

Etude expérimentale sur la réinnervation sélective simultanée des muscles adducteurs et du muscle abducteur pour le traitement des paralysies laryngées ¹

Experimental study on simultaneous selective reinnervation of the adductors and the abductor muscle for the treatment of the laryngeal paralysis

X. He ²
J. Sun ³
D. Zhang ³
Z. Yu ²
L. Traissac ⁴
(Kunming)

Résumé

Objectif : cette étude a pour but de chercher une méthode chirurgicale pour le traitement des paralysies laryngées de longue durée. **Méthodes :** le modèle de paralysie hémilaryngée a été réalisé en sectionnant complètement le nerf récurrent (NR) gauche chez le chien. La réinnervation par micro-sutures entre la branche d'adduction laryngée et la branche nerveuse du muscle thyrohyoïdien (MTH) issue de la branche descendante du XII et entre la branche d'abduction du NR et le nerf phrénique (NP) est alors, réalisée immédiatement en première intention (groupe 1) et quatre mois après la section en deuxième intention (groupe 2). Six mois après cette réinnervation, la fonction physiologique du muscle cricoaryténoïdien latéral (CAL) et du muscle cricoaryténoïdien postérieur (CAP) est examinée par électromyographie (EMG) et laryngoscopie directe. Tous les résultats sont enregistrés pour une analyse statistique. **Résultats :** pour le groupe 2, l'amplitude du potentiel d'action (APA) du muscle CAL est diminué par rapport à celle du groupe 1 ($p < 0,05$). Mais pour le muscle CAP, il n'existe pas de différence significative en APA entre les deux groupes ($p > 0,05$). Sous laryngoscopie directe, le mouvement adducteur de la corde vocale gauche est aussi limité légèrement dans le groupe 2. Les résultats sont normaux pour les chiens du groupe 1. Tous les mouvements abducteurs et adducteurs de la corde vocale des deux côtés sont synchronisés. **Conclusion :** Bien que la récupération fonctionnelle du muscle CAL ne soit pas totalement normale en EMG pour la réinnervation de deuxième intention, cette technique montre qu'il est possible, grâce à une technique chirurgicale, d'obtenir une réhabilitation à la fois du mouvement adducteur et abducteur de la corde vocale atteinte. Le délai maximum pour réaliser une réinnervation sélective efficace sur une paralysie récurrentielle reste inconnu. Des études complémentaires, en ce domaine, sont prévues dans notre prochaine recherche

Summary

Objective: The aim of this study is to estimate the value of a new surgical procedure in the treatment of the chronic unilateral laryngeal paralysis. **Methods:** The recurrent laryngeal nerve of the left side of the dog was totally cut and served as a model of unilateral laryngeal paralysis at the first step of the research. The adductor and abductor branches of the recurrent laryngeal nerve were then, selected and cut. Afterwards, they were micro-sutured respectively with one branch of ansa cervicalis and phrenic nerve immediately (group 1) and 4 months later (group 2). Six months after this reinnervation, the laryngeal physiologic function of the lateral crico-arytenoid muscle (LCA) and the posterior crico-arytenoid muscle (PCA) have been checked by the methods of electromyography (EMG) and direct laryngoscopy. All the data have been analysed by the statistic methods. **Results:** Among all the data of EMG, only the wave amplitude of action potential of the LCA muscle of the group 2 was diminished ($p < 0.05$). Under the direct laryngoscopy, the adductor movement of the left vocal cord of the group 2 was also lightly reduced. But the adductor and abductor movements of the left vocal cord were synchronous with the movements of the right vocal cord. **Conclusion:** Though the result of nervous reinnervation of a four month's laryngeal paralysis was not so good by comparison with that of an immediate reinnervation, this surgical procedure can however, on the clinical point of view, reach a satisfactory level. The duration maximum of the reinnervation operation after laryngeal paralysis, is, at the present, not clear. It is necessary for us to make further studies.

Key-words: Laryngeal reinnervation, recurrent laryngeal nerve, laryngeal paralysis.

Mots-clés : Réinnervation laryngée, nerf récurrent, paralysie laryngée.

1. Recherche réalisée dans le cadre d'une collaboration franco-chinoise et financée par le bureau de science et technologie de Yunnan, 650000, République Populaire de Chine.
2. Service ORL, No1 Hôpital de l'Université médicale de Kunming, 650032, République Populaire de Chine.

