

## TRAITEMENT DES PARALYSIES LARYNGÉES

J.-P. Marie <sup>a, b</sup>, A. Lagier <sup>c</sup>, A. Marronnier <sup>a</sup>, V. Denizet <sup>a</sup>, V. Bastit <sup>d</sup>, S. Deneuve <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Service d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie cervicofaciale, CHU de Rouen, 1, rue de Germont, 76031 Rouen, France

<sup>b</sup> Groupe de recherche sur le handicap ventilatoire et neurologique, UR 3830 GRHVN, Université de Rouen-Normandie, France

<sup>c</sup> Service d'oto-rhino-laryngologie, CHU de Liège, 1, avenue de l'Hôpital, 4000 Liège, Belgique

<sup>d</sup> Service d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie cervicofaciale, CHU de Caen, avenue de la Côte-de-Nacre, 14000 Caen, France

**Keywords:** Larynx, Paralysie, Traitement, Thyroplastie, Augmentation cordale, Réinnervation laryngée, Laser, Endoscopie interventionnelle, Laryngoplastie

### Abstract

Le traitement des paralysies laryngées a évolué ces dernières décennies. Dans les paralysies laryngées unilatérales, il était recommandé d'attendre la récupération spontanée et de bénéficier d'une rééducation orthophonique, à laquelle était attribuée toutes les vertus. Depuis les années 2000, y compris en France, des techniques chirurgicales ont été utilisées plus souvent, en l'absence de récupération après un délai de 9 mois à 1 an : augmentation cordale ou thyroplastie. Ces dernières années, les techniques chirurgicales n'ont cessé de montrer leur intérêt, et ont été proposées de plus en plus précocement. Les développements les plus récents sont la fibroscopie interventionnelle et la réinnervation laryngée. Les paralysies laryngées bilatérales, le plus souvent en fermeture, doivent être différenciées des immobilités par ankylose arycoïdienne ou des sténoses laryngées cicatricielles. Les traitements ont été dominés par les techniques endoscopiques, endolaryngées, au laser CO<sub>2</sub>, destructives, permettant d'éviter les trachéotomies. Plus récemment sont apparues des techniques endoscopiques d'aryténoïdopexie, de réinnervation sélective et, chez l'enfant, de laryngoplastie.

## Introduction

En introduction, il apparaît nécessaire de faire la différence entre immobilité laryngée et paralysie laryngée.

Devant une immobilité laryngée, plusieurs étiologies doivent être évoquées : atteinte neuromusculaire (neurogène), blocage aryténoïdien, cicatrice endolaryngée ou infiltration tumorale. Leur séméiologie peut être semblable.

L'atteinte neurogène peut se situer à tout niveau sur la voie motrice : depuis le cortex cérébral jusqu'au nerf laryngé récurrent dans sa portion intralaryngée. Le niveau de la lésion et l'existence d'atteintes nerveuses associées conditionnent le tableau clinique et guident la prise en charge. Ainsi, l'existence de troubles de la sensibilité pharyngolaryngée associés aux troubles de la mobilité — comme dans le cas d'une atteinte du tronc du nerf vague — entraîne des troubles de la déglutition. Ce chapitre concerne le traitement des causes neurogènes. Les paralysies laryngées posent des problèmes

thérapeutiques différents selon qu'elles sont uni- ou bilatérales, et selon la position de la corde vocale paralysée. Leur traitement va dépendre des signes fonctionnels, de l'ancienneté de la paralysie, de son pronostic et d'éventuelles lésions associées. Les immobilités unilatérales peuvent entraîner une dysphonie et des fausses routes ; les immobilités bilatérales sont le plus souvent en fermeture (adduction), ou en position intermédiaire, et sont responsables de dyspnée, alors que la voix est peu altérée. Les rares diplégies en ouverture (abduction) sont responsables de fausses routes majeures et de dysphonie intense. La distinction entre une immobilité et une hypomobilité n'est pas toujours aisée et cette dernière peut être liée à une innervation résiduelle ou à une réinnervation syncinésique (cocontraction des muscles antagonistes). L'examen du larynx doit être soigneux, le plus souvent au nasofibroscope, en demandant au patient d'effectuer des manœuvres de phonation et d'inspiration profonde, ou de reniflement, permettant d'obtenir ainsi des mouvements maximaux d'adduction et d'abduction. La palpation endolaryngée avec le fibroscope permet de tester la sensibilité laryngée, altérée dans le cas d'une atteinte du nerf vague, souvent associée à un défaut de contraction pharyngée (signe du rideau) et à une béance du sinus piriforme avec stase salivaire.

L'électromyographie (EMG) laryngée peut jouer également un rôle dans cette caractérisation, et dans la détermination de la stratégie thérapeutique (choix de la technique et du délai).

Elle permet classiquement de différencier ankylose ou paralysie, atteinte du nerf laryngé inférieur, mais aussi de la branche externe du nerf laryngé supérieur.

## Paralysies laryngées unilatérales

Les paralysies laryngées unilatérales sont le plus souvent d'origine iatrogène (46 %) (après une chirurgie thyroïdienne, une autre chirurgie cervicale — rachidienne ou carotidienne —, ou encore une chirurgie thoracique) ; 13 % sont liées à un cancer non localisé aux voies aérodigestives supérieures ; enfin, 18 % sont idiopathiques <sup>[1, 2]</sup>.

Les paralysies unilatérales entraînent principalement deux types de plaintes fonctionnelles : la dysphonie et les fausses routes.

Ces troubles sont d'autant plus marqués qu'il existe des troubles de la sensibilité laryngée majorant les fausses routes (atteintes du tronc du nerf vague) ou une atteinte sensitivomotrice du pharynx et du voile du palais (atteintes du nerf glossopharyngien) favorisant les fausses routes, les reflux pharyngonasaux, et la rhinolalie ouverte, qui perturbe l'intelligibilité. Les indications thérapeutiques et leur timing sont fonction de la gravité du symptôme (fausses routes) et des besoins du patient lorsque la dysphonie est la plainte exprimée. Elles sont souvent dépendantes de la position de la corde vocale paralysée : paramédiane, la gêne est faible ; en abduction, la dysphonie et les fausses routes sont importantes. L'indication opératoire est posée après un temps d'observation ou de rééducation orthophonique (la compensation ou la réinnervation spontanée permettant souvent la récupération).

L'objectif n'est pas de restituer la mobilité laryngée, mais de compenser les effets de l'atrophie musculaire, afin de permettre la fermeture du sphincter glottique et de permettre la mise en vibration de la muqueuse recouvrant les cordes vocales.

## ÉVALUATION PREOPERATOIRE

Elle a pour but la documentation du trouble de la mobilité et son analyse : position de la corde vocale (adduction, abduction, intermédiaire), sa trophicité (concave et amincie dans les atrophies par dénervation), position de l'aryténoïde (verticale ou bascule interne en cas de dénervation sévère).

L'examen est fait au nasofibroscope, avec enregistrement, plutôt qu'en laryngoscopie indirecte.

Les signes fonctionnels doivent être quantifiés : dysphonie et troubles de la déglutition. L'évaluation de la voix comporte plusieurs volets.

L'autoévaluation de la dysphonie et de son retentissement par le patient peut être quantifiée grâce aux autoquestionnaires de type Voice Handicap Index.

L'évaluation perceptive par le soignant, ou idéalement par un jury d'écoute, permet également de quantifier la plainte.

Enfin, l'analyse objective, instrumentale, de la voix, avec mesure de ses paramètres acoustiques et si possible aérodynamiques, est de plus en plus pratiquée<sup>[3]</sup>. Le temps maximal phonatoire (TMP) est mesuré. Plus la fuite glottique est importante, plus le TMP est court.

## ÉLECTROMYOGRAPHIE

Elle peut être réalisée au fauteuil, par voie transcutanée ou sous

anesthésie générale en ventilation spontanée par voie endoscopique. Il peut s'agir de détection simple ou de stimulodétection.

Deux notions sont fondamentales :

- elle nécessite idéalement la collaboration d'un électrophysiologiste et doit toujours tenir compte de la date à laquelle elle est réalisée et des tâches demandées. Elle ne peut donc pas être interprétée en « aveugle » ;
- en termes de paralysie laryngée unilatérale, il faut clairement dissocier la récupération fonctionnelle (voix, déglutition) et la récupération de la mobilité cordale et aryténoïdienne.

Le délai entre la survenue de la paralysie et la réalisation de l'EMG est controversé. Certains auteurs conseillent une évaluation à 2–3 semaines. L'existence de blocs de conduction (lésions de démyélinisation) est associée à une récupération de la mobilité laryngée 3 à 6 mois plus tard, alors que l'existence de lésions axonales et de potentiels de dénervation est associée à un pronostic péjoratif à 6 mois<sup>[4, 5]</sup>. D'autres auteurs proposent de réaliser l'EMG autour du sixième mois. La présence de potentiels moteurs est en faveur d'un bon pronostic fonctionnel. Au contraire, l'absence de potentiels moteurs, la diminution de leur nombre sont de pronostic péjoratif.

## TRAITEMENTS NON CHIRURGICAUX

La rééducation orthophonique est le traitement de première intention des paralysies laryngées et doit être débutée précocement<sup>[3, 6–8]</sup>. Elle permet d'améliorer le contrôle respiratoire et de prévenir

l'installation du forçage vocal, de contrôler la déglutition. Elle accompagne la mise en place des mécanismes de compensation.

Ces mécanismes dits compensatoires font intervenir notamment les structures laryngées supraglottiques. Deux mécanismes principaux ont été décrits : une fermeture latérale par un rapprochement des bandes ventriculaires et une fermeture antéropostérieure par un rapprochement des aryténoïdes de l'épiglotte.

La rééducation orthophonique participe également à l'éducation du patient et au soutien psychologique.

Les paramètres acoustiques, aérodynamiques, l'évolution des symptômes avec la rééducation, ainsi que le pronostic et la demande du patient (âge, profession) déterminent les indications de la chirurgie.

## TECHNIQUES CHIRURGICALES

Dans les paralysies laryngées unilatérales, le principe de la chirurgie est de médialiser le pli vocal paralysé afin de rétablir l'affrontement des plis vocaux lors de la phonation. Cette médialisation peut être obtenue en augmentant le volume du pli vocal, soit par injection de substance par voie endoscopique ou transcutanée, soit par voie chirurgicale : thyroplastie, ou encore maintien de l'aryténoïde en adduction par une pexie.

Les techniques de réinnervation ont pour objectif de rétablir la trophicité du pli vocal en évitant l'atrophie due à la dénervation, mais aussi grâce à la mise en tension des muscles de l'hémilarynx stabilisant l'aryténoïde, comme le feraient les haubans tenant un mât.

Aucune de ces techniques ne nécessite de repos vocal postopératoire. La rééducation vocale postopératoire est discutée.

Il existe une tendance actuellement en faveur d'une médialisation précoce, pour favoriser une adaptation centrale à la paralysie laryngée<sup>[9, 10]</sup>. Elle ne gênerait pas une éventuelle récupération spontanée par repousse axonale. Les produits utilisés peuvent être la graisse ou l'acide hyaluronique, résorbable<sup>[11]</sup>.

## MÉDIALISATION PAR AUGMENTATION DE VOLUME DU PLI VOCAL

### **Techniques d'injection**

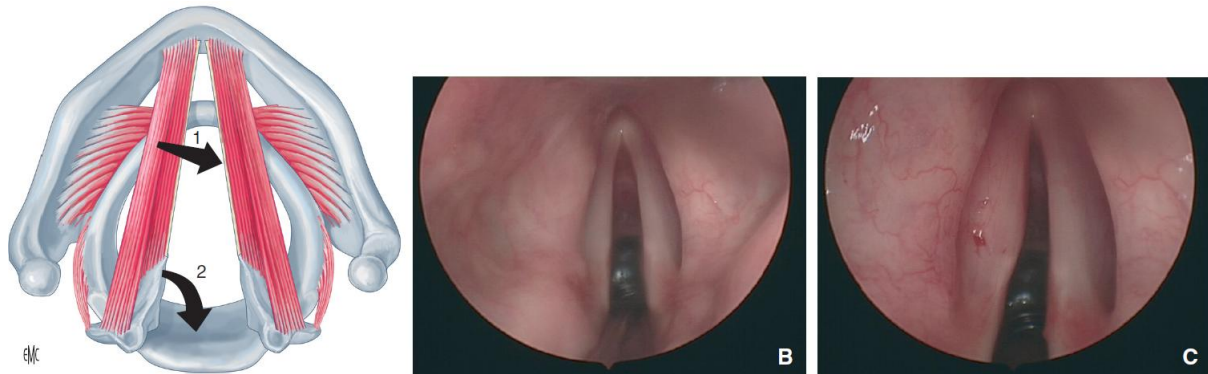
Les premières descriptions de laryngoplasties par injection sont anciennes : en 1911, Brünings décrivait l'injection de paraffine dans le pli vocal, puis la technique a été abandonnée pendant plusieurs années en raison de la mauvaise tolérance et des complications liées à la paraffine (Brünings cité par McCulloch et al.<sup>[12]</sup>).

Le matériau idéal pour l'injection dans le pli vocal réunirait les propriétés suivantes : biocompatible, non réactif, non volatil, non cancérigène ; il conserverait son volume et sa position dans le temps. La facilité de préparation et d'injection est aussi une caractéristique importante. Le matériau idéal n'existe pas encore, et si plusieurs produits sont utilisés dans la littérature, leur disponibilité en France est réduite.

### Modalités d'injection.

*Microaryngoscopie en suspension.* C'est la voie classique d'injection, soit sous anesthésie générale, soit sous sédation et anesthésie locale. Elle permet un meilleur contrôle du site d'injection et de la répartition du produit injecté. Elle est recommandée pour l'injection de produits à durée de vie longue, comme le silicone. L'injection est réalisée dans le muscle vocal (thyroaryténoïdien) latéralement, c'est-à-dire dans la profondeur du muscle, en deux points d'injection au minimum : au tiers moyen du pli vocal et en dehors du processus vocal de l'aryténoïde <sup>[13]</sup> (Fig. 1).

**Figure 1.** A. Sites d'injection dans la corde vocale (1, 2). B. Aspect en microaryngoscopie en suspension avant médialisation de la corde vocale gauche. C. Aspect en fin de procédure de médialisation par de la graisse, avec hypercorrection.



L'injection dans l'espace sous-muqueux de Reinke est proscrite, car elle empêcherait la vibration muqueuse.

L'injection ne doit pas être trop antérieure pour éviter de créer une fuite glottique postérieure iatrogène, responsable d'un résultat vocal médiocre.

Lorsque le matériau injecté est résorbable (en particulier la graisse), une surcorrection est nécessaire.

Cette voie d'abord présente les risques de complication de toute laryngoscopie en suspension, en particulier les complications muqueuses et dentaires.

*Sous contrôle du nasofibroscope.* Il s'agit d'une technique de plus en plus utilisée, témoin de l'essor de la fibroscopie interventionnelle.

Elle peut être réalisée grâce aux nasofibrosopes à canal opérateur, ou sans canal opérateur, les gestes transcutanés étant contrôlés par le nasofibroscope.

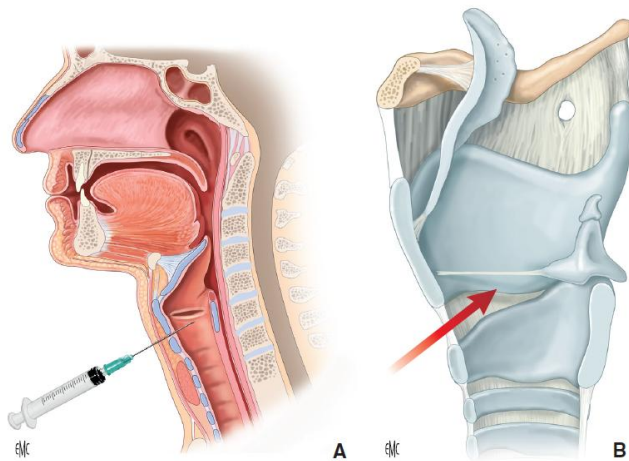
Le premier temps est l'anesthésie locale de la fosse nasale associée à un vasoconstricteur, et l'anesthésie du pharyngolarynx par instillation de Xylocaïne® à travers le canal opérateur du nasofibroscope. L'injection est réalisée avec une aiguille endoscopique de 23 G, introduite sur la face supérieure du pli vocal avec les mêmes repères qu'en laryngoscopie en suspension (tiers moyen du pli vocal et versant latéral du processus vocal de l'aryténoïde). Il s'agit soit d'une aiguille introduite dans le canal opérateur <sup>[14]</sup>, soit d'une aiguille courbe introduite par voie buccale <sup>[15]</sup>.

