T. Thyroplasty type I (lateral compression) for dysphonia due to vocal cord paralysis or atrophy. *Acta Otolaryngol* 1975;80:465-73.
102. Koufman JA. Laryngoplasty for vocal cord medialization: an alternative to Teflon. *Laryngoscope.* 1986;96(7):726-31.
103. Montgomery WW, Blaugrund SM, Varvares MA. Thyroplasty: a new approach. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1993;102(8 Pt 1):571-579.
104. McCulloch TM, Hoffman HT. Medialization laryngoplasty with expanded polytetrafluoroethylene. Surgical technique and preliminary results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1998;107(5 Pt 1):427-32.
105. Friedrich G. Titanium vocal fold medializing implant: introducing a novel implant system for external vocal fold medialization. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1999;108(1):79-86.
106. Cummings CW, Purcell LL, Flint PW. Hydroxylapatite laryngeal implant for medialization. Preliminary report. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102:843-51.
107. Rashid M, Karim MN, Saleem H, Najam A, Aasim U, Hashmi MA, Javed M, Ullah Z. A Novel Technique for Thyroplasty Type 1, With Prolene Mesh Implant. *J Voice.* 2021;S0892-1997(21)00317-9.
108. Ho GY, Leonhard M, Denk-Linnert DM, Schneider-Stickler B. Pre- and intraoperative acoustic and functional assessment of the novel APrevent® VOIS implant during routine medialization thyroplasty. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2020;277(3):809-817.

109. Laccourreye O, Rubin F, van Lith-Bijl J, Desuter G. Keys to successful type-1 thyroplasty with Montgomery® implant for unilateral laryngeal immobility in adults. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2021;138(3):191-194.
110. Woo P, Pearl AW, Hsiung MW, Som P. Failed medialization laryngoplasty: management by revision surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2001;124(6):615-21.
111. Desuter G, Henrard S, Van Lith-Bijl JT, Amory A, Duprez T, van Benthem PP, Sjögren E. Shape of Thyroid Cartilage Influences Outcome of Montgomery Medialization Thyroplasty: A Gender Issue. *J Voice.* 2017;31(2):245.e3-245.e8.
112. Zapater E, García-Lliverós A, López I, Moreno R, Basterra J. A new device to improve the location of a Montgomery thyroplasty prosthesis. *Laryngoscope.* 2014;124(7):1659-62.
113. Zapater E, Basterra J, López I, Oishi N, García-Lliverós A. Use of individual anatomical variations to customise window location in montgomery implant thyroplasty: A case series study. *Clin Otolaryngol.* 2019;44(6):1162-1165.
114. Ekbohm DC, Orbelo DM, Sangaralingham LR, Mwangi R, Van Houten HK, Balakrishnan K. Medialization laryngoplasty/arytenoid adduction: U.S. outcomes, discharge status, and utilization trends. *Laryngoscope.* 2019;129(4):952-960.
115. Laccourreye O, El Sharkawy L, Holsinger FC, Hans S, Ménard M, Brasnu D. Thyroplasty type I with Montgomery implant among native French language speakers with unilateral laryngeal nerve paralysis. *Laryngoscope.* 2005;115(8):1411-7.
116. Watanabe K, Hirano A, Honkura Y, Kashima K, Shirakura M, Katori Y. Complications of using Gore-Tex in medialization laryngoplasty: case series and literature review. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2019;276(1):255-261.
117. Ayala MA, Patterson MB, Bach KK. Late displacement of a Montgomery thyroplasty implant following endotracheal intubation. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2007;116(4):262-4.
118. Rosen CA. Complications of phonosurgery: results of a national survey. *Laryngoscope* 1998;108(11 pt 1):1697-1703.
119. Patel J, Boon M, Spiegel J, Huntley C. Safety of Outpatient Type 1 Thyroplasty. *Ear Nose Throat J.* 2021;100(5_suppl):608S-613S.
120. Chau SM, Kim CM, Vahabzadeh-Hagh A, Verma SP, Chhetri DK. Safety of outpatient unilateral medialization laryngoplasty across two academic institutions. *Laryngoscope.* 2019;129(7):1647-1649.
121. Schneider-Stickler B, Gaechter J, Bigenzahn W. Long-term results after external vocal fold medialization thyroplasty with titanium vocal fold medialization implant (TVFMI). *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013;270(5):1689-94.