3. Université Médicale de Kunming, Yunnan, Kunming 650031, République Populaire de Chine.
4. Université de Bordeaux 2, Institut G. Portmann, 114 avenue d'Arès, 33074 Bordeaux cedex, France.

Article reçu : 30/11/04

accepté : 15/09/05

INTRODUCTION

Des études ont montré que la paralysie laryngée pouvait être traitée par des méthodes d'implantation neuromusculaire, par l'anastomose bout à bout du nerf récurrent ou par des anastomoses avec d'autres nerfs (1-9). Parmi ces techniques, la réinnervation nerveuse permettant d'obtenir un meilleur résultat est celle réalisée le plus précocement possible.

Il existe toujours des branches d'adduction et d'abduction dans le même tronc du nerf récurrent, c'est pourquoi la technique dite d'anastomose bout à bout du nerf récurrent ne peut que provoquer des mouvements de synchronisation au niveau de la corde vocale. En conséquence, la corde vocale reste immobile (10).

Dans ce cas, une réinnervation sélective précise à la fois des muscles adducteurs et du muscle abducteur nous paraît plus logique, surtout quand il s'agit d'une paralysie laryngée ancienne.

La base de cette étude est fondamentale et repose sur des résultats obtenus grâce à l'étude du système nerveux périphérique du larynx réalisé dans le cadre d'une collaboration médicale franco-chinoise, et a pour but de trouver une méthode chirurgicale de traitement de la paralysie laryngée chronique (PLC).

MATERIELS ET METHODES

Animaux expérimentaux

20 chiens adultes, fournis par le laboratoire de l'Université Médicale de Kunming, R. P. Chine, ont été utilisés pour cette recherche. Ils étaient répartis en trois groupes :

Groupe 1 : technique de réinnervation en première intention (immédiatement) sur 8 chiens.

Groupe 2 technique de réinnervation en deuxième intention (4 mois plus tard) sur 8 chiens.

Groupe 3 : contrôle sur 4 chiens sans réinnervation.

Technique opératoire

Le nerf récurrent gauche est sacrifié et le nerf récurrent droit est laissé indemne. D'abord, le nerf récurrent gauche est sectionné complètement comme un modèle de paralysie laryngée unilatérale avant toute micro-suture du nerf. La réinnervation sélective est réalisée sous anesthésie générale. La technique de dissection du nerf récurrent est la même que celle décrite dans un article précédent (11). Une fois que la division basse du nerf récurrent est trouvée, le premier rameau du muscle CAP et le deuxième rameau du muscle CAL sont disséqués soigneusement (12). Dans le groupe 1, le deuxième rameau est coupé au ras de sa division, tandis qu'une branche de l'anse descendante du XII destinée au muscle thyrohyoïdien est aussi disséquée et sectionnée du même côté. La branche thyrohyoïdienne du XII est choisie car

c'est une branche motrice qui est la plus proche du larynx. D'autre part cette branche est excitée pendant l'expiration. Et ceci est en phase avec les muscles adducteurs du larynx qui se contractent pendant l'expiration ou la phonation.

Sous microscope opératoire, les deux extrémités sont rapprochées et suturées. Ceci signifie que le muscle CAL sera réinnervé par la branche du muscle thyrohyoïdien. L'anastomose entre la branche thyrohyoïdienne et la branche adductrice du nerf récurrent est réalisée au ras du bord inférieur du cartilage thyroïde du même côté. Le nerf phrénique homolatéral est sectionné et anastomosé bout à bout avec le nerf récurrent sectionné auparavant. Le deuxième rameau adducteur du NR ayant été sectionné ainsi que la terminaison de la branche interne du nerf récurrent, le nerf phrénique ne peut qu'innervé par le tronc du NR le muscle CAP. Les sutures sont réalisées en épi ou péri neural, au moyen d'un monofilament 10/0 afin de ne pas léser les fibres nerveuses sous-jacentes. Pour le groupe 2, cette micro-suture est réalisée de façon identique 4 mois après la section du nerf récurrent. Pour le groupe 3, nous avons sectionné totalement le nerf récurrent gauche, et aucune réinnervation n'a été proposée dans ce groupe.