L'efficacité du geste est évaluée en peropératoire par la qualité de la voix et l'aspect du larynx. Les patients sont ensuite surveillés quelques heures après la procédure.

*Voie cervicale transcutanée.* Les techniques permettent des traitements au fauteuil et sont en fort développement <sup>[16]</sup>, d'autant qu'il semble qu'il n'y ait pas de différence dans les résultats obtenus sous anesthésie locale ou générale <sup>[17]</sup>.

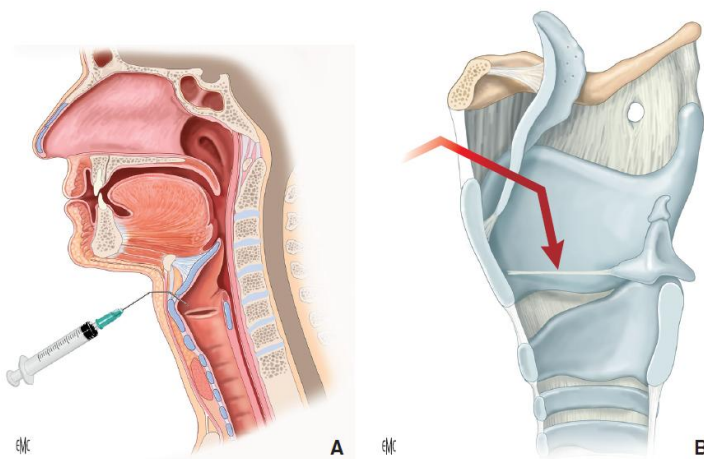
L'injection est réalisée par voie cervicale transcutanée dans la corde vocale ou l'espace paraglottique. Là encore, elle est réalisée chez un patient éveillé. Cette modalité est facilitée par les progrès de la vidéo du larynx en nasofibroscopie.

**Figure 2.** Principe de l'augmentation cordale par voie transcutanée à travers la membrane cricothyroïdienne <sup>[18]</sup>. **A.** Vue générale. **B.** Vue rapprochée.



L'aiguille est alors introduite le plus souvent par voie cricothyroïdienne (Fig. 2), dans l'espace paraglottique. Le geste peut être réalisé chez un patient en position assise et ne nécessite pas d'autre anesthésie locale que l'anesthésie des fosses nasales associée à un vasoconstricteur. Un environnement rassurant, un conditionnement par sédation ou hypnose sont utiles. La voie thyroïdienne ou suprathyroïdienne (Fig. 3) a également été décrite et est de plus en plus utilisée. Il s'agit d'introduire l'aiguille par l'échancrure thyroïdienne et de traverser l'épiglotte afin de pénétrer la face supérieure du pli vocal. Pour ce faire, l'aiguille d'injection doit être préalablement doublement courbée <sup>[19]</sup>.

**Figure 3.** Principe de l'augmentation cordale par voie transcutanée suprathyroïdienne <sup>[18]</sup>. **A.** Vue générale. **B.** Vue rapprochée.



Ces gestes sont plus facilement réalisés à quatre mains, dans un environnement sécurisé.

Les complications sont rares.

**Matériaux injectés.** Les matériaux disponibles pour l'injection dans la corde vocale paralysée sont soit autologues soit exogènes. Les matériaux autologues sont représentés principalement par la graisse, mais également par du fascia musculaire.

**Matériaux autologues.**

- Graisse. La graisse est théoriquement le meilleur matériau à implanter du fait de sa biocompatibilité, de ses propriétés de viscosité, qui sont comparables à celles de l'espace de Reinke. Elle présente cependant un degré de résorption variable selon les auteurs et une surcorrection est conseillée. D'autre part, la dégradation progressive de la graisse injectée entraîne une détérioration dans le temps des propriétés vocales et la nécessité d'une deuxième intervention tardive (dans les 5 ans après le premier geste) dans 20 à 40 % des cas <sup>[12, 20, 21]</sup>.

- Technique de prélèvement de la graisse. Plusieurs sites donneurs de la graisse sont possibles : graisse abdominale, graisse postérolatérale de la cuisse, face interne de cuisse chez l'enfant.

Deux techniques de prélèvement sont décrites :

- soit le prélèvement d'un volume de graisse abdominale qui est ensuite séparé en lobules graisseux. La graisse est ensuite transférée dans le pistolet d'injection <sup>[20]</sup> ;

- soit un prélèvement réalisé selon la technique décrite par Coleman <sup>[22]</sup>. Le prélèvement de tissu graisseux est réalisé à la partie inférieure de l'abdomen ou à la partie supérieure des cuisses, à l'aide d'une canule d'aspiration de 4 mm fixée sur une seringue de 10 cm<sup>3</sup>. Une pression négative est maintenue manuellement. La graisse prélevée est centrifugée de 3000 à 5000 tours par minute pendant 3 à 5 min. Cette procédure permet d'isoler trois phases : le sang en bas, les adipocytes intacts au milieu, et l'huile issue des adipocytes lésés en haut. Seuls les adipocytes sont conservés pour la greffe. On peut remplacer la centrifugation par une simple décantation. Les adipocytes sont transférés vers la seringue d'injection de 1 ou 2 ml Luer-Lok™ sur laquelle une aiguille laryngée de 19 G est montée pour l'injection. On peut aussi utiliser une aiguille épicrotinienne dont les ailettes sont raccourcies, puis tenues par une pince ou un porte-aiguille laryngé. Le geste peut être réalisé sous microscope ou à l'endoscope (Fig. 4).

Les points d'injections sont les mêmes que ceux précédemment décrits.

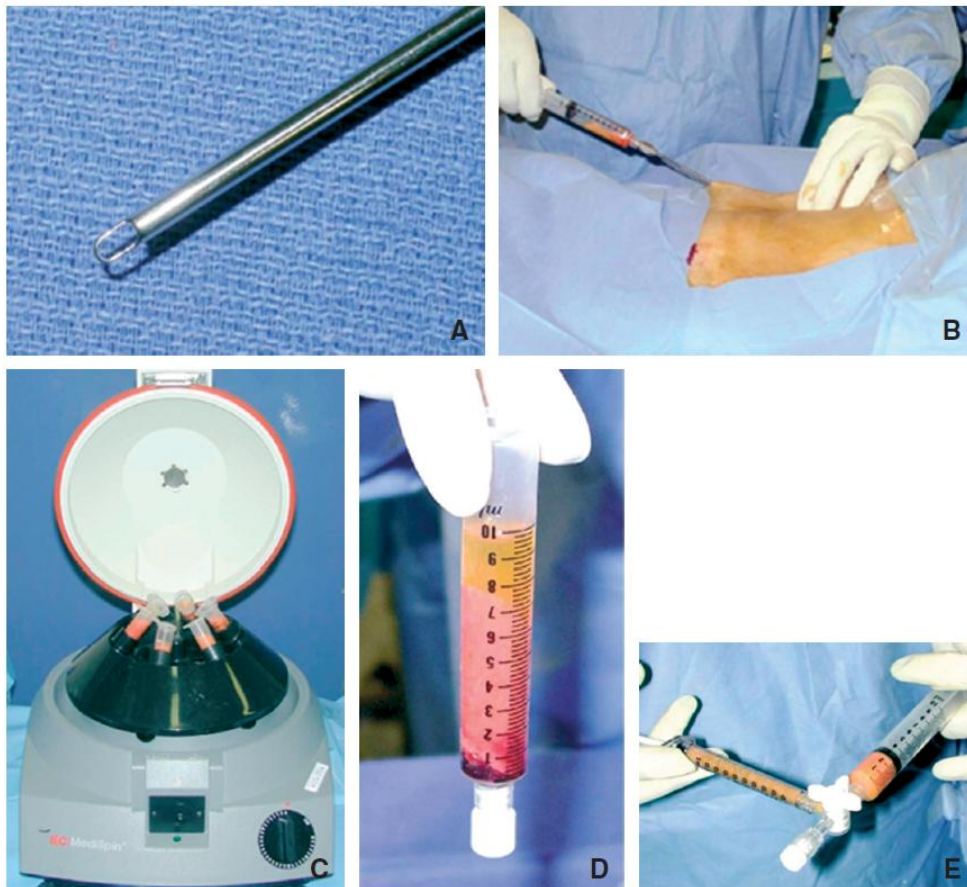
Il n'a pas été montré de différence de résultat entre les lieux de prélèvement ou les modalités d'injection <sup>[23]</sup>.

- Complications liées à l'injection de graisse. Les complications liées à l'injection de graisse comportent les complications inhérentes à la laryngoscopie en suspension ; la surcorrection peut être responsable d'une dyspnée ou d'une dysphonie.

- Fascia musculaire. Certains auteurs ont proposé l'utilisation de fascia musculaire prélevé soit sur le fascia lata <sup>[24]</sup>, soit sur le fascia temporal prélevé par voie rétro-auriculaire <sup>[25]</sup>. Après le prélèvement, ce dernier est aminci, puis roulé en cylindres. Les cylindres sont insérés en microlaryngoscopie en suspension par une cordotomie supérieure suturée en fin d'intervention. Le fascia apporte des

fibrocytes et du collagène et ne pose pas de problèmes de résorption. Les résultats vocaux seraient plus durables dans le temps. Cette stratégie peut aussi être utilisée sous anesthésie locale [26].

**Figure 4.** Technique de Coleman [22]. **A.** Canule d'aspiration de la graisse. **B.** Prélèvement de graisse abdominale. **C.** Centrifugation. **D.** Aspect après centrifugation : séparation de 3 phases, seule la phase du milieu est composée d'adipocytes intacts à réinjecter. **E.** Transfert des adipocytes vers la seringue d'injection.



*Matériaux de comblement exogènes (non autologues).* Les produits injectables sont plus ou moins résorbables. Ils peuvent entraîner une réaction inflammatoire et n'ont pas toujours l'autorisation de mise sur le marché en France.

Pour les produits non résorbables, l'injection est réalisée préférentiellement par laryngoscopie directe pour limiter les risques de mauvais placement irréversible de la substance. L'injection doit être profonde dans le muscle thyroaryténoïdien, dans l'espace paraglottique. Une injection trop superficielle entraîne une inflammation de l'espace de Reinke perturbant la vibration muqueuse. Le résultat idéal est une corde au bord libre rectiligne.

L'utilisation du Vox Implant®, constitué de particules de silicone volumineuses ne migrant pas dans les lymphatiques, permet de s'affranchir des tests immunologiques anciennement recommandés pour l'usage du Bioplastique™ [27].

Le Teflon™ était le premier matériau utilisé, mais il a été abandonné en raison de nombreuses complications à type d'extrusion, de granulome à corps étranger, de migration de l'implant.

L'hydroxyapatite de calcium <sup>[28]</sup> (Radiesse<sup>®</sup>, Renú Voice<sup>®</sup>) a des formes destinées à la laryngologie et est très utilisée. Son conditionnement permet une utilisation très commode. Les réactions inflammatoires sont rares, mais possibles <sup>[29]</sup>.

Quoi qu'il en soit, une méta-analyse n'a pas mis en évidence de différence entre les différents produits injectés <sup>[30]</sup>.

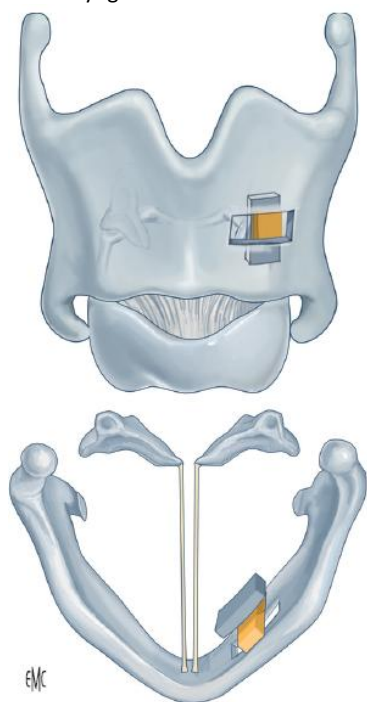
## CHIRURGIE DE MODELAGE DU SQUELETTE LARYNGÉ

### **Techniques de thyroplastie**

L'objectif de la thyroplastie est de pousser la corde vocale vers la ligne médiane, sans réaliser d'effraction muqueuse, ce qui prévient d'éventuels troubles vibratoires postopératoires.

Plusieurs variations techniques ont été décrites depuis qu'Isshiki a revalorisé la thyroplastie en 1974 (thyroplastie de type I) <sup>[31]</sup>, mais le principe reste le même, consistant à créer une fenêtre dans l'aile thyroïdienne et à placer le cartilage ou un implant en dedans de l'aile thyroïdienne pour maintenir la corde vocale sur la ligne médiane (Fig. 5).

**Figure 5.** Technique d'Isshiki <sup>[32]</sup>. Fenêtre cartilagineuse taillée dans l'aile thyroïdienne permettant la mise en place d'une cale endolaryngée destinée à médialiser la corde vocale.



Les variantes sont liées à l'utilisation d'implants de différents modèles, à la réduction de la voie d'abord transthyroïdienne, à l'association d'un geste d'adduction aryénoïdienne et/ou de subluxation cricothyroïdienne ipsilatérale. Ces techniques sont effectuées sous anesthésie locale avec ou sans prémédication. L'intérêt de l'anesthésie locale est la possibilité d'évaluer l'efficacité du geste en peropératoire, d'adapter la médialisation à la qualité de la voix (ou à l'éventuel contrôle fibroscopique) et d'éviter l'anesthésie générale, qui peut être source de complications chez des patients récemment opérés et/ou fragiles (pneumectomie récente, paralysie laryngée avec atteintes neurologiques associées, comorbidité).

L'effet de la thyroplastie peut être anticipé par une manœuvre de compression manuelle de l'aile thyroïdienne homolatérale à la paralysie chez les femmes et les sujets jeunes.

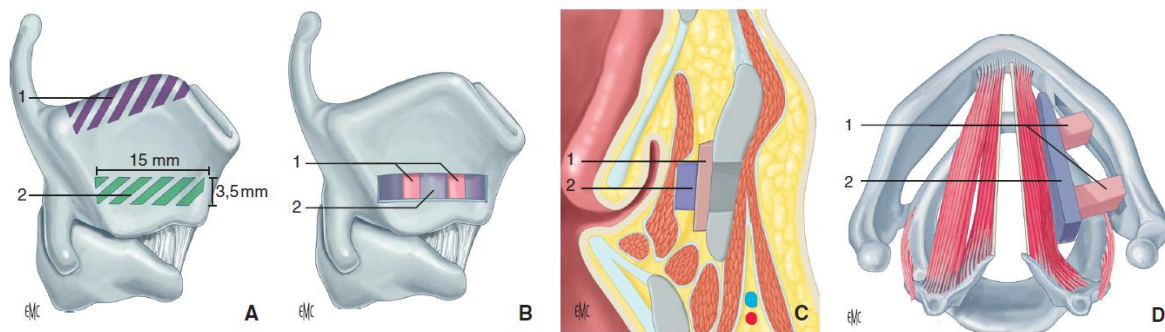
**Thyroplastie de type I d'Isshiki** <sup>[31]</sup>. L'incision cutanée est horizontale, d'environ 4 cm de longueur, latéralement en regard de l'aile thyroïdienne, à mi-hauteur du cartilage thyroïde.

Le muscle sterno-cléido-hyoïdien est sectionné ou récliné. Le muscle thyrohyoïdien est légèrement décollé et récliné vers l'arrière. Ainsi, l'aile thyroïdienne est exposée dans sa partie purement laryngée entre l'angle antérieur en avant, les bords supérieur et inférieur en haut et en bas, et en arrière la crête oblique.