122. Desuter G, Zapater E, Van der Vorst S, Henrard S, van Lith-Bijl JT, van Benthem PP, Sjögren EV. Very long-term voice handicap index voice outcomes after Montgomery Thyroplasty : a cross-sectional study. *Clin Otolaryngol* 2018;10.1111/coa.13113.
123. Storck C, Brockmann M, Schnellmann E, Stoeckli SJ, Schmid S. Functional outcome of vocal fold medialization thyroplasty with a hydroxyapatite implant. *Laryngoscope.* 2007;117(6):1118-1122.
124. Selber J, Sataloff R, Spiegel J, Heman-Ackah Y. Gore-Tex Medialization Thyroplasty: objective and subjective evaluation. *J Voice.* 2003;17(1):88-95.
125. Hsieh LC, Chen CK, Chang CW, Leu YS, Ho GM. Preliminary Clinical Outcomes of VOIS-Implant in Patients With Unilateral Vocal Fold Paralysis. *Laryngoscope.* 2021. Online ahead of print.
126. Nouwen J, Hans S, De Mones E, Brasnu D, Crevier-Buchman L, Laccourreye O. Thyroplasty type I without arytenoid adduction in patients with unilateral laryngeal nerve paralysis: the Montgomery implant versus the Gore-Tex implant. *Acta Otolaryngol.* 2004;124(6):732-8.
127. Suehiro A, Hirano S, Kishimoto Y, Tanaka S, Ford CN. Comparative study of vocal outcomes with silicone versus Gore-Tex thyroplasty. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2009;118(6):405-8.
128. Storck C, Fischer C, Cecon M, Schmid S, Gambazzi F, Wolfensberger M, Brockmann M. Hydroxyapatite versus titanium implant: Comparison of the functional outcome after vocal fold medialization in unilateral recurrent nerve paralysis. *Head Neck.* 2010;32(12):1605-12.

129. van Ardenne N, Vanderwegen J, Van Nuffelen G, De Bodt M, Van de Heyning P. Medialization thyroplasty: vocal outcome of silicone and titanium implant. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2011;268(1):101-7.
130. Dursun G, Boynukalin S, Ozgursoy OB, Coruh I. Long-term results of different treatment modalities for glottic insufficiency. *Am J Otolaryngol* 2008;29:7-12.
131. Mattioli F, Bettini M, Botti C, Busi G, Tassi S, Malagoli A, Molteni G, Trebbi M, Luppi MP, Bergamini G, Presutti L. Polydimethylsiloxane Injection Laryngoplasty for Unilateral Vocal Fold Paralysis: Long-Term Results. *J Voice.* 2017;31(4):517.e1-517.e7.
132. Siu J, Tam S, Fung K. A comparison of outcomes in interventions for unilateral vocal fold paralysis: A systematic review. *Laryngoscope.* 2016;126(7):1616-24.
133. Miałkiewicz B, Panasiewicz A, Gos E, Krasnodębska P, Skarżyński PH, Szkiełkowska A. Can preoperative results predict the need for future reintervention following injection laryngoplasty for unilateral vocal fold paralysis? *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2021;278(10):3883-3890.
134. Paniello RC, Edgar JD, Kallogjeri D, Piccirillo JF. Medialization versus reinnervation for unilateral vocal fold paralysis: a multicenter randomized clinical trial. *Laryngoscope.* 2011;121(10):2172-9.
135. Fang TJ, Pei YC, Li HY, Wong AM, Chiang HC. Glottal gap as an early predictor for permanent laryngoplasty in unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope.* 2014;124(9):2125-30.
136. Francis DO, Williamson K, Hovis K, Gelbard A, Merati AL, Penson DF, Nettekville JL, Garrett CG. Effect of injection augmentation on need for framework surgery in unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope.* 2016;126(1):128-34.
137. Granato F, Martelli F, Comini LV, Luparello P, Coscarelli S, Le Seac O, Carucci S, Graziani P, Santoro R, Alderotti G, Barillari MR, Mannelli G. The surgical treatment of unilateral vocal cord paralysis (UVCP): qualitative review analysis and meta-analysis study. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2019;276(10):2649-59.