Electromyographie

Cette recherche a été réalisée avec l'appareil d'électromyographie (DANTEC-Cantata, Danemark). Pour le groupe 1 et le groupe 2, les électrodes actives intramusculaires ont été placées chirurgicalement dans le muscle CAL et le muscle CAP six mois après la micro-suture afin d'enregistrer le délai du potentiel d'action (DPA) et l'amplitude du potentiel d'action (APA). La stimulation utilisée a été un twitch. L'enregistrement se fait par une électrode unipolaire pour recueillir le potentiel d'action du muscle. Pour le groupe 3, ceci est réalisé par la même technique six mois après la section du NR. Toutes les données d'EMG sont enregistrées pour une analyse statistique.

Laryngoscopie directe

Une laryngoscopie directe sous caméscope a été réalisée, six mois après la micro-suture, afin de visualiser les résultats de la réinnervation de la corde vocale. Pour cela, les chiens ont été légèrement anesthésiés pour qu'ils puissent aboyer. Ils étaient ensuite fixés sur la table opératoire, la gueule du chien étant ouverte pour la laryngoscopie directe. Une fois que les deux cordes vocales étaient bien visibles, les mouvements de respiration et de phonation des deux cordes vocales étaient enregistrés sur un caméscope.

RESULTATS

Pour le groupe 1 et le groupe 2, les résultats d'EMG sur le muscle CAP ne montrent pas de différence significative au niveau du DPA et APA. Pour le muscle CAL, le DPA est de $5,60 \pm 0,12$ (ms) dans le groupe 1 et il est de

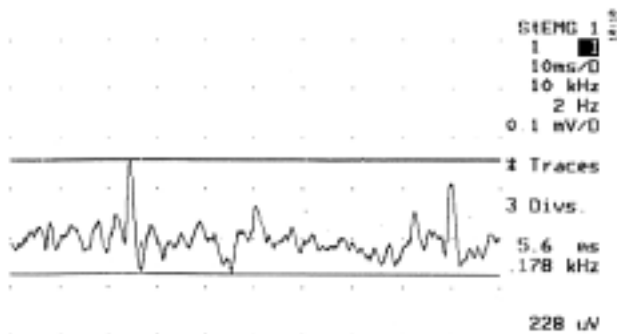


Fig. 1 : L'électromyogramme du muscle CLA gauche du groupe 1 (6 mois après la réinnervation immédiate après la section).

6,80 ± 0,35 (ms) dans le groupe 2. Mais l'analyse statistique ne montre pas de différence significative entre ces deux groupes ($p > 0,05$). Par contre, pour le même muscle CAL, l'APA n'est pas du même niveau. L'APA est de 225 ± 13,20 (µv) pour le groupe 1. Elle est plus élevée que celle du groupe 2 (160 ± 11,20 µv). L'analyse statistique montre une différence significative entre ces deux groupes ($p < 0,05$) (Tableau I) (Figure 1, 2). Pour le groupe 3, aucun potentiel d'action n'a été constaté pendant l'examen d'EMG. La courbe d'enregistrement de l'EMG est plate.

TABLEAU I : Résultats d'EMG sur le muscle CAL et le muscle CAP (n = 20, x ± s).

Groupe	Muscle CAL		Muscle CAP	
	DPA (ms)	APA (µv)	DPA (ms)	APA (µv)
Groupe 1	5,60 ± 0,12	225 ± 13,20 *	7,20 ± 0,27	221 ± 10,02
Groupe 2	6,80 ± 0,35	160 ± 11,20 *	8,80 ± 0,25	228 ± 12,30
Groupe 3	0	—	0	—

* : différence significative ($p < 0,05$)

Sous laryngoscopie directe, les mouvements adducteurs et abducteurs des deux cordes vocales apparaissent synchrones et symétriques sur les chiens du groupe 1. Aucune paralysie n'a été trouvée au niveau de la corde



Fig. 3a : Position des deux cordes vocales pendant la phonation.



Fig. 3b : Position des deux cordes vocales pendant l'inspiration.

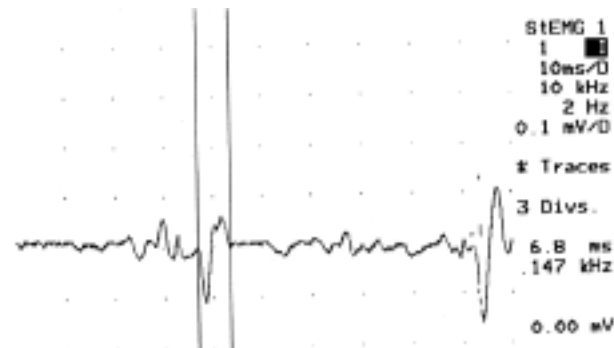


Fig. 2 : L'électromyogramme du muscle CLA gauche du groupe 2 (6 mois après la réinnervation réalisée 4 mois après la section).

vocale gauche. Pour les chiens du groupe 2, le mouvement adducteur de la corde vocale gauche est légèrement diminué. Mais ceci est rattrapé partiellement par un mouvement compensateur de la corde vocale droite, et le mouvement abducteur de la corde vocale gauche semble normal. Pour les chiens du groupe 3, la corde vocale gauche reste complètement paralysée.