La fenêtre cartilagineuse est réalisée selon une forme rectangulaire à grand axe horizontal. Elle est tracée sur une zone à mi-hauteur entre l'angle de l'échancrure thyroïdienne et le bord inférieur du cartilage. Sa limite antérieure est située entre 5 et 7 mm de la ligne médiane. Ses dimensions sont chez l'homme de 5 mm dans le sens vertical et de 12 mm dans le sens horizontal, et chez la femme de 4 mm dans le sens vertical et de 10 mm dans le sens horizontal. Le bord supérieur de la fenêtre se positionne alors en regard du bord supérieur de la corde vocale. L'incision du cartilage peut être réalisée au bistouri froid chez la femme jeune et l'enfant, mais nécessite une scie fine ou une fraise chez l'homme ou le sujet âgé en raison de la calcification du cartilage thyroïde.

Une fois le volet totalement libéré, le périchondre interne est décollé du cartilage thyroïde, afin de ménager un lit pour accueillir les fragments cartilagineux. Le volet thyroïdien est impacté à l'intérieur, puis maintenu par un fragment de silicone <sup>[32]</sup> (Fig. 5).

**Figure 6.** Technique de thyroplastie de Guerrier (d'après <sup>[34]</sup>). **A.** Tracé des incisions du cartilage et du prélèvement de l'aile thyroïdienne (2). **B.** Fragments cartilagineux en place (1) **C.** Coupe frontale. **D.** Coupe transversale.



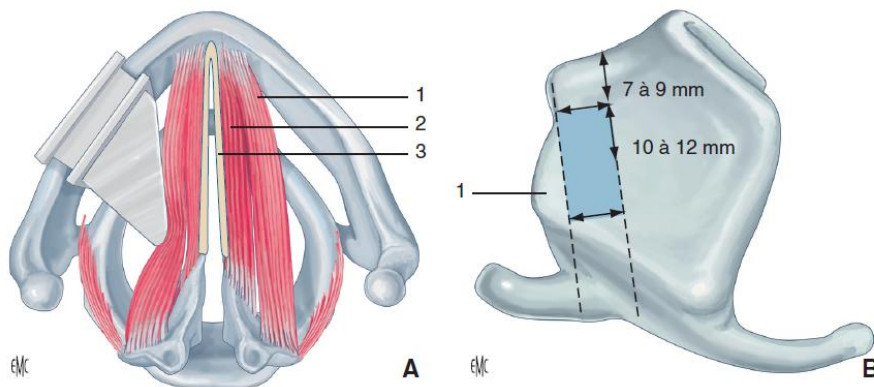
**Thyroplastie de Guerrier** <sup>[33]</sup>. Elle diffère de la précédente par le moyen de contention du fragment cartilagineux de la fenêtre qui repose non sur un implant, mais sur une ou deux pièces cartilagineuses préalablement prélevées sur le bord supérieur de l'aile thyroïdienne <sup>[34]</sup> (Fig. 6). Ce greffon mesure 15 mm de long sur 3 mm de large. Les fragments cartilagineux sont placés en dehors du périchondre interne, qui est décollé à l'aide d'un décolleur. Les greffons sont introduits verticalement vers le haut entre la berge et le fragment cartilagineux impacté, jusqu'à ce que leur extrémité inférieure soit enclavée, puis ils sont descendus pour être inclus verticalement, bloquant en dedans le fragment d'aile thyroïdienne impacté. Le fragment postérieur est taillé légèrement plus volumineux afin de créer une adduction aryénoïdienne par médialisation du processus vocal.

### Variantes techniques : implants.

*Principe.* Contrairement aux deux techniques précédemment décrites, il ne s'agit plus de maintenir un fragment de cartilage en position médiale, mais de placer un implant qui réalise à lui seul la médialisation. La forme et le volume de l'implant sont ajustés par l'opérateur en fonction de la qualité de la voix durant l'intervention qui est menée sous anesthésie locale.

*Thyroplastie de Montgomery* [35]. Montgomery proposait l'utilisation d'un implant en hydroxyapatite de calcium qui présente une souplesse plus proche de celle du tissu glottique, dont la configuration est telle que son extension est assez postérieure pour permettre l'adduction du processus vocal. L'utilisation de cet implant ne nécessite pas de préparation, le choix de la taille de l'implant est réalisé à l'aide d'un jeu de fantômes. L'implant se « clippe » sur les berges de la fenêtre thyroïdienne, il est ainsi fixé sans nécessiter de suture, ce qui évite les migrations secondaires (Fig. 7).

**Figure 7.** Technique de Montgomery [35]. **A.** Principe technique sur une coupe transversale. 1. Muscle thyroaryténoïdien ; 2. muscle vocalis ; 3. ligament vocal. **B.** Repères de la fenêtre cartilagineuse. 1. Tubercule inférieur. **A** 5 mm 5 mm 5 mm 1 30 mm



- Technique chirurgicale. L'intervention peut être menée sous contrôle endoscopique peropératoire, mais c'est surtout le contrôle de la qualité de la phonation du patient qui est importante.

L'incision cutanée est horizontale, à mi-distance entre l'incisure thyroïdienne et la membrane cricothyroïdienne, sans hésiter à dépasser la ligne médiane.

Les points de repère pour la réalisation de la fenêtre cartilagineuse sont les suivants (Fig. 7). Une ligne est tracée 7 mm (chez la femme) ou 9 mm (chez l'homme) au-dessus du bord inférieur de l'aile thyroïdienne, en avant et en arrière du tubercule inférieur. Sur cette ligne, le point situé à 7 mm (chez la femme) ou 9 mm (chez l'homme) de la ligne médiane est marqué : il s'agit de l'angle antérosupérieur de la fenêtre cartilagineuse. L'angle postérosupérieur est placé sur la même ligne, 10 mm (chez la femme) ou 12 mm (chez l'homme) en arrière de l'angle antérosupérieur. L'angle antéro-inférieur est placé 5 mm (chez la femme) ou 7 mm (chez l'homme) en dessous de l'angle antérosupérieur et l'angle postéro-inférieur à la même distance de l'angle postérosupérieur. Ces quatre points délimitent le rectangle de la fenêtre cartilagineuse qui est réséquée (après avoir été délimitée à la fraise ou au bistouri chez les patients jeunes). Le positionnement de l'ancillaire aide au positionnement de ce tracé. Il faut veiller à ne pas placer cette fenêtre trop haut ou trop en arrière [36, 37].

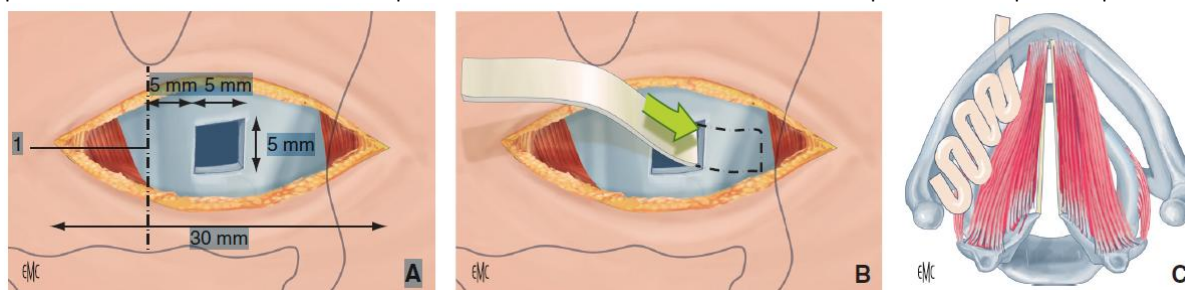
La fermeture est réalisée par la suture du plan musculaire, sous-cutané et cutané, avec ou sans drainage aspiratif. Les prescriptions postopératoires comprennent des antalgiques. Nous ne

prescrivons pas d'antibiotiques, mais certains auteurs préconisaient de les débiter avant l'intervention et de les poursuivre 1 semaine. Une corticothérapie postopératoire est recommandée. Cette chirurgie est réalisée en ambulatoire ou non.

*Autres implants.* D'autres implants ont été décrits, en particulier les implants en titane [38, 39] ou, plus récemment, l'implant « gonflable » avec une solution saline (APrevent® VOIS).

La technique de thyrotomie est la même que pour l'implant de Montgomery. L'implant est « clippé » dans la fenêtre cartilagineuse (Fig. 8).

**Figure 8.** Technique de thyroplastie minimale invasive (d'après [40]). **A.** Exposition de l'aile thyroïdienne (1) et formation d'une petite fenêtre de 5 × 5 mm. **B.** Insertion par cette fenêtre d'un ruban de Gore-Tex®. **C.** Aspect schématique de la procédure.



**Thyroplasties a minima.** Certaines équipes ont proposé des abords a minima du cartilage thyroïde (Fig. 8), par une incision cutanée de 3 cm, une fenêtre cartilagineuse de 5 × 5 mm, placée à 5 mm de la ligne médiane, à mi-hauteur du cartilage thyroïde, qui permet de glisser un implant, tel qu'une feuille de Gore-Tex®, entre le cartilage et le feuillet interne du périchondre [40–42].

Cette technique permet de réduire la durée de l'intervention, seule la partie antérieure du cartilage est exposée. La fenêtre peut être réalisée à l'aide d'une fraise. Le volume de l'implant mis en place est jugé en fonction de la qualité de la voix du patient, jugée en peropératoire.

### **Adduction aryténoïdienne**

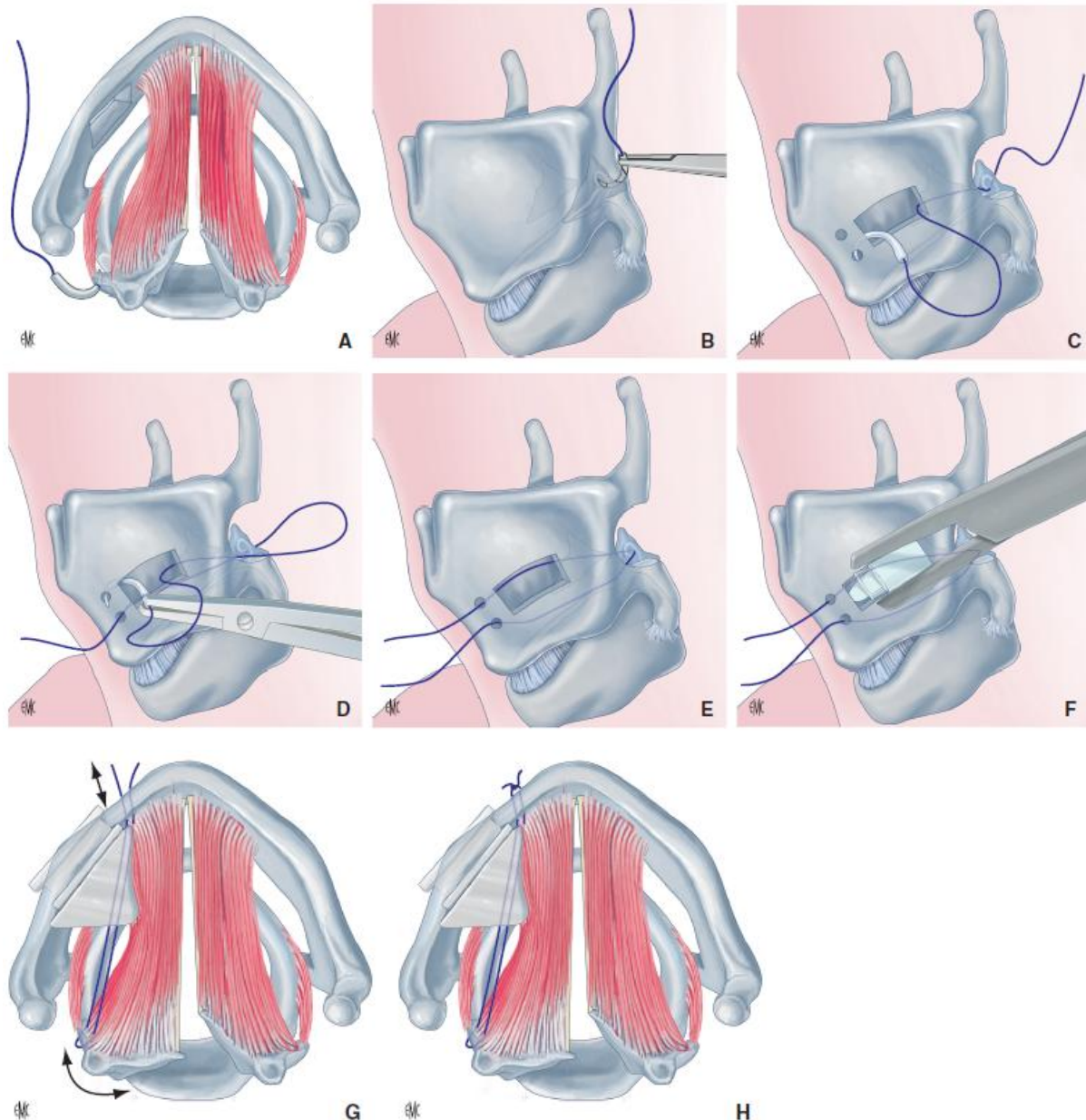
Lorsque la corde vocale et l'aryténoïde sont très latéralisés, les procédures qui médialisent la partie musculomembraneuse du pli vocal ne sont pas suffisantes pour corriger l'incompétence glottique et les fausses routes, d'autant plus que s'associe un trouble sensitif au trouble de la mobilité. Il est alors nécessaire de médialiser l'aryténoïde. Le geste est réalisé sous anesthésie locale pour l'adapter à la voix peropératoire et éviter l'encombrement d'une sonde d'intubation.

**Technique classique d'adduction aryténoïdienne.** L'incision a la même position que pour une thyroplastie classique, mais est prolongée latéralement de 3 cm afin de pouvoir exposer le bord postérieur de l'aile thyroïdienne.

Après l'exposition du cartilage thyroïde et la création de la fenêtre de thyroplastie, la dissection est étendue en arrière de l'aile thyroïdienne jusqu'à exposer le muscle cricoaryténoïdien postérieur et son insertion sur l'aryténoïde (Fig. 9). C'est là que le point est passé à travers la fenêtre, puis à travers le processus musculaire de l'aryténoïde, avant de revenir vers la fenêtre. Le repérage du processus musculaire de l'aryténoïde est difficile : il est dans le prolongement de la corde vocale, 1 cm au-dessus de l'articulation cricothyroïdienne, en regard du bord supérieur du cricoïde, à la convergence des fibres musculaires des muscles cricoaryténoïdiens latéral et postérieur. Deux points sont perforés sur la lame

thyroïdienne en avant de la fenêtre. Un fil de Prolène™ est passé à travers la fenêtre, puis est ressorti par ces points et, enfin, est ramené vers la fenêtre cartilagineuse.

**Figure 9.** Technique classique d'adduction aryténoïdienne [34]. Préparation de l'adduction aryténoïdienne. **A, B.** Repérage de l'insertion du muscle cricoaryténoïdien postérieur. Passage du point de suture à travers le processus musculaire de l'aryténoïde. **C à E.** Passage des extrémités du fil de suture en dedans de la fenêtre thyroïdienne, puis 2 points sont percés en avant sur l'aile thyroïdienne. **F, G.** Mise en place de l'implant de Montgomery (F) et mise en tension de l'aryténoïdopexie. Le fil de suture est extériorisé par les trous antérieurs (G). **H.** Fermeture de la fuite postérieure.