138. Silva Merea V, Husain S, Sulica L. Medialization Laryngoplasty After Injection Augmentation. *J Voice.* 2018;32(2):249-55.
139. Isshiki N, Tanabe M, Sawada M. Arytenoid adduction for unilateral vocal cord paralysis. *Arch Otolaryngol.* 1978;104(10):555-8.
140. Storck C, Lüthi M, Honegger F, Unteregger F. Surgical impact of the Montgomery implant system on arytenoid cartilage and the paralyzed vocal fold. *J Voice* 2020;34(1):145-9.
141. Wong E, Smith M, Stone DB, Palme CE, Smith MC, Riffat F. Arytenoid vertical height discrepancy in predicting outcomes after unilateral vocal cord medialization. *Laryngoscope* 2020;130:418-22.
142. Chester MW, Stewart MG. Arytenoid adduction combined with medialization thyroplasty: an evidence-based review. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003;129(4):305-10.
143. Chang J, Schneider SL, Curtis J, Langenstein J, Courey MS, Yung KC. Outcomes of medialization laryngoplasty with and without arytenoid adduction. *Laryngoscope.* 2017;127(11):2591-2595.
144. Zimmermann TM, Orbelo DM, Pittelko RL, Youssef SJ, Lohse CM, Ekbohm DC. Voice outcomes following medialization laryngoplasty with and without arytenoid adduction. *Laryngoscope.* 2019;129(8):1876-1881.
145. Youssef S, Bayan S, Ekbohm D, Lohse C, Zimmermann T, Pittelko R, Orbelo DM. Breathiness and Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V) in Patients Undergoing Medialization Laryngoplasty With or Without Arytenoid Adduction. *J Voice.* 2021;35(2):312-316.
146. Abraham M, Gonen M, Kraus D. Complications of type I thyroplasty and arytenoid adduction. *Laryngoscope* 2001;111:1322-1329.
147. Tucker HM. Reinnervation of the unilaterally paralyzed larynx. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1977 Nov-Dec;86(6 Pt 1):789-94. doi: 10.1177/000348947708600612. PMID: 596777.
148. May M, Lavorato AS, Bleyaert AL. Rehabilitation of the crippled larynx: application of the Tucker technique for muscle-nerve reinnervation. *Laryngoscope.* 1980 Jan;90(1):1-18. doi: 10.1288/00005537-198001000-00001. PMID: 7356761.
149. Boles R, Fritzell B. Injury and repair of the recurrent laryngeal nerves in dogs. *Laryngoscope.* 1969;79,8:1405-18.

150. Miehlike A. Extratemporal injury and repair of the facial nerve. *Otolaryngol Clin North Am.* 1974;7:467-92.
151. Marie JP. Contribution à l'étude de la réinnervation laryngée expérimentale : intérêt du nerf phrénique [Thèse]. Rouen : Université de Rouen; 1999.
152. Crumley RL. Laryngeal synkinesis: its significance to the laryngologist. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1989;98,2:87-92.
153. Wang W, Chen D, Chen S, Li D, Li M, Xia S, Zheng H. Laryngeal reinnervation using ansa cervicalis for thyroid surgery-related unilateral vocal fold paralysis: a long-term outcome analysis of 237 cases. *PLoS One.* 2011;6,4:e19128.
154. Marie JP, Hansen K, Brami P, Marronnier A, Bon-Mardion N. Nonselective Reinnervation as a Primary or Salvage Treatment of Unilateral Vocal Fold Palsy. *Laryngoscope.* 2020;130,7:1756-1763.
155. Li M, Chen D, Song X, Wang W, Zhu M, Liu F, Li Y, Chen S, Zheng H. The effect of patient age on the success of laryngeal reinnervation. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2014 ;271,12:3241-7.
156. Li M, Chen S, Wang W, Chen D, Zhu M, Liu F, Zhang C, Li Y, Zheng H. Effect of duration of denervation on outcomes of ansa-recurrent laryngeal nerve reinnervation. *Laryngoscope.* 2014;124, 8:1900-5.
157. Hong JW, Roh TS, Yoo HS, Hong HJ, Choi HS, Chang HS, Park CS, Kim YS. Outcome with immediate direct anastomosis of recurrent laryngeal nerves injured during thyroidectomy. *Laryngoscope.* 2014 ;124,6:1402-8.