DISCUSSION

Classiquement, la paralysie laryngée peut être traitée par de nombreuses techniques chirurgicales en dehors de la réinnervation. Le but de ces méthodes est de mettre la corde vocale paralysée dans une position fixe afin de soigner soit la dysphonie, soit la dyspnée, la corde vocale paralysée ne pouvant pas, finalement, rétablir les mouvements actifs. C'est pour traiter la paralysie laryngée chronique et dans le but de restituer une mobilité active des cordes vocales que nous avons réalisé cette recherche.

Celle-ci montre qu'une réinnervation sélective simultanée de première intention donne le résultat le plus satisfaisant en ce qui concerne à la fois la mobilité d'adduction et d'abduction de la corde vocale paralysée. Sous laryngoscopie directe, six mois après la micro-suture de réinnervation de première intention, les deux cordes vocales sont mobiles de façon synchrone et active. Ceci signifierait que cette méthode chirurgicale aurait

beaucoup plus d'avantages en rétablissant les mouvements actifs de la corde vocale paralysée, que les autres techniques chirurgicales palliatives et même l'anastomose bout à bout du nerf récurrent lui-même (13). Dans l'éventualité où une réinnervation de première intention n'a pas été réalisable, une réinnervation de deuxième intention nous paraît envisageable. Dans cette recherche, une réinnervation sélective simultanée quatre mois après la paralysie hémiparalysée

laryngée est réalisée pour qu'on puisse estimer l'efficacité d'une telle intervention. Les résultats de l'EMG démontrent que, pour le muscle CAP, ni le DPA ni l'APA ne montrent de différence entre une réinnervation de première intention et une réinnervation de deuxième intention. Ceci indique qu'après une intervention de réinnervation sélective quatre mois après la paralysie hémilaryngée, le muscle abducteur (CAP) glottique a réussi à être ré innervé par le nerf phrénique. La laryngoscopie directe sous caméscope nous montre le même résultat. Mais pour le muscle CAL de ce groupe (groupe 2), l'examen de l'EMG montre que l'APA est diminuée par rapport à celle du groupe 1 ($p < 0,05$). Bien que le DPA soit au même niveau que celui du groupe 1. Ainsi, le muscle adducteur glottique (CAL) du groupe 2 n'a pas complètement réussi à être ré innervé par la branche du muscle thyrohyoïdien. Sous laryngoscopie directe, le mouvement d'adduction de la corde vocale gauche est diminué. Ceci nous montre que, pour une intervention de réinnervation quatre mois après la paralysie récurrentielle, le degré comparatif de récupération de la mobilité des muscles adducteurs par rapport au muscle abducteur du même larynx, dans le même groupe, reste différent. Le muscle CAP semble plus résistant à la paralysie récurrentielle que le muscle CAL. Les raisons biologiques pouvant expliquer ce phénomène seraient que les fibres musculaires sont plus nombreuses dans le muscle CAP que dans le muscle CAL. Et de plus, l'influx nerveux inspiratoire au muscle CAP, ré innervé par le nerf phrénique, serait toujours plus puissant et plus synchronisé que l'influx nerveux respiratoire destiné au muscle CAL qui est ré innervé par le nerf du muscle thyrohyoïdien (14, 15). Les résultats de cette recherche démontrent aussi que quatre mois après une paralysie récurrentielle, même une intervention de réinnervation sélective ne peut pas réussir une réhabilitation à la fois de la mobilité d'adduction et de la mobilité d'abduction de la corde vocale paralysée. Une tentative de réinnervation plus de quatre mois après la paralysie laryngée aura plus de difficulté à réhabiliter la mobilité de la corde vocale paralysée non seulement en adduction mais aussi en abduction. Le délai maximum pour faire une réinnervation sélective efficace sur une paralysie récurrentielle reste inconnu pour le moment (16). Il nous paraît nécessaire de poursuivre ces expériences dans notre prochaine recherche.