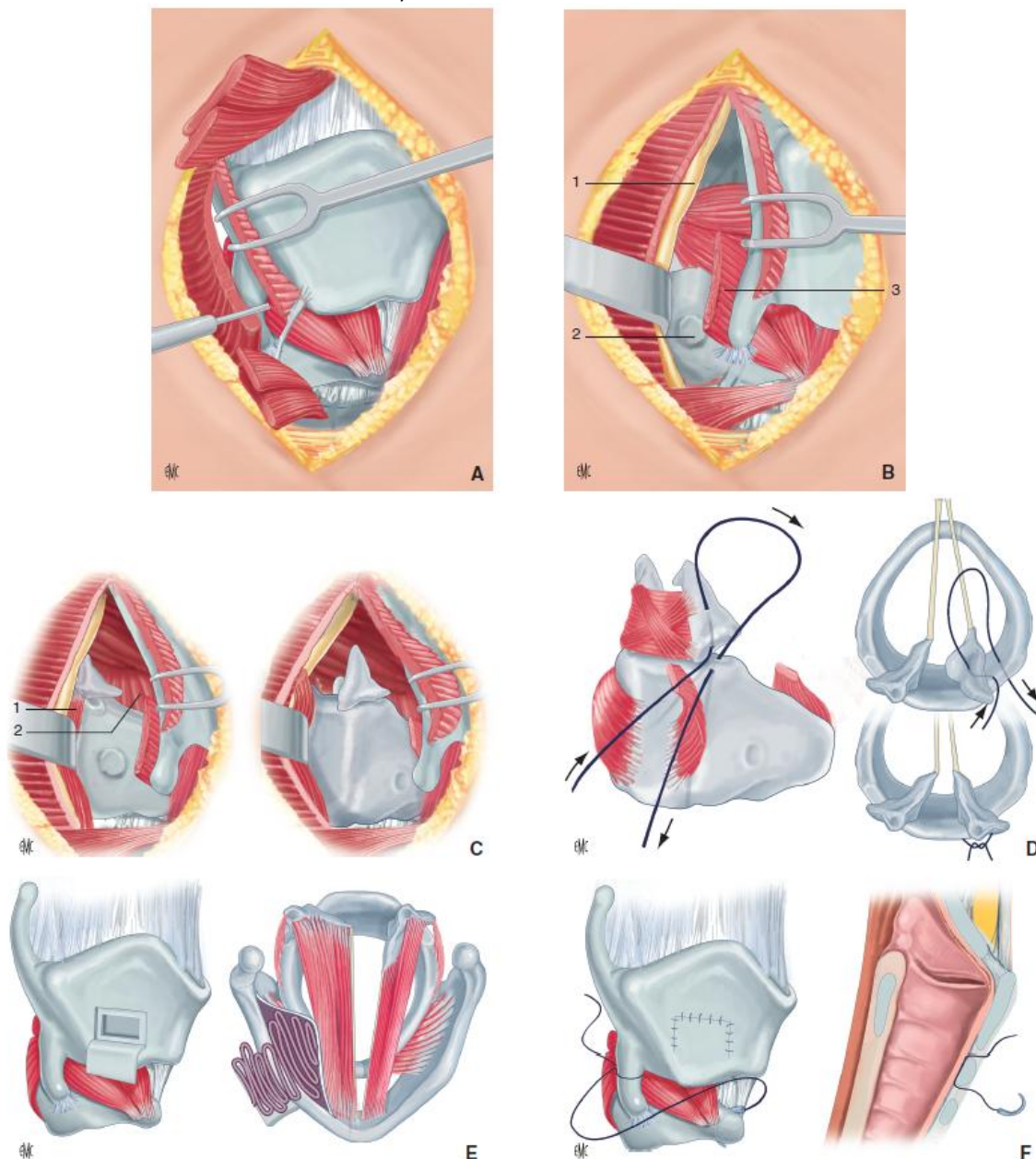


L'implant est mis en place dans l'orifice de la thyroplastie, puis le point est serré progressivement sous contrôle de la voix. Le recours au contrôle visuel peut être utile, car la voix peut être altérée par l'étendue de l'anesthésie locale et de la dissection, et par l'œdème réactionnel (lié à la durée de l'intervention). La fermeture est identique à celle de la thyroplastie classique, sur un drainage aspiratif.

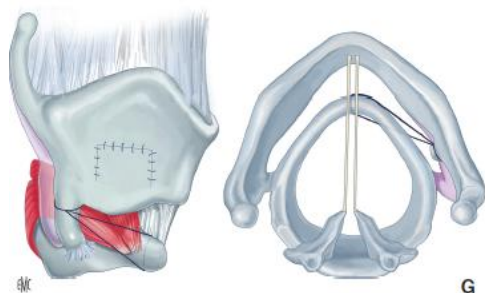
**Technique d'adduction aryténoïdienne modifiée par Zeitels [43].** La limite de la technique classique d'adduction aryténoïdienne est que la suture met en tension vers l'avant dans le plan du pli vocal, vers

la lame thyroïdienne, et non vers le cricoïde. L'objectif de la variante technique décrite par Zeitels et al. est de restaurer une position physiologique de fermeture aryténoïdienne (Fig. 10).

**Figure 10.** Adduction aryténoïdienne de Zeitels et al. [43]. **A.** Exposition du cartilage thyroïde, le constricteur inférieur est sectionné. **B.** Séparation de l'articulation cricothyroïdienne. Dissection en haut et un peu en avant sur le cartilage cricoïde jusqu'au bord supérieur. Séparation de la muqueuse du sinus piriforme des cartilages thyroïde et cricoïde. 1. Sinus piriforme ; 2. surface articulaire cricothyroïdienne ; 3. muscle cricoaryténoïdien postérieur sectionné. **C.** Dissection postérieure sur le bord supérieur du cricoïde. Séparation du processus musculaire des insertions des muscles cricoaryténoïdiens latéral et postérieur, ce qui permet d'identifier aisément l'articulation cricoaryténoïdienne. **D.** Mise en place d'un point de suture à travers la face postérieure du chaton cricoïdien, qui sort par la face médiale de l'articulation cricoaryténoïdienne, puis passe à travers le corps de l'aryténoïde, puis à travers le versant interne du cricoïde avec une sortie sur la face postérieure du chaton, en dessous du versant cricoïdien de l'articulation. **E.** Thyroplastie de médialisation par insertion d'une feuille de Gore-Tex®. **F.** Suture entre la corne inférieure du thyroïde et la face antérieure du cricoïde.



**Figure 10.** (suite) Adduction aryténoïdienne de Zeitels et al. [43].



L'articulation cricothyroïdienne est séparée. La dissection se dirige en haut et un peu en avant sur le cartilage cricoïde jusqu'au bord supérieur du cricoïde. Puis la dissection est postérieure, sur le bord supérieur du cricoïde, et sépare le muscle cricoaryténoïdien latéral du processus musculaire de l'aryténoïde, ce qui permet d'identifier aisément l'articulation cricoaryténoïdienne. Le muscle cricoaryténoïdien postérieur est séparé de la plaque cricoïdienne, libérant la face postérieure de l'articulation cricoaryténoïdienne. Ainsi la suture pourra être placée à travers cette région.

Une thyroplastie de médialisation employant une feuille de Gore-Tex® est réalisée. Enfin, une suture entre la corne inférieure du thyroïde et la face antérieure du cricoïde est mise en place, ce qui augmente la distance entre la facette cricoïdienne et l'attache antérieure du ligament vocal et favorise la mise en tension du pli vocal paralysé.

### **Complications**

Les complications précoces sont représentées par les hématomes, les hémorragies sous-muqueuses et l'œdème laryngé (4 à 10 % selon les séries). Ces complications peuvent compromettre la filière respiratoire et justifient, quelle que soit la technique, une surveillance. Ces complications sont plus fréquemment rapportées dans les techniques d'adduction aryténoïdienne que dans les thyroplasties simples [44].

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 % [45].

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 I utilisant l'implant de Montgomery, qui a inclus 96 patients, le taux global de complications était de 6,2 %, sans nécessité de trachéotomie [46].

La prise en charge ambulatoire est de plus en plus fréquente devant le faible taux de complications et une survenue de celles-ci en général plusieurs jours après l'intervention [47, 48].

## **TECHNIQUES DE RÉINNERVATION**

La réinnervation laryngée des paralysies laryngées unilatérales a été introduite dans les années 1980 par Tucker [49], puis Crumley [50]. Dans les paralysies unilatérales, la réinnervation n'a pas pour but de remobiliser le pli vocal, mais de prévenir l'atrophie des muscles laryngés. C'est une réinnervation non

sélective : elle ne s'adresse pas qu'aux seuls muscles adducteurs laryngés. Au contraire, elle cible tous les muscles qui stabilisent l'aryténoïde, à la manière des haubans qui tiennent le mât d'un navire.

Elle préserve à long terme la viscoélasticité de la corde vocale, et permet ainsi de restaurer une voix normale ou subnormale. Cette option est particulièrement intéressante chez les sujets jeunes dont l'espérance de vie est longue et les capacités de cicatrisation excellentes. Elle peut être utilisée en rattrapage des autres techniques <sup>[51]</sup>. D'importantes séries ont maintenant été publiées et démontrent la fiabilité de cette technique <sup>[51-55]</sup>.

Les inconvénients de la technique sont : l'anesthésie générale, le délai entre l'intervention et l'amélioration de la qualité de la voix (temps de la repousse axonale, environ 4 mois), la nécessité d'un site donneur intact et l'existence anatomique du nerf récepteur. En pratique, le nerf récurrent peut presque toujours être retrouvé dans le larynx, protégé de la zone cicatricielle par le muscle constricteur pharyngien, en général épargné.

La technique de réinnervation la plus fréquemment décrite est la suture nerveuse de l'anse cervicale avec le nerf récurrent (Fig. 1). L'anse cervicale est facile à trouver, à proximité du larynx, son prélèvement entraîne peu de morbidité <sup>[56]</sup>. Il est prudent d'utiliser une des branches nerveuses partant de l'anse de l'hypoglosse, se dirigeant vers les muscles sous-hyoïdiens, plutôt que la portion postérieure de l'anse connectée au plexus cervical profond. On s'assure ainsi de la direction du flux nerveux.

Lorsque la section du nerf récurrent est constatée en peropératoire, il est recommandé de réaliser l'anastomose entre les deux extrémités nerveuses du récurrent, avec un greffon d'interposition si la distance entre les deux extrémités est supérieure à 5 mm, pour éviter la mise en tension des sutures. Les greffons les plus aisément disponibles en chirurgie cervicale sont les rameaux du plexus cervical superficiel qui ont souvent une congruence de taille satisfaisante avec le nerf récurrent. L'alternative est de réaliser l'anastomose avec l'anse cervicale. Ce geste, qui vise à maintenir le tonus musculaire, améliore la qualité vocale postopératoire <sup>[57-59]</sup>.

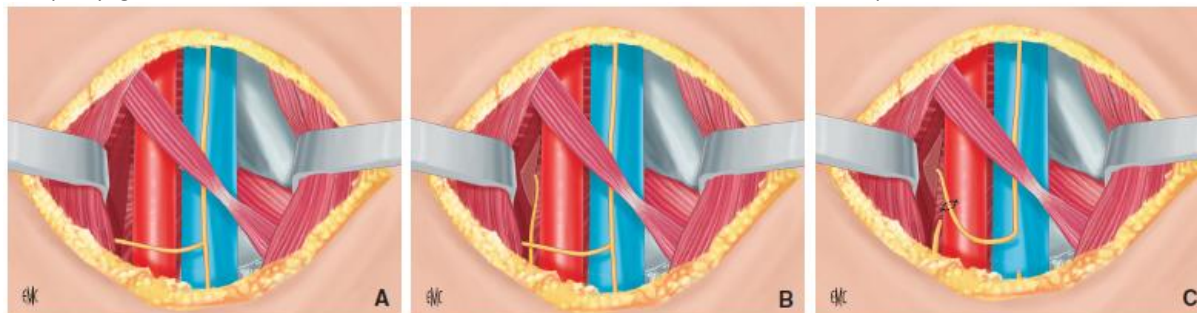
### **Technique chirurgicale <sup>[60]</sup>**

Une incision cervicale horizontale de 6 cm environ est réalisée en regard du cricoïde, les lambeaux de platysma supérieur et inférieur sont relevés. Le sterno-cléido-mastoïdien est récliné en arrière afin d'exposer l'omohyoïdien. Ce dernier est mobilisé pour donner accès à la gouttière jugulocarotidienne. L'anse cervicale court sur la face antérieure de la veine jugulaire interne. Les branches nerveuses destinées aux muscles sternohyoïdien et sternothyroïdien sont repérées. Le tronc de l'anse cervicale est laissé intact.

Le nerf récurrent est ensuite recherché, soit derrière le lobe thyroïdien, soit immédiatement après son entrée dans le larynx sous le muscle constricteur inférieur du pharynx, en arrière de l'articulation cricothyroïdienne.

Il est ensuite disséqué de façon rétrograde, puis est sectionné. L'extrémité du fragment distal (supérieur) est alors mobilisée à proximité de l'anse cervicale (ou sa branche destinée aux muscles sous-hyoïdiens) qui est sectionnée et suturée au nerf récurrent en terminoterminal sans tension sous contrôle microscopique et au fil de nylon 9/0 spatulé. L'utilisation d'un neurostimulateur est utile en peropératoire pour choisir le nerf donneur, le niveau de section de l'anse cervicale (Fig. 11).

**Figure 11.** Réinnervation laryngée unilatérale non sélective (d'après [34]). **A.** Repérage de l'anse cervicale sur la face antérieure de la veine jugulaire interne. **B.** Repérage du nerf laryngé récurrent en arrière du lobe thyroïdien, ou derrière le muscle cricopharyngien. **C.** Anastomose entre l'extrémité distale du nerf récurrent et l'extrémité proximale de l'anse cervicale.



Le site opératoire est fermé en deux plans : platysmal et cutané sur un drain.

Dans le même temps, une augmentation cordale par injection peut être réalisée en fin d'intervention afin d'améliorer immédiatement la qualité de la voix et de la déglutition, en attendant la repousse axonale. La graisse est très utilisée pour cela, mais pourrait être remplacée par un produit résorbable.

## STRATÉGIES THÉRAPEUTIQUES

### CHOIX DE LA TECHNIQUE

Les études cliniques de la littérature sont toutes des études rétrospectives, de sorte que leur niveau de preuve est assez faible. Les quelques études comparant les différentes techniques ne mettent pas en évidence de supériorité de la voie externe sur les injections par voie endoscopique (avec de la graisse ou de l'hydroxyapatite) [21, 61, 62].

Parmi les matériaux proposés pour une thyroplastie de type I, 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 [63].

De même, les études cliniques rapportées dans une méta-analyse de 2003 ne mettent pas en évidence de différence entre la thyroplastie seule ou associée à l'adduction aryténoïdienne [64]. Cependant l'adduction aryténoïdienne, par son action sur la commissure postérieure, peut réduire les fausses routes, lorsqu'elles sont prédominantes (paralysies de cause centrale, atteinte haute du nerf vague).

Le développement de la fibroscopie interventionnelle permet actuellement d'étendre les indications et la précocité des augmentations cordales.

La Société coréenne de laryngologie a édité des recommandations quant à la prise en charge des paralysies laryngées unilatérales 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 [65].

Les techniques de réinnervation sont réalisées chez les patients dont la demande vocale est marquée (professionnels de la voix), lorsque le pronostic vital n'est pas engagé [51]. Elles semblent donner d'un peu meilleurs résultats chez les sujets jeunes, en comparaison des thyroplasties [66]. Elles sont particulièrement indiquées en cas de section nerveuse. Pour permettre une amélioration vocale

immédiate, en attendant le délai de régénération, qui est de 4 à 6 mois, nous la complétons par une augmentation par graisse autologue.

## DÉLAI DE PRISE EN CHARGE

En cas de section peropératoire accidentelle ou de nécessité, il est recommandé de faire une réparation immédiate du nerf, soit par une suture terminoterminal, soit en déroutant l'anse de l'hypoglosse, pour l'anastomoser à la partie distale du nerf récurrent lésé. Il n'y a pas d'argument dans la littérature pour préférer l'une ou l'autre technique <sup>[59]</sup>.

Dans les autres cas : la prise en charge dépend des symptômes présentés par le patient, du pronostic de la pathologie initiale, de l'âge et de la demande vocale du patient et de la comorbidité.

La rééducation orthophonique est le premier traitement à proposer, en l'absence de troubles de la déglutition sévères, et ce d'autant qu'une chirurgie d'exérèse pulmonaire a été réalisée et/ou qu'il existe des atteintes neurologiques associées.

En l'absence de compensation suffisante après 2 mois de rééducation orthophonique, les options thérapeutiques préférentielles peuvent être résumées ainsi : lorsque le nerf était anatomiquement intact lors de l'intervention, mais qu'il existe en postopératoire une paralysie récurrentielle, une récupération fonctionnelle du nerf est espérée. Dans ce cas, un délai de 6 mois à 1 an après l'intervention doit être respecté afin d'observer une éventuelle récupération fonctionnelle <sup>[67]</sup>. L'EMG laryngée prend alors toute sa place pour orienter la prise en charge en fonction de ses critères pronostiques. Lorsque les troubles sont sévères, en particulier lorsqu'existent des fausses routes, il est licite de proposer précocement une médialisation cordale endoscopique avec un matériel résorbable, en particulier la graisse autologue, qui ne crée pas de lésion cordale. Après le délai de 6 mois, la chirurgie peut être proposée, et les techniques utilisables sont variées (cf. supra). Après 9 mois, une dénervation sévère à l'EMG laryngée plaide en faveur d'une technique de réinnervation non sélective avec l'anse de l'hypoglosse <sup>[67]</sup>. En restituant la trophicité de l'hémilarynx paralysé, elle prévient la dégradation vocale à long terme <sup>[51]</sup>.