158. Buyukatalay ZC, Brisebois S, Sirin S, Merati AL. Does Dysphagia Improve Following Laryngeal Reinnervation for Treatment of Hoarseness in Unilateral Vocal Fold Paralysis? *J Voice.* 2021;35,2:307-311
159. Wang W, Sun J, Tang H, Gao Y, Chen S, Li M, Zheng H. Main branch of ACN-to-RLN for management of laryngospasm due to unilateral vocal cord paralysis. *Laryngoscope.* 2020 ;130,10:2412-2419.
160. Iwaki S, Maeda T, Saito M, Otsuki N, Takahashi M, Wakui E, Shinomiya H, Morimoto K, Inoue H, Masuoka H, Miyauchi A, Nibu KI. Role of immediate recurrent laryngeal nerve reconstruction in surgery for thyroid cancers with fixed vocal cords. *Head Neck.* 2017 Mar;39,3:427-431.
161. Sanuki T, Yumoto E, Minoda R, Kodama N. The role of immediate recurrent laryngeal nerve reconstruction for thyroid cancer surgery. *Journal of oncology.* 2010; 2010;2010:846235.
162. Chou FF, Su CY, Jeng SF, Hsu KL, Lu KY. Neurotomy of the recurrent laryngeal nerve. *Journal of the American College of Surgeons.* 2003;197,1:52-7
163. Simó R, Nixon IJ, Rovira A, Vander Poorten V, Sanabria A, Zafereo M, Hartl DM, Kowalski LP, Randolph GW, Kamani D, Shaha AR, Shah J, Marie JP, Rinaldo A, Ferlito A. Immediate Intraoperative Repair of the Recurrent Laryngeal Nerve in Thyroid Surgery. *Laryngoscope.* 2021 ;131,6:1429-1435.
164. Mansor WNW, Azman M, Remli R, Yunus MRM, Baki MM. Primary Nonselective Laryngeal Reinnervation in Iatrogenic Acute Recurrent Laryngeal Nerve Injury: Case Series and Literature Review. *Ear Nose Throat J.* 2021 Feb 9:145561321993605.
165. Lin RJ, Smith LJ, Munin MC, Sridharan S, Rosen CA. Innervation status in chronic vocal fold paralysis and implications for laryngeal reinnervation. *Laryngoscope.* 2018;128,7:1628-1633.
166. Foerster G, Podema R, Guntinas-Lichius O, Crumley RL, Mueller AH. Crumley's Classification of Laryngeal Synkinesis: A Comparison of Laryngoscopy and Electromyography. *The Laryngoscope.* 2021;131,5:E1605-e10.
167. Sulica L. The natural history of idiopathic unilateral vocal fold paralysis: evidence and problems. *Laryngoscope.* 2008 ;118,7:1303-7.
168. Woo P, Mangaro M. Aberrant recurrent laryngeal nerve reinnervation as a cause of stridor and laryngospasm. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2004 Oct;113(10):805-8. doi: 10.1177/000348940411301006. PMID: 15535143
169. Azadarmaki R, Mirza N, Soliman AM. Unilateral true vocal fold synkinesis presenting with airway obstruction. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2009 Aug;118(8):587-91. doi: 10.1177/000348940911800810. PMID: 19746758.

170. Halum SL, Miller P, Early K. Laryngeal granulomas associated with superior laryngeal nerve paresis. *J Voice*. 2010 Jul;24(4):490-3. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.12.010. Epub 2009 Nov 4. PMID: 19892520.
171. Lekue A, García-López I, Santiago S, Del Palacio A, Gavilán J. Diagnosis and management with botulinum toxin in 11 cases of laryngeal synkinesis. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2015 Sep;272(9):2397-402. doi: 10.1007/s00405-015-3633-6. Epub 2015 Apr 26. PMID: 25911949.
172. Woisard V, Liu X, Bes MC, Simonetta-Moreau M. Botulinum toxin injection in laryngeal dyspnea. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2017 Feb;274(2):909-917. doi: 10.1007/s00405-016-4289-6. Epub 2016 Sep 6. PMID: 27600559.
173. Lewis S, Woo P. Botulinum toxin in management of synkinesis in patients with unilateral and bilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope*. 2018 Feb;128(2):447-450. doi: 10.1002/lary.26839. Epub 2017 Aug 29. PMID: 28850724.