CONCLUSION

Quoi qu'il en soit, la réinnervation sélective simultanée quatre mois après la paralysie laryngée, a permis de rétablir la fonction d'abduction de la corde vocale paralysée et au moins de récupérer partiellement la fonction d'adduction de la corde vocale paralysée. De plus,

cette intervention a l'avantage d'empêcher l'ankylose fibreuse de l'articulation crico-aryténoïdienne du côté paralysé. Au point de vue clinique, une paralysie récurrentielle de quatre mois peut être une indication de la technique de réinnervation sélective simultanée du nerf récurrent. Cette technique peut s'appliquer à des paralysies uni ou bilatérales. La fonction diaphragmatique ne devrait pas être perturbée par cette méthode car on ne dissèque qu'un fascicule de ce nerf pour faire la réinnervation.

Bibliographie

1. ZHENG H, LI Z, ZHOU S, CUAN Y, WEN W, LAN J. Experimental study on reinnervation of vocal cord adductors with the ansa cervicalis. *LARYNGOSCOPE*. 1996;106:1516-21.
2. MAY M, BEERY Q. Muscle-nerve pedicle laryngeal reinnervation. *LARYNGOSCOPE*. 1986;96:1196-200.
3. TUCKER HM. Combined surgical medialization and nerve-muscle pedicle reinnervation for unilateral vocal fold paralysis: improved functional results and prevention of long-term deterioration of voice. *J VOICE*. 1997 Dec;11(4):474-8.
4. VAN LITH-BIJL JT, STOLK RJ, TONNAER JA, GROENHOUT C, KONINGS PN, MAHIEU HF. Laryngeal abductor reinnervation with a phrenic nerve transfer after a 9-month delay. *ARCH OTOLARYNGOL HEAD NECK SURG*. 1998 Apr;124(4):393-8.
5. 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 Jul;98(7 Pt 1):530-6.
6. RICE DH, BURSTEIN FD. Restoration of physiologic vocal fold abduction with the ansa cervicalis nerve. *ARCH OTOLARYNGOL*, 1983;109:480-1.
7. RICE DH. Laryngeal reinnervation. *LARYNGOSCOPE*. 1982;92:1049-59.
8. BRONDBO K, HALL C, TEIG E, DAHL HA. Functional results after experimental reinnervation of the posterior cricoarythenoid muscle in dog. *J OTOLARYNGOL*. 1986;15:259-64.
9. ATTALI JP, GIOUX M, HENRY CH, MIGUEIS A, DUCOURNEAU A, TRAISSAC L. Réhabilitation de l'abduction de la corde vocale par anastomose nerveuse sélective chez le chien. *REV LARYNGOL OTOL RHINOL (BORD)*. 1990;111,4 :397-9.
10. CRUMLEY RL. Laryngeal synkinesis: its significance for the laryngologist. *ANN OTOL RHINOL LARYNGOL*. 1989;98:87-92.
11. MIGUEIS A, UCELAY I, MIGUEIS J, URTASUN A, TRAISSAC L. Galien's anastomosis, an anatomic study in man. *REV LARYNGOL OTOL RHINOL (BORD)*. 1989;110(4):423-5.
12. NGUYEN M, JUNIEN-LAVILLAULOY C. Anatomie du larynx, étude de la branche antérieure du nerf récurrent. *REV LARYNGOL OTOL RHINOL (BORD)*. 1990;111:153-5.
13. HE X, YU Z, ZHANG D, SUN J. Electro-neurogram of the laryngeal abductor in the experiment of the recurrent laryngeal reinnervation. *CHINESE JOURNAL OF AUDIOLOGY AND SPEECH PATHOLOGY*. 2000;8,3:149.
14. CRUMLEY RL. Update: Ansa cervicalis to recurrent laryngeal nerve anastomosis for unilateral laryngeal nerve. *LARYNGOSCOPE*. 1991;101:4.
15. TIXIER CH, REYT E, MEZIN P, et al. Réinnervation sélective chez le chien par microsutures des branches de division du nerf récurrent. *ANN. OTOL. RHINO. LARYNGOL*. 1992;109:23.
16. WOODSON GE, MILLER RH. The timing of surgical intervention in vocal cord paralysis. *OTOLARYNGOL HEAD NECK SURG*. 1981;89:264-7.