Une actualisation des recommandations concernant la prise en charge des paralysies laryngées unilatérales a été réalisée en 2022 par de Mones del Pujol et al. <sup>[63]</sup> pour la Société française d'oto-rhino-laryngologie, dans le rapport de 2022 sur la voix, coordonné par Giovanni <sup>[18]</sup>.

## Paralysies laryngées bilatérales

### INTRODUCTION

Devant une immobilité laryngée bilatérale, on rappellera que plusieurs étiologies doivent être évoquées : paralysie, cicatrice endolaryngée avec ou sans ankylose aryricricoidienne, infiltration tumorale.

Une analyse sémiologique fine (dyspnée inspiratoire seule ou aux deux temps) et un interrogatoire soigneux permettent de les différencier, avant même de réaliser une EMG laryngée. Dans ce chapitre, nous ne traiterons que des causes neurogènes des immobilités laryngées bilatérales.

Leur étiologie la plus fréquente est iatrogène (complication de la chirurgie thyroïdienne). Elles peuvent se voir dans les lésions du tronc cérébral, les lésions médiastinales (cancer de l'œsophage, cancer du poumon). Elles peuvent se voir dans les syndromes de Guillain-Barré ou dans des pathologies neurologiques type sclérose latérale amyotrophique, où elles s'accompagnent alors de troubles de la déglutition sévères et d'autres signes.

Leur symptomatologie est fonction de la position des cordes vocales : en fermeture, le plus souvent, elles donnent lieu à une dyspnée inspiratoire, alors que la voix peut être normale ; en ouverture, elles se traduisent par une voix soufflée, éteinte, et au début par des fausses routes.

Leur symptomatologie est évolutive : une lésion récente, sévère, des nerfs récurrents peut donner lieu à un trouble vocal et à une dyspnée modérée, car les cordes vocales sont en position intermédiaire, entrouvertes. Dans les semaines qui suivent, la récupération anarchique des connexions neuronales (syncinésies, avec des erreurs d'aiguillage vers les muscles cibles) peut conduire au rapprochement des cordes vocales : la voix récupère — ce qui peut être trompeur — alors même que la dyspnée s'aggrave, typiquement de type laryngé avec stridor inspiratoire. L'apparition d'un frein expiratoire évoque une sténose laryngée ou trachéale associée.

Les objectifs du traitement sont l'élargissement glottique, la préservation de la qualité de la voix et l'obtention d'une continence laryngée permettant la protection des voies aériennes basses.

## ÉTIOLOGIES PRINCIPALES

Les paralysies laryngées bilatérales sont le plus souvent postopératoires (55,6 %), en particulier après une chirurgie thyroïdienne. Les autres causes sont moins fréquentes : postintubation (10 %), néoplasique (10 %) (médiastinale ou œsophagienne), idiopathique (8 %) ou neuropathique (7 %) <sup>[1]</sup>.

## BILAN ÉTIOLOGIQUE ET PRÉTHÉRAPEUTIQUE

### CLINIQUE

La dyspnée est le principal symptôme, elle est d'intensité variable, de la limitation dans les activités physiques telles que la marche à la dyspnée aiguë nécessitant une trachéotomie en urgence. Elle est liée à la position paramédiane des plis vocaux paralysés, mais il faut également rechercher lors de la laryngoscopie l'existence de syncinésies défavorables. Les syncinésies sont responsables d'une adduction paradoxale des plis vocaux lors de l'inspiration, ce qui majore l'obstacle aérien.

La qualité de la voix est souvent conservée, ou peu altérée, mais il existe néanmoins une fuite glottique conduisant le patient à des reprises inspiratoires fréquentes, interrompant le discours, et parfois accompagnées de stridor.

Les fausses routes doivent être systématiquement recherchées.

L'histoire de la maladie doit être précisée : l'immobilité laryngée survient-elle au décours d'une chirurgie cervicale ? d'une intubation prolongée (et la paralysie est moins probable) ? Est-elle survenue brutalement ou progressivement ?

## EXPLORATIONS

Elles permettent de quantifier les symptômes et de guider la thérapeutique, qui sera choisie en fonction de la sévérité des signes, de la demande du patient, de sa profession.

### **Exploration de la phonation**

L'évaluation de la voix par questionnaire est parfois perturbée par l'importance de la dyspnée. Les échelles perceptuelles (Hirano, GRBAS) permettent une évaluation globale. Avec la mesure du TMP, elles permettent une bonne appréciation du handicap phonatoire, parfois très modéré. Les paramètres informatiques de la voix (jitter, shimmer, fréquence fondamentale, intensité) sont complétés par l'enregistrement de la voix.

### **Explorations respiratoires**

Les explorations fonctionnelles respiratoires permettent de quantifier en spirométrie les résistances inspiratoires. La mesure du débit inspiratoire et la courbe débit/volume donnent des renseignements précieux. Les épreuves de marche (périmètre de marche de 6 min) donnent de bonnes indications sur la sévérité de la dyspnée.

Ces épreuves permettront de mesurer objectivement les résultats des traitements réalisés.

### **Explorations de la déglutition**

Elles sont d'abord cliniques et doivent être rapportées au contexte de survenue de la paralysie. Elles sont éventuellement complétées par la fibroscopie de la déglutition ou le radiocinéma. En cas de pathologie du tronc cérébral, la perturbation de la sensibilité et de la motricité pharyngolaryngée est importante. Ces examens doivent être pris en considération dans le choix des traitements qui risquent d'aggraver les troubles de la déglutition.

### **Électromyographie laryngée**

Elle apporte des informations diagnostiques (différencier l'atteinte neurogène de l'ankylose, mais les associations existent), topographiques et pronostiques. L'implantation des aiguilles d'EMG peut aggraver la dyspnée et doit donc être réalisée avec prudence, en milieu protégé. Elle peut aider au choix thérapeutique : la mise en évidence de syncinésies et/ou d'une activité électrique résiduelle dans le muscle cricoaryténoïdien postérieur permet de privilégier certaines thérapeutiques (toxine botulique dans les muscles adducteurs, dénervation/réinnervation laryngée sélective).

## PRINCIPAUX TRAITEMENTS

Les traitements possibles sont soit réversibles (la trachéotomie et la latéralisation endoscopique de la corde vocale) soit irréversibles : techniques consistant en des sections ou résection de tissu glottique plus ou moins étendues (cordotomie, cordectomie, aryténoïdectomie) qui sont définitives. L'évolution de techniques s'est faite progressivement vers les voies endoscopiques moins invasives. Il n'en reste

pas moins que tout élargissement glottique risque d'altérer la voix et de favoriser l'apparition ou l'aggravation de fausses routes.

Les techniques de réinnervation laryngée sélective permettent une approche plus fonctionnelle.

Les choix thérapeutiques sont différents selon qu'on s'adresse à une situation aiguë, d'évolution non prévisible, ou à une paralysie laryngée ancienne, fixée.

## TRACHÉOTOMIE

La trachéotomie est le geste d'urgence lorsque la dyspnée est mal tolérée. Elle trouve également son indication lorsque la diplégie est potentiellement réversible, car elle n'entraîne pas de séquelle permanente au niveau du plan glottique. Enfin, elle est le seul traitement possible lorsqu'il existe des fausses routes associées à la paralysie. Elle permet alors de protéger les voies respiratoires grâce à la mise en place d'une canule à ballonnet.

## VENTILATION NON INVASIVE

La ventilation non invasive au masque peut être une alternative à la trachéotomie, en situation aiguë, voire chronique (utilisée la nuit). La pression inspiratoire positive permet de lutter contre l'obstacle glottique et corrige la dyspnée inspiratoire (les cordes vocales se trouvent ainsi refoulées vers le dehors).

## INJECTION DE TOXINE BOTULIQUE

L'existence d'une réinnervation spontanée des muscles laryngés adducteurs après une paralysie récurrentielle est fréquente, même en l'absence de mouvement glottique observable. Cette réinnervation erronée participerait au maintien en adduction des plis vocaux paralysés (stridor alors que la voix est préservée). C'est sur ces constatations que se base le principe de l'injection de toxine botulique dans les muscles adducteurs laryngés (thyroaryténoïdien, cricoaryténoïdien latéral). L'injection est réalisée par voie percutanée cervicale, le plus souvent par voie cricothyroïdienne, et elle peut être guidée par l'EMG <sup>[68, 69]</sup>.

L'effet est transitoire et il est nécessaire de réitérer les injections tous les 3 à 6 mois selon les patients. Ce traitement permet d'améliorer la fonction respiratoire de façon transitoire. Il ne peut pas être utilisé en période aiguë.

## ARYTÉNOÏDOPEXIE EN ABDUCTION

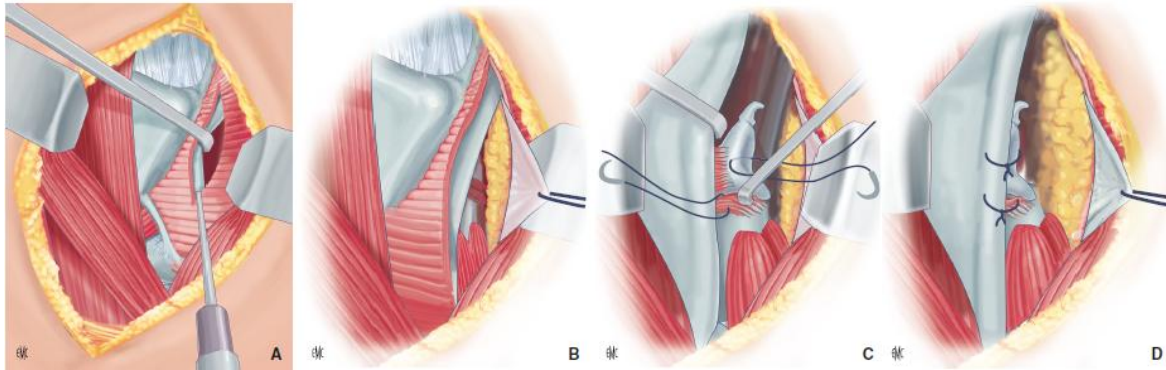
### ***Aryténoïdopexie par voie externe (intervention de King)***

Le principe de l'intervention est de suturer l'aryténoïde au plan extralaryngé (Fig. 12).

Par une cervicotomie horizontale, le larynx est abordé après la section du muscle constricteur inférieur du pharynx le long du bord postérieur de l'aile thyroïdienne. Puis l'aile thyroïdienne est réclinée par un crochet et la muqueuse du sinus piriforme est décollée et refoulée en arrière. Le cartilage aryténoïde est repéré en regard des insertions musculaires du muscle cricoaryténoïdien postérieur. Le cricoaryténoïdien postérieur et l'interaryténoïdien sont sectionnés au niveau de leurs insertions sur le processus musculaire pour permettre la mobilisation de l'aryténoïde, puis l'articulation

cricoaaryténoïdienne est désarticulée. La pexie est ensuite réalisée par deux fils entourant l'un le processus vocal et l'autre le corps de l'aryténoïde, fixés à l'aile thyroïdienne par deux orifices pratiqués dans celle-ci, permettant ainsi de latéraliser l'aryténoïde [70].

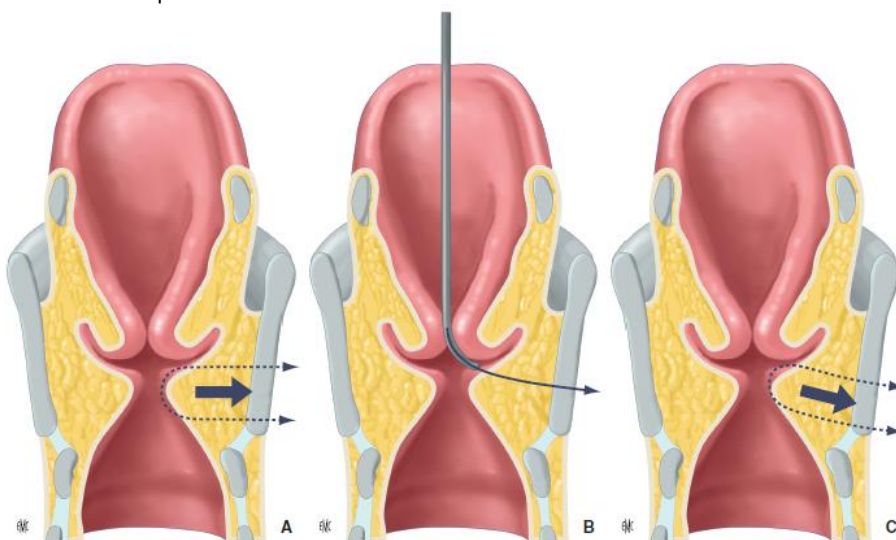
**Figure 12.** Intervention de King. **A.** Exposition de l'aile thyroïdienne. **B.** Le sinus piriforme est refoulé vers l'arrière. **C.** Le processus musculaire de l'aryténoïde, une fois libéré des insertions musculaires du cricoaryténoïdien postérieur et de l'interaryténoïdien, peut être basculé en abduction. **D.** La pexie est réalisée par deux fils transfixiant l'aile thyroïdienne.



### **Aryténoïdopexie par voie endoscopique**

La technique désormais classique décrite par Lichtenberger [71] est une voie d'abord mixte endoscopique et externe (Fig. 13). Elle consiste en une amélioration technique d'une intervention décrite dans les années 1990 [73]. L'intervention consiste en la fixation latérale par suture de l'aryténoïde en utilisant un porte-aiguille laryngé spécifique. Par voie endoscopique, le tiers postérieur du pli vocal est repéré, et l'extrémité du fil de suture est placée en dessous et orientée vers l'extérieur grâce au porte-aiguille, l'autre extrémité du fil est placée en un point similaire situé au-dessus du tiers postérieur du pli vocal. Puis les extrémités extérieures sont nouées sur une feuille de silicone placée sur le cartilage thyroïde ou sur le sternohyoïdien, qui ont été abordés par une voie cervicale minimale. La deuxième suture est réalisée de la même façon, 1 à 2 mm en avant de la première.

**Figure 13.** Technique d'aryténoïdopexie endoscopique de Lichtenberger (d'après [72]). **A.** L'objectif est de latéraliser horizontalement le pli vocal. **B.** Le porte-aiguille de Lichtenberger permet de placer le fil serti de l'intérieur vers l'extérieur au-dessus et au-dessous du pli vocal. **C.** Le biais à éviter est la latéralisation du pli vocal vers le bas, ce qui crée un décalage de hauteur des plis vocaux.



Le taux d'échec serait inférieur à 5 %, le taux de dégradation dans le temps est également inférieur à 5 %. L'auteur insistait sur le caractère réversible du geste. L'intervention entraîne une dégradation modérée de la qualité de la voix <sup>[71, 74]</sup>.

Elle ne semble pas empêcher la récupération de l'abduction cordale, si elle est réalisée précocement <sup>[74]</sup>.

Une étude prospective a comparé la technique d'aryténoïdopexie par voie externe et la technique de Lichtenberger <sup>[72]</sup> et concluait à une efficacité similaire des deux techniques avec un avantage en termes de durée d'intervention pour la technique de Lichtenberger.

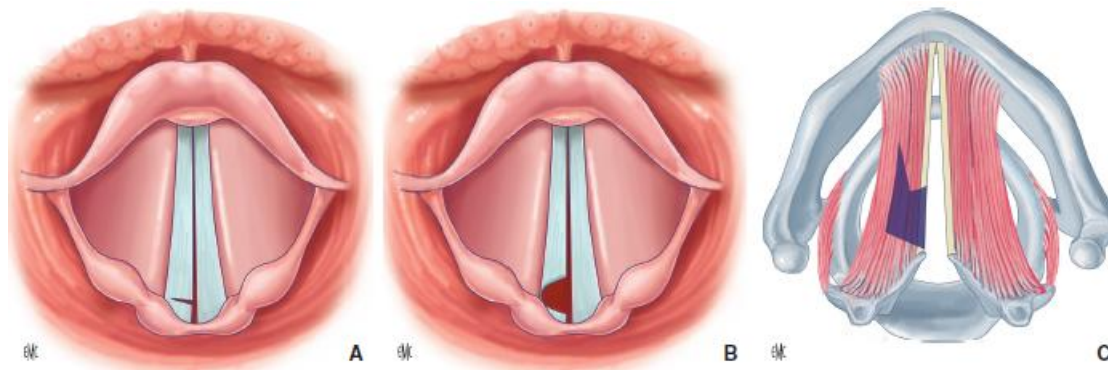
## TECHNIQUES COMPORTANT UNE RÉSECTION DE TISSU GLOTTIQUE

Elles ont pour but d'élargir la fente glottique. Il faut anticiper la cicatrisation rétractile. Il s'agit toujours d'un compromis entre respiration et phonation. Plus l'élargissement obtenu est grand, plus le risque de dysphonie ou et de fausses routes est important, et ce de façon relativement imprévisible.

### ***Cordotomie, cordectomie transverse postérieure***

Ces deux techniques sont similaires et consistent en une section ou une résection transverse à la partie postérieure de la corde vocale, juste en avant du processus vocal, sans atteindre celui-ci (Fig. 14). Les complications sont rares : granulome, cicatrice fibreuse, œdème cordal, infection, périchondrite aryténoïdienne, voix soufflée <sup>[76]</sup>.

**Figure 14.** D'après <sup>[75]</sup>. **A.** Cordotomie transverse postérieure (Kashima, 1991). **B.** Cordectomie transverse postérieure (Dennis, 1989). **C.** Cordectomie élargie vers l'avant (Reker, 1998).



**Cordectomie.** En laryngoscopie en suspension, le laser au dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est le plus couramment utilisé. Un fragment de tissu cordal en forme de C est réséqué du bord libre de la corde. La section débute en avant du processus vocal, sans exposer le cartilage, puis se poursuit vers l'avant et latéralement. Ce geste entraîne un élargissement transversal de 6 à 7 mm de la partie postérieure du larynx <sup>[76]</sup>. Une variante technique consiste à réaliser une contre-incision dirigée vers l'avant à partir de l'extrémité latérale de la cordectomie afin de modifier la ligne de fibrose cicatricielle <sup>[75]</sup>.

En cas d'insuffisance de résultat après 6 à 8 semaines, une seconde session peut être réalisée soit de façon ipsilatérale en réséquant davantage de tissu, soit par un geste minimal controlatéral. Certains auteurs proposent de réaliser d'emblée un geste bilatéral <sup>[77]</sup>.

**Cordotomie.** La cordotomie est également réalisée en microlaryngoscopie en suspension et à l'aide du laser CO<sub>2</sub>, le plus souvent. Elle consiste en une section de la partie postérieure du pli vocal, en avant

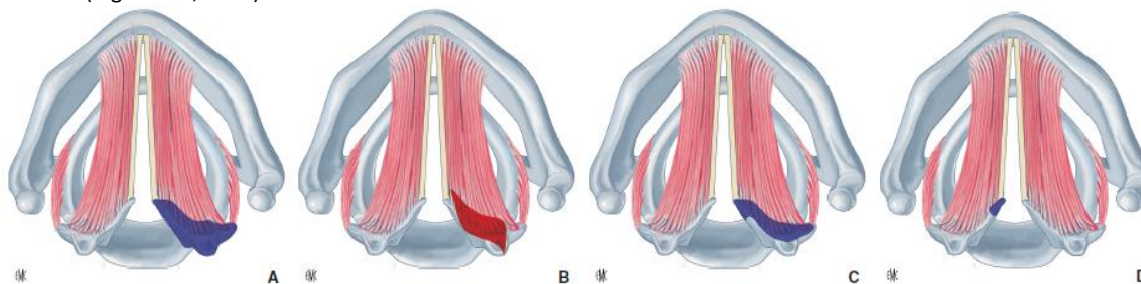
du processus vocal. Cette technique se base sur la rétraction du tissu cordal lors de la section du ligament vocal et du muscle thyroaryténoïdien. Cette section part du bord libre et s'étend latéralement. Le geste peut être unilatéral ou bilatéral d'emblée selon l'élargissement obtenu après la première cordotomie [78, 79].

### **Aryténoïdectomie**

**Aryténoïdectomie par voie externe.** Décrite par Woodman en 1946, l'aryténoïdectomie par voie externe était réalisée par un abord extralaryngé postérolatéral, en conservant le processus vocal, suturé à la corne inférieure du cartilage thyroïde [80]. Cette technique a largement été supplantée par les voies d'abord endoscopiques.

**Aryténoïdectomie par voie endoscopique.** Introduite en 1948 par Thornell [81], la voie endoscopique a largement bénéficié de l'introduction du laser en laryngologie [82] (Fig. 15).

**Figure 15.** Différentes aryténoïdectomies (d'après [75]). **A.** Aryténoïdectomie totale (Ossof et al., 1984). **B.** Aryténoïdectomie totale avec lambeau muqueux (Sato et al., 2001). **C.** Aryténoïdectomie subtotala (Remacle et al., 1996). **D.** Aryténoïdectomie médiale (Bigenzahn, 1996).



**Aryténoïdectomie totale** [83]. Le mucopérichondre recouvrant le cartilage corniculé et l'apex aryténoïdien est vaporisé pour exposer la partie haute du corps de l'aryténoïde. Le cartilage est ensuite réséqué.

Le processus vocal, une portion adjacente de muscle vocal et le processus musculaire sont vaporisés. Une petite bande de muscle vocalis est vaporisée pour favoriser la rétraction de la corde vocale en avant. L'insertion du muscle interaryténoïdien et de la muqueuse interaryténoïdienne doit être respectée scrupuleusement, pour éviter la formation de synéchies postérieures responsables d'un échec de cette chirurgie d'élargissement. Il existe fréquemment un saignement de l'artère aryténoïdienne à ce niveau, aisément contrôlé par tamponnement adrénaliné.

La formation de granulomes a motivé des modifications techniques avec la réalisation d'un lambeau muqueux de couverture qui réduirait le risque de telles complications [84, 85]. La qualité de la voix est imprévisible, mais reste acceptable le plus souvent ; les fausses routes en postopératoire ne sont pas rares [86].

**Aryténoïdectomie subtotala** [87]. L'aryténoïde est sectionné dans le plan frontal jusqu'à l'articulation cricoaryténoïdienne, préservant 1 à 2 mm d'épaisseur de cartilage postérieur et le processus musculaire. Puis l'articulation est séparée, libérant le cartilage aryténoïde. La tranche de section aryténoïdienne est ensuite couverte de colle de fibrine.

L'aryténoïdectomie subtotala maintient une certaine rigidité postérieure, prévenant un collapsus de la muqueuse à l'intérieur de la filière respiratoire.

*Aryténoïdectomie médiale.* Des aryténoïdectomies minimales ont été proposées, réséquant seulement le processus vocal de l'aryténoïde [88, 89].

*Cordotomie et aryténoïdectomie médiale.* Des associations sont décrites, et donnent des résultats respiratoires et vocaux acceptables, en particulier pour les patients [90].

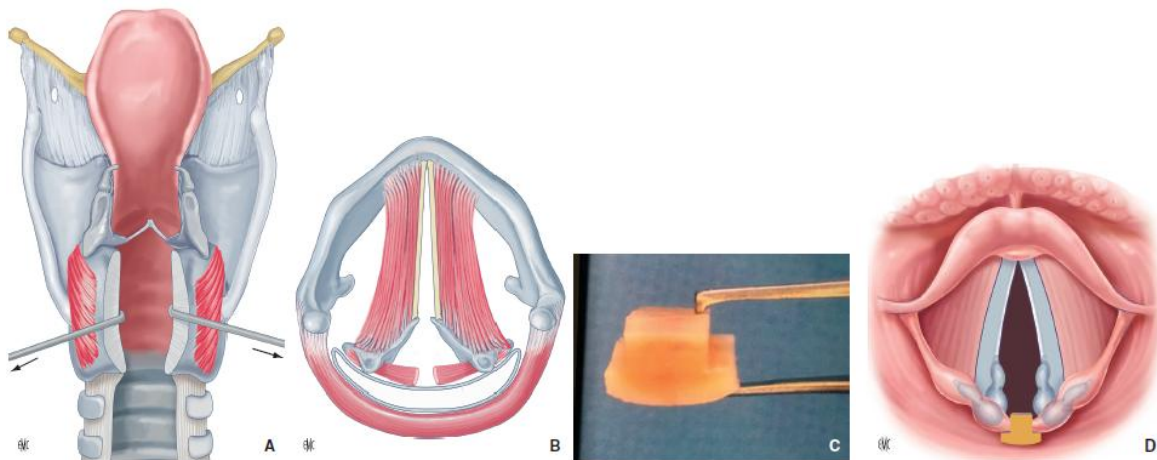
**Résections élargies : cordoaryténoïdectomies.** Il s'agit de résections étendues du tissu glottique associant une aryténoïdectomie totale et une cordectomie postérieure, qui permet un élargissement glottique conséquent. Les risques de retentissement sur la qualité de la voix et l'apparition de fausses routes sont probablement majorés par rapport aux autres techniques moins invasives [91].

### TECHNIQUE D'ÉLARGISSEMENT GLOTTIQUE POSTÉRIEUR (INTERVENTION DE RÉTHI) [33]

Le principe est l'élargissement de la partie postérieure de la glotte par la section verticale du chaton cricoïdien et son maintien en ouverture par une prothèse dilatatrice (sonde d'intubation, prothèse de calibre ou greffon osseux) (Fig. 16). Il s'agit d'une technique adressée principalement aux échecs des interventions précédentes ou à des larynx cicatriciels, car elle permet l'exérèse de la fibrose dans le même temps.

Elle peut être réalisée par voie endoscopique (chez l'enfant) [92, 93].

**Figure 16.** Principes de la cricotomie postérieure de Réthi (d'après [33]). **A.** Vue postérieure. **B.** Coupe transversale. **C, D.** Un greffon costal peut être placé dans la cricotomie pour en maintenir écartées les berges (D).



#### **Technique conventionnelle par voie externe**

L'intervention est menée sous couvert d'une trachéotomie.

Une thyrotomie médiane est réalisée. Des écarteurs autostatiques permettent d'exposer la commissure postérieure et la partie postérieure de la sous-glote.

La cricotomie postérieure est alors réalisée : la muqueuse est incisée verticalement sur la ligne médiane, sur toute la hauteur du larynx. Les muscles interaryténoïdiens sont sectionnés ou réséqués en respectant la muqueuse du versant pharyngé de la commissure postérieure. La section du cricoïde est ensuite réalisée de haut en bas en commençant par la corticale antérieure. À la fin de la cricotomie, on doit voir la fibreuse pharyngo-oesophagienne faire hernie entre les berges cartilagineuses. Selon les cas, on place alors la prothèse de calibre ou le greffon osseux (souvent prélevé au niveau costal, taillé de façon qu'il soit autorétentif : découpe en marche d'escalier postérieure).

La muqueuse laryngée antérieure est fermée par points séparés en rapprochant les deux lames thyroïdiennes après avoir réalisé le point d'épiglottoplastie. Le ligament cricothyroïdien est également fermé.

La mise en place d'un calibrage laryngé est discutée, car pouvant favoriser une réaction inflammatoire locale. La mise en place d'un tube de Montgomery peut favoriser le déplacement du greffon costal postérieur.

## RÉINNERVATION LARYNGÉE SÉLECTIVE

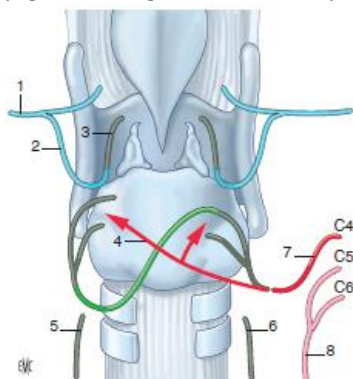
L'objectif est de permettre à la fois l'ouverture glottique inspiratoire, et la fermeture du sphincter glottique, afin de préserver la phonation et de prévenir les fausses routes.

Mises au point chez l'animal, puis appliquées chez l'homme, les techniques de réinnervation laryngées fonctionnelles se sont d'abord résumées à la technique du pédicule neuromusculaire décrite par Tucker<sup>[94, 95]</sup>. Tucker a rapporté une série de 214 patients avec un taux de succès de 74 % à 2 ans. Mais une détérioration était observée ensuite dans 17 % des cas<sup>[96]</sup>. De tels succès n'ont pas été confirmés par d'autres auteurs. Il n'était jamais observé d'abduction inspiratoire de l'aryténoïde.

Des progrès ont été obtenus chez l'animal grâce à la technique des anastomoses nerveuses intralaryngées et à l'apport du nerf phrénique ou de ses racines pour la réinnervation des muscles abducteurs des cordes vocales (cricoaryténoïdien postérieur)<sup>[97-100]</sup>.

Cette technique de réinnervation laryngée sélective bilatérale a été appliquée chez l'homme dans le cadre d'une étude prospective française. Le principe est d'apporter aux muscles cricoaryténoïdiens postérieurs une nouvelle innervation venue d'un nerf phrénique, active en inspiration, en préservant les capacités de fermeture du sphincter glottique, grâce à une réinnervation simultanée par des branches des nerfs hypoglosses (Fig. 17). Efficace, elle pourrait être appliquée à la réinnervation d'un transplant laryngé.

**Figure 17.** Réinnervation laryngée bilatérale et sélective<sup>[101]</sup>. Vue schématique postérieure des branchements nerveux. Après la section des nerfs récurrents, la racine supérieure du nerf phrénique (7) (ici droit) est prolongée par un greffon nerveux libre en Y (4) (prélevé aux dépens du plexus cervical superficiel, en rouge), dont les extrémités sont implantées dans les muscles cricoaryténoïdiens postérieurs (modification de l'ancienne technique comportant un greffon d'interposition, en vert clair). Les branches thyrohyoïdiennes des deux nerfs hypoglosses sont anastomosées à la partie distale des nerfs récurrents sectionnés. 1. Nerf hypoglosse (XII) ; 2. branche thyrohyoïdienne du nerf hypoglosse ; 3. branche adductrice du récurrent ; 5. nerf laryngé inférieur gauche ; 6. nerf laryngé inférieur droit ; 8. nerf phrénique.



Une évaluation préopératoire soigneuse est nécessaire, afin d'affirmer la persistance d'une mobilité aryténoïdienne passive sous curare, et le caractère limité des lésions cicatricielles si des gestes endolaryngés ont été précédemment réalisés <sup>[102, 103]</sup>.

Des détails techniques ont été précisés <sup>[104, 105]</sup>.

À ce jour, plus de 85 patients adultes ont été opérés en France. Une abduction aryténoïdienne inspiratoire est observée dans environ deux cas sur trois, avec une amélioration ventilatoire dans 75 % des cas, sans dégradation vocale, et sans dégradation de la fonction diaphragmatique <sup>[101]</sup>. Nous appliquons désormais cette technique chez l'enfant <sup>[106]</sup>.

Des auteurs chinois ont appliqué cette technique avec succès <sup>[107, 108]</sup>.

## STIMULATION ÉLECTRIQUE

Alternative à la réinnervation fonctionnelle, la stimulation électrique laryngée du muscle CAP a fait l'objet de nombreux travaux expérimentaux. Quelques succès ont été rapportés chez l'homme <sup>[109, 110]</sup>, en particulier par une équipe allemande <sup>[111, 112]</sup>. Les inconvénients sont : l'introduction de matériel étranger et l'apparition d'une fibrose autour du matériel de stimulation. Les résultats à long terme devront être évalués <sup>[112]</sup>.

Il est possible qu'à l'avenir des techniques mixtes soient amenées à se développer.

## STRATÉGIES THÉRAPEUTIQUES

### ***Paralysie laryngée bilatérale récente***

Lorsque le potentiel de récupération de la mobilité laryngée n'est pas connu, seuls sont préconisés les gestes réversibles : la ventilation non invasive ou la trachéotomie sont proposées en première intention, mais l'aryténoïdopexie par voie externe ou endoscopique trouve ici sa place de choix. Sa réversibilité est défendue par les auteurs hongrois <sup>[74]</sup>.

### ***Paralysie laryngée bilatérale ancienne***

Dans ce cas, le recours aux techniques d'élargissement irréversibles de la glotte est licite, à côté desquelles doivent se discuter les techniques de réinnervation sélective.

Cordotomie ou aryténoïdectomie ou association ? On rappelle que, en général, meilleurs sont les résultats respiratoires, moins bons sont les résultats phonatoires.

La cordectomie et l'aryténoïdectomie endoscopique sont toutes deux des techniques fiables avec une amélioration fonctionnelle respiratoire significative ; les résultats vocaux sont sensiblement les mêmes, généralement acceptables. La cordotomie n'entraîne pas de fausse route, contrairement à l'aryténoïdectomie : elle est donc l'intervention de choix lorsque des fausses routes infracliniques sont suspectées <sup>[113, 114]</sup>.

L'aryténoïdectomie est préconisée lorsqu'une réintervention est à exclure, que la dyspnée est importante, que la voix est mauvaise, et qu'il n'y a pas de suspicion de fausses routes.

Plusieurs publications ont fait état de techniques combinées, associant soit cordotomie postérieure et aryténoïdopexie latérale <sup>[115]</sup>, soit cordotomie postérieure et aryténoïdectomie partielle, sans montrer

de différence en termes de phonation <sup>[116]</sup>. Elles permettent dans la plupart des cas d'éviter la trachéotomie (ou de la retirer).

Une méta-analyse récente n'a pas montré de différence dans les taux de décanulation en fonction des techniques, et insiste sur la fréquence des reprises chirurgicales <sup>[117]</sup>. Mais elle fait état de nombreux biais.

Une autre revue de la littérature n'a pas montré de différence dans les résultats vocaux ou respiratoires obtenus par les différentes techniques endoscopiques <sup>[118]</sup>.

Bien que les résultats vocaux objectifs mesurés en postopératoires soient dégradés, ils ne sont pas toujours perçus comme tels par les patients, dans leurs réponses aux questionnaires. Cette observation est retrouvée par plusieurs auteurs <sup>[86, 119, 120]</sup> et nous la partageons. Il s'agit à la fois d'une amélioration de la qualité de vie ressentie, et de la faible pertinence des questionnaires.

L'aryténoïdectomie médiale semble n'altérer que très peu la voix <sup>[88, 89]</sup>.

Les techniques de réinnervation fonctionnelle (réinnervation ou stimulation) trouveront leur indication lorsqu'une voix optimale doit être préservée. Elles seront plutôt proposées en première intention. Elles peuvent être appliquées à l'enfant [106].

### ***Paralysies bilatérales en abduction***

Heureusement beaucoup plus rares, ces pathologies sont très graves en raison de l'existence de fausses routes majeures, y compris à la salive. Le traitement de référence est la trachéotomie, avec une canule à ballonnet, associée à une gastrostomie le plus souvent pour assurer des apports alimentaires suffisants.

En alternative, certains auteurs proposent une médialisation bilatérale par thyroplastie qui, grâce à l'utilisation d'une canule de trachéotomie sans ballonnet, permet de protéger les voies aériennes inférieures tout en permettant au patient de parler, car il n'y a pas de séparation laryngotrachéale (pas de canule à ballonnet) <sup>[121]</sup>.

Quelques cas de paralysies laryngées bilatérales en ouverture après une disjonction laryngotrachéale traumatique ont été traités par réinnervation laryngée sélective <sup>[122]</sup>.

Enfin, dans les cas les plus graves où les fausses routes persistent malgré ces gestes, une exclusion du larynx peut être proposée.

## **Paralysies laryngées de l'enfant**

Les paralysies laryngées du nouveau-né et du nourrisson sont une cause fréquente de stridor et de dysphonie dans cette population et surviennent plus volontiers dans la première année de vie.

Les particularités pédiatriques de la pathologie sont :

- la fréquence des paralysies bilatérales ;

- la prédominance des manifestations respiratoires (stridor), même pour les paralysies unilatérales du fait du collapsus inspiratoire du pli vocal paralysé ;
- le fort taux de récupération spontanée (63 %), meilleur pour les paralysies unilatérales (70 %) que pour les diplégies (52 %) ;
- la morbidité importante de la trachéotomie chez le nouveau-né et le nourrisson de moins de 1 an <sup>[123]</sup>.

L'ensemble de ces constatations dicte la prise en charge thérapeutique.

Les principales étiologies des paralysies laryngées unilatérales sont la ligature du canal artériel et les pathologies de la fosse postérieure, avec leurs troubles de la déglutition. Différents traitements peuvent être réalisés : augmentation cordale, thyroplastie ou réinnervation non sélective.

Plusieurs revues rétrospectives des différents traitements chirurgicaux réalisés, faites par Butskiy et al. en 2015 <sup>[124]</sup>, Aires et al. en 2021 <sup>[125]</sup>, puis Hoey et al. <sup>[126]</sup>, ont montré la supériorité de la réinnervation en comparaison des autres techniques.

Dans les paralysies laryngées bilatérales, la trachéotomie doit être évitée autant que possible chez l'enfant de moins de 3 kg de poids <sup>[123]</sup>. En cas de détresse respiratoire, l'enfant est intubé et une tentative d'extubation au bloc opératoire sous contrôle endoscopique est réalisée après 15 jours en espérant une récupération spontanée. Une ventilation non invasive peut être proposée.

En cas d'impossibilité d'extubation, un geste chirurgical est réalisé. Il peut s'agir, selon les auteurs, d'une trachéotomie (qui préserve la voix et permet d'attendre une éventuelle récupération spontanée) ou d'un geste endoscopique minimal à type de cordotomie transverse postérieure <sup>[127]</sup>, d'une aryténoïdopexie par voie endoscopique, réputée réversible et préservant la voix <sup>[128]</sup>.

Les gestes d'élargissement glottique plus invasifs sont parfois différés ou au contraire réalisés précocement pour tenter d'éviter la trachéotomie. Ces gestes sont semblables à ceux décrits chez l'adulte, en particulier les cordotomies et les aryténoïdectomies laser, moins souvent l'aryténoïdopexie par voie externe.

D'autres solutions peuvent être proposées : laryngoplastie par cricoïdectomie postérieure, avec ou sans interposition, par voie endoscopique <sup>[92, 93]</sup> ou externe, avec interposition de cartilage costal. Ces techniques peuvent aussi être réalisées dans les cas de sténoses laryngées <sup>[129]</sup>.

De nouvelles stratégies apparaissent : pour éviter une trachéotomie, une cricoïdectomie antérieure et postérieure est réalisée par voie endoscopique, suivie d'une intubation de 2 semaines <sup>[130-132]</sup>.

Ces différents traitements laissent souvent des séquelles vocales dont la sévérité n'est pas toujours mesurée dans la période néonatale. Cela justifie les stratégies de réinnervation sélective dont l'objectif est l'amélioration ventilatoire avec préservation vocale. Quelques séries ont été publiées utilisant soit le pédicule neuromusculaire d'une branche de l'hypoglosse <sup>[133]</sup>, soit les racines d'un nerf phrénique, technique que nous appliquons largement chez l'adulte <sup>[106, 126]</sup>.

**Déclaration de liens d'intérêts** : les auteurs n'ont pas transmis de déclaration de liens d'intérêts en relation avec cet article.

## Références

- [1] Rosenthal LH, Benninger MS, Deeb RH. Vocal fold immobility: a longitudinal analysis of etiology over 20 years. *Laryngoscope* 2007;117: 1864–70.
- [2] Laccourreye O, Delas B, Bonfils P, Malinvaud D. Paralysies laryngées unilatérales isolées de l'adulte : étude d'une cohorte de 591 patients pris en charge en centre hospitalo-universitaire. *Bull Acad Natl Med* 2010;194:805–17, discussion 817-8.
- [3] D'Alatri L, Galla S, Rigante M, Antonelli O, Buldrini S, Marchese MR. Role of early voice therapy in patients affected by unilateral vocal fold paralysis. *J Laryngol Otol* 2008;122:936–41.
- [4] Hydman J, Björck G, Persson JK, Zedenius J, Mattsson P. Diagnosis and prognosis of iatrogenic injury of the recurrent laryngeal nerve. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2009;118:506–11.
- [5] Volk GF, Guntinas-Lichius O. Laryngeal electromyography. *Adv Otorhinolaryngol* 2020;85:18–24.
- [6] Miyata E, Miyamoto M, Shiromoto O, Kobayashi Y, Yagi M, Kitawaki T, et al. Early voice therapy for unilateral vocal fold paralysis improves subglottal pressure and glottal closure. *Am J Otolaryngol* 2020;41:102727.
- [7] El-Banna M, Youssef G. Early voice therapy in patients with unilateral vocal fold paralysis. *Folia Phoniatri Logop* 2014;66:237–43.
- [8] Mattioli F, Menichetti M, Bergamini G, Molteni G, Alberici MP, Luppi MP, et al. Results of early versus intermediate or delayed voice therapy in patients with unilateral vocal fold paralysis: our experience in 171 patients. *J Voice* 2015;29:455–8.
- [9] 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. *Laryngoscope* 2012;122:2227–33.
- [10] Marques JAS, Marronnier A, Crampon F, Lagier A, Marie JP. Early management of acute unilateral vocal fold paralysis: update of the literature. *J Voice* 2021;35:924–6.
- [11] Reiter R, Brosch S. Laryngoplasty with hyaluronic acid in patients with unilateral vocal fold paralysis. *J Voice* 2012;26:785–91.
- [12] 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. *Laryngoscope* 2002;112:1235–8.
- [13] Shiotani A, Okubo K, Saito K, Fujimine T, Tomifuji M, Ikeda A, et al. Injection laryngoplasty with calcium phosphate cement. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;140:816–21.
- [14] Ricci Maccarini A, Stacchini M, Mozzanica F, Schindler A, Basile E, De Rossi G, et al. Efficacy of trans-nasal fiberoptic injection laryngoplasty with centrifuged autologous fat in the treatment of glottic insufficiency due to unilateral vocal fold paralysis. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2018;38:204–13.
- [15] Tigges M, Hess M. [Glottis injection to improve voice function: review of more than 500 operations]. *HNO* 2015;63:489–96.

- [16] Mallur PS, Rosen CA. Office-based laryngeal injections. *Otolaryngol Clin North Am* 2013;46:85–100.
- [17] 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* 2018;159:608–14.
- [18] Garrel R, Giovanni A, de Mones del Pujol E, Atallah I, Baujat B, Blanchard C, et al. Paralysies et sténoses laryngées. In: Giovanni A, editor. *Les troubles de la voix : mécanismes, explorations et prise en charge*. Paris: SFORL; 2022. p. 353–434.
- [19] Woo SH, Son YI, Lee SH, Park JJ, Kim JP. 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.
- [20] Laccourreye O, Crevier-Buchman L, Le Pimpec-Barthes F, Garcia D, Riquet M, Brasnu D. Recovery of function after intracordal autologous fat injection for unilateral recurrent laryngeal nerve paralysis. *J Laryngol Otol* 1998;112:1082–4.
- [21] 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.
- [22] Coleman SR. Long-term survival of fat transplants: controlled demonstrations. *Aesthetic Plast Surg* 1995;19:421–5.
- [23] 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;31:244e217–21.
- [24] Reijonen P, Tervonen H, Harinen K, Rihkanen H, Aaltonen LM. Longterm results of autologous fascia in unilateral vocal fold paralysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266:1273–8.
- [25] Nishiyama K, Hirose H, Masaki T, Nagai H, Hashimoto D, Usui D, et al. Long-term result of the new endoscopic vocal fold medialization surgical technique for laryngeal palsy. *Laryngoscope* 2006;116:231–4.
- [26] Kinnari TJ, Pietarinen P, Geneid A. Vocal fold augmentation under local anaesthesia using autologous fascia. *Clin Otolaryngol* 2018;43:989–91.
- [27] Duruisseau O, Wagner I, Fugain C, Chabolle F. Endoscopic rehabilitation of vocal cord paralysis with a silicone elastomer suspension implant. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;131:241–7.
- [28] Rosen CA, Gartner-Schmidt J, Casiano R, Anderson TD, Johnson F, Remacle M, et al. Vocal fold augmentation with calcium hydroxylapatite: twelve-month report. *Laryngoscope* 2009;119:1033–41.
- [29] DeFatta RA, Chowdhury FR, Sataloff RT. Complications of injection laryngoplasty using calcium hydroxylapatite. *J Voice* 2012;26:614–8.
- [30] Lakhani R, Fishman JM, Bleach N, Costello D, Birchall M. Alternative injectable materials for vocal fold medialisation in unilateral vocal fold paralysis. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;10:CD009239.
- [31] Isshiki N, Morita H, Okamura H, Hiramoto M. Thyroplasty as a new phonosurgical technique. *Acta Otolaryngol* 1974;78:451–7.

- [32] Isshiki N. Mechanical and dynamic aspects of voice production as related to voice therapy and phonosurgery. *J Voice* 1998;12:125–37.
- [33] Guerrier Y. Les laryngoplasties. In: Portmann M, Guerrier Y, eds. *Traité de technique chirurgicale ORL et cervico-faciale*. Paris: Masson; 1988. p. 370–4.
- [34] Lagier A, Marie JP. Chirurgie des paralysies laryngées. *EMC Techniques chirurgicales : tête et cou* 2014;9(1):1–21 [Article 46-380].
- [35] Montgomery WW, Blaugrund SM, Varvares MA. Thyroplasty: a new approach. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102:571–9.
- [36] Zapater E, Basterra J, López I, Oishi N, García-Lliberós A. Use of individual anatomical variations to customise window location in montgomery implant thyroplasty: a case series study. *Clin Otolaryngol* 2019;44:1162–5.
- [37] 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;138:191–4.
- [38] Friedrich G. Titanium vocal fold medializing implant: introducing a novel implant system for external vocal fold medialization. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1999;108:79–86.
- [39] Devos M, Schultz P, Guilleré F, Debry C. Thyroplasty for unilateral vocal fold paralysis using an adjustable implant in porous titanium. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2010;127:204–12.
- [40] 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;118:405–8.
- [41] McCulloch TM, Hoffman HT. Medialization laryngoplasty with expanded polytetrafluoroethylene. Surgical technique and preliminary results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1998;107:427–32.
- [42] Giovanni A, Vallicioni JM, Gras R, Zanaret M. Clinical experience with Gore-Tex for vocal fold medialization. *Laryngoscope* 1999;109:284–8.
- [43] Zeitels SM, Mauri M, Dailey SH. Adduction arytenopexy for vocal fold paralysis: indications and technique. *J Laryngol Otol* 2004;118:508–16.
- [44] Rosen CA. Complications of phonosurgery: results of a national survey. *Laryngoscope* 1998;108:1697–703.
- [45] Ekbom 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;129:952–60.
- [46] 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;115:1411–7.
- [47] Patel J, Boon M, Spiegel J, Huntley C. Safety of outpatient type 1 thyroplasty. *Ear Nose Throat J* 2021;100:608S–13S.

- [48] Chau SM, Kim CM, Vahabzadeh-Hagh A, Verma SP, Chhetri DK. Safety of outpatient unilateral medialization laryngoplasty across two academic institutions. *Laryngoscope* 2019;129:1647–9.
- [49] Tucker HM, Rusnov M. Laryngeal reinnervation for unilateral vocal cord paralysis: long-term results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1981;90:457–9.
- [50] Crumley RL, Izdebski K. Voice quality following laryngeal reinnervation by ansa hypoglossi transfer. *Laryngoscope* 1986;96:611–6.
- [51] 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;130:1756–63.
- [52] Lee WT, Milstein C, Hicks D, Akst LM, Esclamado RM. Results of ansa to recurrent laryngeal nerve reinnervation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136:450–4.
- [53] Lorenz RR, Esclamado RM, Teker AM, Strome M, Scharpf J, Hicks D, et al. Ansa cervicalis-to-recurrent laryngeal nerve anastomosis for unilateral vocal fold paralysis: experience of a single institution. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008;117:40–5.
- [54] Smith ME, Roy N, Stoddard K. Ansa-RLN reinnervation for unilateral vocal fold paralysis in adolescents and young adults. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008;72:1311–6.
- [55] Wang W, Chen D, Chen S, Li D, Li M, Xia S, et al. 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:e19128.
- [56] Prades JM, Gavid M, Dubois MD, Dumollard JM, Timoshenko AT, Peoc'h M. Surgical anatomy of the ansa cervicalis nerve: which branch to use for laryngeal reinnervation in humans? *Surg Radiol Anat* 2015;37:139–45.
- [57] Yumoto E, Sanuki T, Kumai Y. Immediate recurrent laryngeal nerve reconstruction and vocal outcome. *Laryngoscope* 2006;116:1657–61.
- [58] Miyauchi A, Inoue H, Tomoda C, Fukushima M, Kihara M, Higashiyama T, et al. Improvement in phonation after reconstruction of the recurrent laryngeal nerve in patients with thyroid cancer invading the nerve. *Surgery* 2009;146:1056–62.
- [59] Simó R, Nixon IJ, Rovira A, Vander Poorten V, Sanabria A, Zafereo M, et al. Immediate intraoperative repair of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *Laryngoscope* 2021;131:1429–35.
- [60] Marie JP, Heathcote K, Crampon F, Deneuve S. Nerve reconstruction. In: Remacle M, Eckel HE, eds. *Textbook surgery of larynx and trachea*. 2nd edition Berlin, Heidelberg: Springer; 2022. p. 335–50.
- [61] Siu J, Tam S, Fung K. A comparison of outcomes in interventions for unilateral vocal fold paralysis: a systematic review. *Laryngoscope* 2016;126:1616–24.
- [62] Umeno H, Chitose S, Sato K, Ueda Y, Nakashima T. Long-term postoperative vocal function after thyroplasty type I and fat injection laryngoplasty. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2012;121:185–91.
- [63] de Mones del Pujol E, Garrel L, Amy de la Bretèque B, Ravera-Lassalle A, Mailly M, Espitalier F, et al. Actualisation de la recommandation pour la pratique clinique : paralysies laryngées unilatérales de

l'adulte. In: Giovanni A, editor. *Les troubles de la voix : mécanismes, explorations et prise en charge*. Paris: SFORL; 2022. p. 370–98.

[64] Chester MW, Stewart MG. Arytenoid adduction combined with medialization thyroplasty: an evidence-based review. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;129:305–10.

[65] Ryu CH, Kwon TK, Kim H, Kim HS, Park IS, Woo JH, et al. Guidelines for the management of unilateral vocal fold paralysis from the Korean Society of Laryngology, Phoniatrics and Logopedics. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2020;13:340–60.

[66] Paniello RC, Edgar JD, Kallogjeri D, Piccirillo JF. Medialization versus reinnervation for unilateral vocal fold paralysis: a multicenter randomized clinical trial. *Laryngoscope* 2011;121:2172–9.

[67] Mau T, Pan HM, Childs LF. The natural history of recoverable vocal fold paralysis: implications for kinetics of reinnervation. *Laryngoscope* 2017;127:2585–90.

[68] Marie JP, Navarre I, Lerosey Y, Magnier P, Dehesdin D, Andrieu Guitrancourt J. Trouble de la mobilité laryngée bilatérale et syncinésies : intérêt de la toxine botulique. À propos d'un cas. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 1998;119:261–4.

[69] Woisard V, Liu X, Bes MC, Simonetta-Moreau M. Botulinum toxin injection in laryngeal dyspnea. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2017;274: 909–17.

[70] Tokashiki R, Hiramatsu H, Tsukahara K, Kanebayashi H, Nakamura M, Motohashi R, et al. A “fenestration approach” for arytenoid adduction through the thyroid ala combined with type I thyroplasty. *Laryngoscope* 2007;117:1882–7.

[71] Lichtenberger G. Reversible lateralization of the paralyzed vocal cord without tracheostomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002;111:21–6.

[72] Hyodo M, Nishikubo K, Motoyoshi K. Laterofixation of the vocal fold using an endo-extralaryngeal needle carrier for bilateral vocal fold paralysis. *Auris Nasus Larynx* 2009;36:181–6.

[73] Ejnell H, Tisell LE. Acute temporary laterofixation for treatment of bilateral vocal cord paralyses after surgery for advanced thyroid carcinoma. *World J Surg* 1993;17:277–81.

[74] Rovó L, Matievics V, Sztanó B, Szakács L, Pálkó D, Wootten CT, et al. Functional results of endoscopic arytenoid abduction lateropexy for bilateral vocal fold palsy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2022;279:1995–2002.

[75] Sapundzhiev N, Lichtenberger G, Eckel HE, Friedrich G, Zenev I, Too-hill RJ, et al. Surgery of adult bilateral vocal fold paralysis in adduction: history and trends. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2008;265:1501–14.

[76] Dennis DP, Kashima H. Carbon dioxide laser posterior cordectomy for treatment of bilateral vocal cord paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1989;98:930–4.

[77] Olthoff A, Zeiss D, Laskawi R, Kruse E, Steiner W. Laser microsurgical bilateral posterior cordectomy for the treatment of bilateral vocal fold paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2005;114:599–604.

- [78] Laccourreye O, Paz Escovar MI, Gerhardt J, Hans S, Biacabe B, Brasnu D. CO2 laser endoscopic posterior partial transverse cordotomy for bilateral paralysis of the vocal fold. *Laryngoscope* 1999;109:415–8.
- [79] Bajaj Y, Sethi N, Shayah A, Harris AT, Henshaw P, Coatesworth AP, et al. Vocal fold paralysis: role of bilateral transverse cordotomy. *J Laryngol Otol* 2009;123:1348–51.
- [80] Woodman DG, Pennington CL. Bilateral abductor paralysis: 30 years experience with arytenoidectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85:437–9.
- [81] Thornell WC. Intralaryngeal approach for arytenoidectomy in bilateral abductor paralysis of the vocal cords; a preliminary report. *Arch Otolaryngol* (1925) 1948;47:505–8.
- [82] Ossoff RH, Hotaling AJ, Karlan MS, Sisson GA. CO2 laser in otolaryngology-head and neck surgery: a retrospective analysis of complications. *Laryngoscope* 1983;93:1287–9.
- [83] Ossoff RH, Duncavage JA, Shapshay SM, Krespi YP, Sisson GA. Endoscopic laser arytenoidectomy revisited. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1990;99:764–71.
- [84] Sato K, Umeno H, Nakashima T. Laser arytenoidectomy for bilateral median vocal fold fixation. *Laryngoscope* 2001;111:168–71.
- [85] Yilmaz T. Endoscopic total arytenoidectomy for bilateral abductor vocal fold paralysis: a new flap technique and personal experience with 50 cases. *Laryngoscope* 2012;122:2219–26.
- [86] Yilmaz T. Endoscopic partial arytenoidectomy for bilateral vocal fold paralysis: medially based mucosal flap technique. *J Voice* 2019;33:751–8.
- [87] Plouin-Gaudon I, Lawson G, Jamart J, Remacle M. Subtotal carbon dioxide laser arytenoidectomy for the treatment of bilateral vocal fold immobility: long-term results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2005;114:115–21.
- [88] Crumley RL. Endoscopic laser medial arytenoidectomy for airway management in bilateral laryngeal paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102:81–4.
- [89] Gorphe P, Hartl D, Primov-Fever A, Hans S, Crevier-Buchman L, Brasnu D. Endoscopic laser medial arytenoidectomy for treatment of bilateral vocal fold paralysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013;270:1701–5.
- [90] Hillel AT, Giraldez L, Samad I, Gross J, Klein AM, Johns MM. Voice outcomes following posterior cordotomy with medial arytenoidectomy in patients with bilateral vocal fold immobility. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2015;141:728–32.
- [91] Misiolek M, Ziora D, Namyslowski G, Misiolek H, Kucia J, Scierski W, et al. Long-term results in patients after combined laser total arytenoidectomy with posterior cordectomy for bilateral vocal cord paralysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007;264:895–900.
- [92] Thakkar K, Gerber ME. Endoscopic posterior costal cartilage graft placement for acute management of pediatric bilateral vocal fold paralysis without tracheostomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008;72:1555–8.

- [93] Chen EY, Inglis AF. Bilateral vocal cord paralysis in children. *Otolaryngol Clin North Am* 2008;41:889–901, viii.
- [94] Tucker HM. Human laryngeal reinnervation: long-term experience with the nerve-muscle pedicle technique. *Laryngoscope* 1978;88: 598–604.
- [95] Tucker HM. Nerve-muscle pedicle reinnervation of the larynx: avoiding pitfalls and complications. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982;91:440–4.
- [96] Tucker HM. Long-term results of nerve-muscle pedicle reinnervation for laryngeal paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1989;98:674–6.
- [97] Crumley RL. Experiments in laryngeal reinnervation. *Laryngoscope* 1982;92:1–27.
- [98] Marie JP, Dehesdin D, Ducastelle T, Senant J. Selective reinnervation of the abductor and adductor muscles of the canine larynx after recurrent nerve paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1989;98:530–6.
- [99] Mahieu HF, Van Lith-Bijl JT, Groenhout C, Tonnaer JA, de Wilde P. Selective laryngeal abductor reinnervation in cats using a phrenic nerve transfer and ORG 2766. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1993;119:772–6.
- [100] Marina MB, Marie JP, Birchall MA. Laryngeal reinnervation for bilateral vocal fold paralysis. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2011;19:434–8.
- [101] Marie JP. Reinnervation: new frontiers. In: Rubin JS, Sataloff RT, Koro-vin GS, eds. *Diagnosis and treatment of voice disorders*. New York: Plural Publishing Inc; 2014. p. 855–69.
- [102] Song SA, Marie JP. Assessment of bilateral vocal fold immobility prior to selective bilateral laryngeal reinnervation. *Clin Otolaryngol* 2020;45:432–5.
- [103] Selim J, Maquet C, Djerada Z, Besnier E, Compère V, Crampon F, et al. Anesthetic management for awake tubeless suspension microlaryngoscopy. *Laryngoscope* 2021;131:E2669–75.
- [104] Crampon F, Duparc F, Trost O, Marie JP. Selective laryngeal reinnervation: can rerouting of the thyrohyoid nerve simplify the procedure by avoiding the use of a nerve graft? *Surg Radiol Anat* 2019;41: 145–50.
- [105] Prades JM, Lelonge Y, Dubois MD, Dumollard JM, Peoc'h M, Gavid M. Dual laryngeal reinnervation in bilateral vocal fold paralysis: anatomical pitfalls. *Surg Radiol Anat* 2021;43:1745–51.
- [106] Lee JW, Bon-Mardion N, Smith ME, Marie JP. Bilateral selective laryngeal reinnervation for bilateral vocal fold paralysis in children. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2020;146:401–7.
- [107] Li M, Chen S, Zheng H, Chen D, Zhu M, Wang W, et al. Reinnervation of bilateral posterior cricoarytenoid muscles using the left phrenic nerve in patients with bilateral vocal fold paralysis. *PLoS One* 2013;8:e77233.
- [108] Li M, Zheng HL, Chen SC, Zhu MH, Jiang H, Liu F, et al. [Clinical analysis of selective laryngeal reinnervation using upper root of phrenic nerve and hypoglossal nerve branch in the treatment of bilateral vocal fold paralysis]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi* 2020;55:1016–21.

- [109] Zealear DL, Billante CR, Courey MS, Netterville JL, Paniello RC, Sanders I, et al. Reanimation of the paralyzed human larynx with an implantable electrical stimulation device. *Laryngoscope* 2003;113: 1149–56.
- [110] Li Y, Pearce EC, Mainthia R, Athavale SM, Dang J, Ashmead DH, et al. Comparison of ventilation and voice outcomes between unilateral laryngeal pacing and unilateral cordotomy for the treatment of bilateral vocal fold paralysis. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2013;75:68–73.
- [111] Mueller AH. Laryngeal pacing for bilateral vocal fold immobility. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2011;19:439–43.
- [112] Mueller AH, Hagen R, Pototschnig C, Foerster G, Grossmann W, Baumbusch K, et al. Laryngeal pacing for bilateral vocal fold paralysis: voice and respiratory aspects. *Laryngoscope* 2017;127: 1838–44.
- [113] Lawson G, Remacle M, Hamoir M, Jamart J. Posterior cordectomy and subtotal arytenoidectomy for the treatment of bilateral vocal fold immobility: functional results. *J Voice* 1996;10:314–9.
- [114] Eckel HE, Thumfart M, Wassermann K, Vössing M, Thumfart WF. Cordectomy versus arytenoidectomy in the management of bilateral vocal cord paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1994;103: 852–7.
- [115] Abdelhamid MA, El-Badrawy A, Eldin OA, Hady AFA, Yousef A. A comparative study of laser posterior cordotomy and combined laser posterior cordotomy with suture lateralization in bilateral vocal cords abductor paralysis. *Am J Otolaryngol* 2022;43:103334.
- [116] Filauro M, Vallin A, Marcenaro E, Missale F, Fragale M, Mora F, et al. Quality of life after transoral CO(2) laser posterior cordotomy with or without partial arytenoidectomy for bilateral adductor vocal cord paralysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2021;278:4391–401.
- [117] Titulaer K, Schlattmann P, Guntinas-Lichius O. Surgery for bilateral vocal fold paralysis: systematic review and meta-analysis. *Front Surg* 2022;9:956338.
- [118] de Almeida RBS, Costa CC, Lamounier ESDP, Rocha AKPB, Bernardes MND, Garcia JL, et al. Surgical treatment applied to bilateral vocal fold paralysis in adults: systematic review. *J Voice* 2023;37(2):289.e1–13.
- [119] Nawka T, Sittel C, Arens C, Lang-Roth R, Wittekindt C, Hagen R, et al. Voice and respiratory outcomes after permanent transoral surgery of bilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope* 2015;125:2749–55.
- [120] Nawka T, Gugatschka M, Kölmel JC, Müller AH, Schneider-Stickler B, Yaremchuk S, et al. Therapy of bilateral vocal fold paralysis: real world data of an international multi-center registry. *PLoS One* 2019;14:e0216096.
- [121] Carrau RL, Pou A, Eibling DE, Murry T, Ferguson BJ. Laryngeal framework surgery for the management of aspiration. *Head Neck* 1999;21:139–45.
- [122] Kissel I, Van Lierde K, D’Haeseleer E, Adriaansen A, Papeleu T, Tomassen P, et al. Longitudinal vocal outcomes and voice-related quality of life after selective bilateral laryngeal reinnervation: a case study. *J Speech Lang Hear Res* 2023;66:1–15.

- [123] Wootten CT, French LC, Thomas RG, Neblett WW, Werkhaven JA, Cofer SA. Tracheotomy in the first year of life: outcomes in term infants, the Vanderbilt experience. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;134:365–9.
- [124] Butskiy O, Mistry B, Chadha NK. Surgical interventions for pediatric unilateral vocal cord paralysis: a systematic review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2015;141:654–60.
- [125] Aires MM, Marinho CB, Vasconcelos SJ. Surgical interventions for pediatric unilateral vocal fold paralysis: a systematic review and metaanalysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2021;141:110553.
- [126] Hoey W, Hall A, Butler C, Frauenfelder C, Wyatt M. Laryngeal reinnervation for paediatric vocal cord palsy: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2022;279:5771–81.
- [127] Lagier A, Nicollas R, Sanjuan M, Benoit L, Triglia JM. Laser cordotomy for the treatment of bilateral vocal cord paralysis in infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009;73:9–13.
- [128] Trozzi M, Torsello M, Meucci D, Micardi M, Tropiano ML, Balduzzi S, et al. Pediatric bilateral vocal cord immobility: new treatment with preservation of voice. *Laryngoscope* 2023;133(9):2325–32.
- [129] Gerber ME, Modi VK, Ward RF, Gower VM, Thomsen J. Endoscopic posterior cricoid split and costal cartilage graft placement in children. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2013;148:494–502.
- [130] Rutter MJ, Hart CK, Alarcon A, Daniel SJ, Parikh SR, Balakrishnan K, et al. Endoscopic anterior-posterior cricoid split for pediatric bilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope* 2018;128:257–63.
- [131] Windsor AM, Jacobs I. Endoscopic anterior-posterior cricoid split to avoid tracheostomy in infants with bilateral vocal fold paralysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2020;138:110325.
- [132] Pereira NM, Modi VK. Endoscopic anterior and posterior cricoid split for bilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope* 2022;132:459–60.
- [133] Fayoux P, Maltezeanu A, Broucqsaault H, Daniel SJ. Experience with laryngeal reinnervation using nerve-muscle pedicle in pediatric patients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2020;138:110254.

## Pour en savoir plus

Cricoidotomie antérieure et postérieure par voie endoscopique chez l'enfant, selon Rutter<sup>[130]</sup> ; vidéo en libre accès dans l'article de Pereira<sup>[132]</sup>.